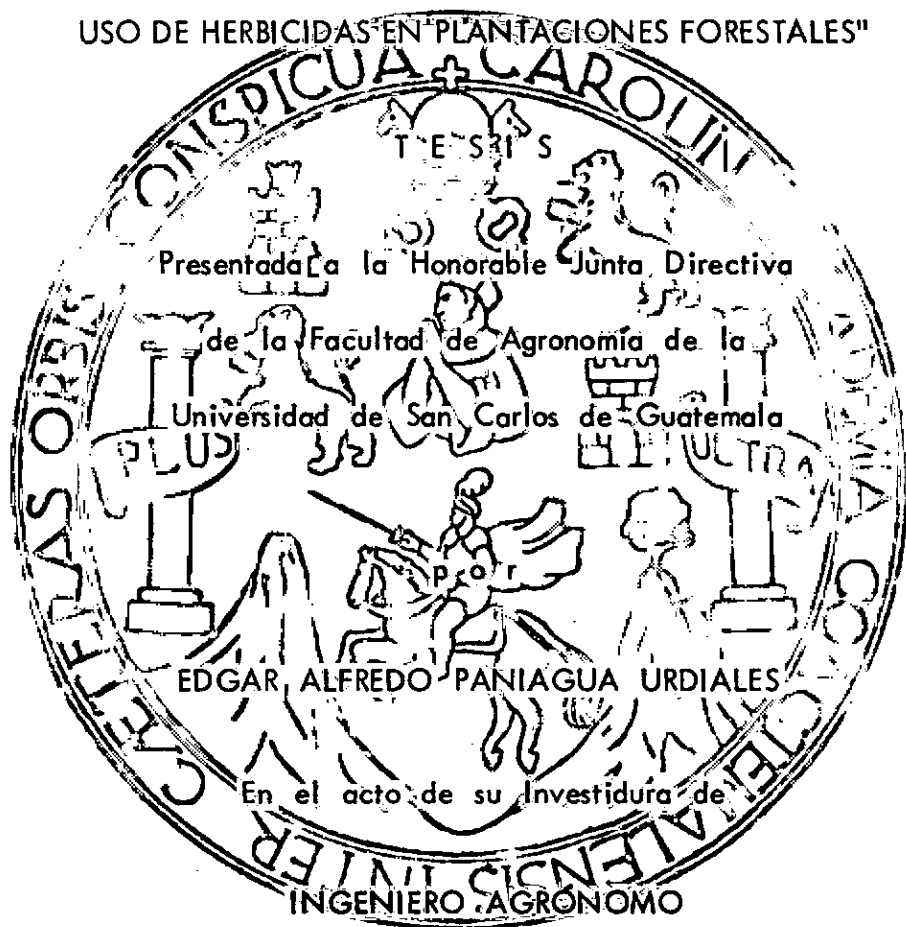


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

"ESTUDIOS INICIALES PARA LA EVALUACIÓN DEL
USO DE HERBICIDAS EN PLANTACIONES FORESTALES"



No. 73

Guatemala, agosto de 1969.

01
T(185)
C 3

Rector:

Lic. Edmundo Vásquez Martínez

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Agr. René Castañeda Paz
Vocal Primero:	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra
Vocal Segundo:	Ing. Agr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal Tercero:	Lic. Fernando Tirado Barros
Vocal Cuarto:	Br. Emilio Escamilla Escamilla
Vocal Quinto:	P.A. Oscar González
Secretario:	Ing. Agr. Fernando Luna Orive

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. René Castañeda Paz
Examinador:	Ing. Agr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Rodríguez
Examinador:	Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Secretario:	Ing. Agr. Fernando Luna Orive

Guatemala, 11 de agosto de 1969.

Sr. Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. René Castañeda Paz
Ciudad Universitaria, Zona 12
Ciudad.

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Ud. para manifestarle que, en cumplimiento de la designación de que fui objeto por parte de esa Facultad, he asesorado al Br. Edgar Alfredo Paniagua Urdiales en la elaboración de su tesis titulada "Estudios Iniciales para la Evaluación del Uso de Herbicidas en Plantaciones Forestales".

En vista de que los trabajos de reforestación se están ampliando en toda la República, y que uno de los principales objetivos de cualquier labor agrícola o forestal es, además de asegurar el éxito de la plantación, el utilizar un mayor número de nuevas técnicas para obtener el mayor beneficio económico de la empresa; se considera de suma utilidad el conocimiento del uso de herbicidas en las plantaciones forestales.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para suscribirme del Señor Decano deferentemente.

(f) Fernando Luna Orive
Ingeniero Agrónomo

DEDICO ESTE ACTO:

A DIOS TODOPODEROSO.

A MI ABUELITA.

A MIS PADRES.

A MIS HERMANOS.

A MIS FAMILIARES.

DEDICO ESTA TESIS:

A MI PATRIA, GUATEMALA.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA.

A MIS CATEDRATICOS Y COMPAÑEROS EN EL TRANS-
CURSO DE MI VIDA ESTUDIANTEL.

A MI MAESTRO DON FERNANDO SANTOS PINEDA.

AL ILUSTRADO GOBIERNO DE SUIZA POR LA BECA QUE
ME OTORGARA, CON AGRADECIMIENTO.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue posible realizarlo gracias a la colaboración del Proyecto "Reforestación Planificada" del Departamento de Forestación de la División Forestal, Dirección General de Recursos Naturales Renovables; así como también a las casas comerciales de productos agrícolas Maegli y Hans Rogozinski, que facilitaron los productos a usarse, así como la ayuda del Agrónomo Aníbal Arreaga, Técnico en Herbicidas.

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento al Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra por sus valiosas sugerencias y al Ing. Agr. Fernando Luna Orive por el asesoramiento y revisión de este trabajo.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA:
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

De conformidad con lo que establecen los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestro alto criterio y consideración el trabajo de tesis que se intitula:

"ESTUDIO INICIAL PARA LA EVALUACIÓN DEL USO DE
HERBICIDAS EN PLANTACIONES FORESTALES"

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Sin otro particular, me complace suscribirme de vosotros, deferentemente,

Edgar Alfredo Paniagua Urdiales.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
III. EXPERIENCIAS ANTERIORES	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
1. LOCALIZACIÓN	9
2. MATERIAL EXPERIMENTAL	11
2.1 Características de los Herbicidas	11
2.2 Descripción de las Especies Forestales	15
3. METODOLOGÍA	18
V. RESULTADOS EXPERIMENTALES	21
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. BIBLIOGRAFÍA	33
IX. APÉNDICE	35

II: INTRODUCCION

Debo principiar por hacer énfasis en la innegable importancia vital que el bosque tiene sobre el suelo, el clima, la flora, en el ciclo hidrológico, etc., debido a ello y a que extensas áreas forestales han ido desapareciendo, ya sea por talas inmoderadas, incendios forestales o por plagas y enfermedades, es que ha sido creado el "Plan Quinquenal de Reforestación". Con este plan se proyecta sembrar ciento veinticinco millones de diversas especies forestales de un gran valor representativo en el incremento futuro de la economía del país, ya sea por concepto de consumo interno como en el caso de exportaciones, renglón que se incrementa cada vez más, principalmente por la venta de maderas preciosas aserradas y no aserradas, así como para pulpa. En lo referente al consumo interno, puede asegurarse que la industria de muebles, cartón, productos forestales para construcción y otros, ha producido un significativo incremento en el mismo.

El "Plan Quinquenal de Reforestación" está constituido por los distintos Ministerios de estado y la iniciativa privada, así como por la Asociación de Amigos del Bosque; correspondiendo al Ministerio de Agricultura, a través de la División Forestal, la producción de la planta en los diferentes viveros forestales del país y la conveniente distribución al público para su siembra. Existe, por otra parte, un proyecto dentro de esa misma dependencia encargado de plantar de 2.5 a 3 millones de árboles de especies forestales cada año en cuencas hidrográficas, que generalmente cubren una área de mil hectáreas anuales.

Además de las labores de siembra, lógicamente se debe llevar a cabo una serie de prácticas que garanticen un mayor porcentaje de adaptabilidad y supervivencia.

Una de las principales prácticas es la de mantener la plantación limpia de las malas hierbas que compitan con la planta recién trasplantada al campo, en su primera época de adaptación, ya que es en este momento en el que precisamente necesita la planta forestal contar con el mayor número de condiciones favorables para su normal desarrollo.

Sabemos que las malas hierbas compiten siempre con las plantas no solo con nutrientes del suelo, sino que además les restan agua, luz y aire; elementos todos ellos necesarios e indispensables en los primeros momentos de adaptación de la planta a su nuevo y definitivo medio.

Las labores de limpieza absorben gran cantidad del presupuesto, así como tiempo; pero, por lo anteriormente expuesto, son inevitables.

Fue por ello, y con el objeto de reducir ambos renglones y asegurar más a la planta en el campo definitivo, que se originó la idea al autor, o sea la de evaluar la respuesta de las especies forestales a la aplicación de herbicidas.

En la actualidad no se cuenta con ningún dato al respecto, así como tampoco con determinado producto comercial específico para dicho fin, por lo que además de no contar con literatura adecuada a nuestro medio, las casas comerciales no podían recomendar determinado producto ni dosis específicas.

Esta investigación, en resumen, tiene por objeto evaluar el uso de herbicidas en plantaciones forestales recién establecidas y su grado de toxicidad para con las plantas forestales en su primera etapa de crecimiento.

Con el fin de que el margen de error fuese reducido, se optó por establecer dicha evaluación con especies tanto coníferas como latifolias.

II. REVISION DE LITERATURA

Por investigaciones sobre los daños que ocasionan las malas hierbas en los Estados Unidos de América, se ha determinado que la competencia de éstas por el aprovechamiento del agua, elementos nutritivos, luz solar y espacio físico, provocan más pérdidas a cualquier cultivo que las causadas por el ataque de plagas y enfermedades (13)

De lo anterior se deduce que, con mayor razón, el efecto nocivo de las malas hierbas será mucho mayor en nuestro país en virtud de que las condiciones ecológicas locales propician el desarrollo mucho más acelerado de un sin número de malas hierbas, ya que se ha estimado que las pérdidas en los trópicos por las mismas es de dos o tres veces mayor que en las zonas templadas. (13)

Por ello, la lucha contra las malas hierbas constituye un problema de suma importancia para la agricultura en general. (4)

Numerosas sustancias químicas han sido hasta ahora empleadas con éste fin, pero la mayoría de ellas presenta muy serias limitaciones (4), como sucede en el caso de la aplicación de ácido sulfúrico, aceites de petróleo y otras sustancias que directa o indirectamente vienen a producir tanto alteraciones en las plantas como en las características de los suelos (13).

Sin embargo, a partir de 1941, se ha producido un cambio revolucionario en los métodos químicos usados para combatir las malas hierbas, cambio cuyo origen ha sido el descubrimiento de sustancias sintéticas reguladoras del crecimiento, llamadas también hormonas vegetales. Estas sustancias, cuando se extraen de los tejidos vegetales y se aplican a las plantas jóvenes, pueden provocar diferentes reac-

ciones que afectan o alteran el crecimiento de las plantas y producen doblamiento en raíces, tallos y hojas, etc. (4)

Hay que tener en cuenta que no todas las hormonas vegetales se pueden utilizar como matamalezas. (9).

La acción selectiva ejercida por las sustancias hormonales aniquiladoras de malas hierbas en las plantas, es completamente diferente a la ejercida por las sustancias a base de ácido sulfúrico, ya que éste se adhiere y destruye únicamente el follaje, principalmente por las hojas o las raíces y se transmite por las plantas, causando graves disturbios fisiológicos en la planta (4).

Estos compuestos debidamente aplicados, en concentraciones apropiadas, pueden destruir gran cantidad de mala hierba sin causar daño a la planta productiva.

Todas las plantas absorben compuestos herbicidas rápidamente; no obstante, estos compuestos químicos no afectan a las plantas resistentes. Las raíces nuevas y los retoños de las plantas sensibles sufren sin embargo efectos adversos (6).

En nuestro país, y en general en América Latina, el uso de este tipo de tratamientos está limitado por el bajo costo de la mano de obra, sin embargo, últimamente en nuestro medio y en ciertas partes, ya amerita su uso principalmente porque el valor de la mano de obra está subiendo y además, porque el factor tiempo es bastante reducido, en lo que se refiere a su aplicación.

El hecho de que un determinado método químico de control de malas hierbas pueda sustituir parcial o totalmente a los métodos mecánicos usados, depende del principio de su comparación económica. Es obvio pero importante hacer notar que la comparación deberá hacerse sobre la base del

costo del tratamiento en sí, de su eficiencia tanto en el control mismo de las malas hierbas, como del beneficio del tipo de control que se deriven, del período del control que se obtenga, de la suma de costos de control y mantenimiento a través del tiempo y de la evaluación de los problemas sociales que se deriven de su uso continuado (9).

Las plantaciones forestales son empresas económicas; y a fin de obtener buenos resultados es preciso brindarles atenciones y cuidados, especialmente durante sus primeros períodos de desarrollo dentro de los límites económicos razonables. En general las plantaciones no toleran la competencia de malas hierbas durante los primeros años. Se justifica muy a menudo la supresión de las mismas para librar el área de roedores, como también el peligro de incendios (10).

El uso de herbicidas, que se principió a aplicar para eliminar malezas en caminos y líneas de ferrocarril, se ha difundido mucho en los últimos años, aplicándose también para el cuidado de las plantaciones al haberse acumulado mayor experiencia en cuanto a su selectividad. Los herbicidas están destinados a ocupar un lugar preponderante en las prácticas silvícolas, a menudo limitados por el costo y la escasez de mano de obra y equipos (10).

Las posibilidades de usar herbicidas en plantaciones forestales en América Latina son asimismo, muy grandes y ocupan ya un lugar prominente en las experiencias, tanto en viveros como en plantaciones. En las montañas sub-tropicales el uso de herbicidas puede ser económicamente importante, porque cuando la limpieza se hace con machetes, pueden necesitarse de 16 a 30 jornales por hectárea en los primeros dos años como mínimo (10).

III. EXPERIENCIAS ANTERIORES

Considero importante hacer mención de las experiencias personales obtenidas en la aplicación de diferentes clases de herbicidas preemergentes en viveros forestales. El objetivo primordial fue el de evaluar la selectividad del producto químico con las especies forestales en su primera etapa de crecimiento, así como obtener datos de su poder residual sobre las malezas. Las especies que se experimentaron fueron: Ciprés Común (*Cupressus lusitánica*, Miller), Cedro de Altura (*Cedrella pacayana*, L) y Pino de Ocote (*Pinus montezumae*, Lambert); los herbicidas usados fueron varios pero con el que se reportó el mejor resultado fue con el de marca comercial "GESATOP-80" de la casa J.R. Geigy, S. A. Se usó en cuatro dosis diferentes oscilando desde uno hasta cinco Kg/Ha, entre las que no se obtuvo diferencia significativa en el porcentaje de planta forestal muerta, ya que la mínima como la máxima dieron casi la misma respuesta. Tal porcentaje de mortandad promedio de todas las especies osciló entre el 22 y 25%, lo que nos indica que todavía es bastante alto, pero no tanto como los resultados que dieron los demás herbicidas, de los cuales el menos alto fue del 78% de muerte. Es por ello que vale la pena dejar constancia de estos resultados para saber que el uso de los mencionados productos químicos en viveros forestales debe ser efectivo únicamente cuando el costo de la mano de obra (para efectuar las labores de limpia de malas hierbas) sea superior a la suma del valor de la planta perdida más el valor del herbicida y su aplicación. De otro modo es evidente que no es económico efectuarlo.

Es interesante el mencionar que con cualquier herbicida que se usó, el Ciprés Común ha dado siempre malos resultados. Posiblemente se debe a su proceso de germinación demasiado lento, y el hecho de que la raíz pivotante es sumamente sensible, además de que su crecimiento es igualmente lento.

IV. MATERIALES Y METODOS

Dentro de este capítulo se detallarán los materiales que fueron usados para llevar a cabo la evaluación, tales como localización del área experimental, especies forestales tratadas, herbicidas y dosis, diseños experimentales usados, etc.

Todo ello se describe a continuación.

1.- LOCALIZACION

El área en cuestión se ubicó en el sub-proyecto denominado "Villalobos" del Proyecto Reforestación Planificada de la División Forestal. Dicho sub-proyecto se localiza con las siguientes coordenadas:

Latitud norte: $14^{\circ} 33.1'$

Longitud oeste: $90^{\circ} 34.7'$

Tiene una altura sobre el nivel del mar de 1,370.0 m. y la superficie total del experimento de evaluación fué de 6,920 m. La topografía del área considerada se calcula en un 50% quebrada con algunas áreas planas y otras semi-quebradas.

Clima: Según el mapa Climatológico Preliminar de la República de Guatemala, en el sistema Thornthwaite (5), el clima es templado con invierno benigno, húmedo (B2B'Bi). El invierno es seco de acuerdo al tipo de distribución de lluvia.

La cantidad de lluvia registrada oscila al rededor de los 1,200 mm. en un promedio de 95 días de lluvia con temperatura máxima de 27.8°C y mínima de 14.6°C , con una media de 21.2°C (datos proporcionados por el Observatorio

Meteorológico Nacional.)

Suelos: Para este tipo de investigación únicamente se tomaron en cuenta las características físicas de los suelos por ser las más importantes al crecimiento y desarrollo radicular de las plantas.

Según el estudio efectuado por Simmons (12) el área del experimento corresponde a la serie de suelos GUATEMALA.

Los suelos Guatemala son profundos, bien drenados desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cimentadas.

Perfil del suelo: Franco-Arcilloso.

Suelo superficial: A una profundidad de alrededor de 25 cm., tiene textura franco-arcillosa, color café oscuro, con un contenido de materia orgánica alrededor del 4%. La estructura granular está bien desarrollada aunque presenta áreas en donde se ha destruido por la erosión y la acción del sol, de modo que se vuelve duro cuando está seco y plástico cuando está húmedo. La reacción es de mediana a ligeramente ácida con un pH 6.0.

Suelo Adyacente al Superficial: A una profundidad de alrededor de 40 cm. es franco-arcilloso o arcilla de café a café oscura. El contenido de materia orgánica es bajo (0.8%) de estructura cúbica y con un pH de 6.0 a 6.5.

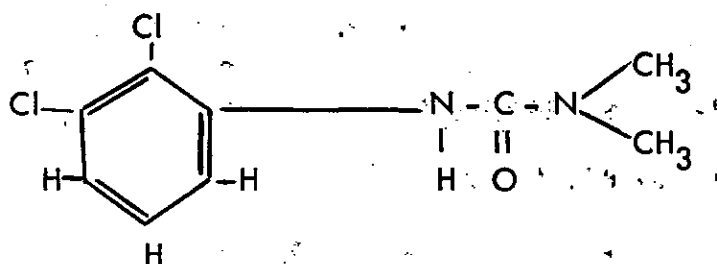
Suelo Sub-superficial: A una profundidad de 100 cm. es arcilla café rojiza. Estructura cúbica y prismática. Friable bajo condiciones óptimas pero es duro cuando está seco y plástico al estar húmedo. Reacción ligeramente ácida con un pH 6.0 a 6.5.-

2.- MATERIAL EXPERIMENTAL

2.1. CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS (8)

KARMEX:

El nombre común del producto activo es Diurón y el comercial es "Karmex" de la casa E.I. du Pont de Nemours and Company. Su fórmula molecular es $C_2H_{10}Cl_2N_2O$



El peso molecular es 233.1

Estado físico: Inoloro, blanco, sólido cristalino.

Punto de mezcla: 158 - 159° C.

Presión de vapor: 0.31×10^{-5} mm. de Hg. a 50° C

Solubilidad: en acetona, bencina, estearato butírico y en agua.

Uso herbicida: Actúa sobre una gran mayoría de malezas, tanto gramíneas como de hoja ancha.

Aplicación: Se usa para el control selectivo de malas hierbas en preemergencia y cuando ésta ya ha crecido 5 cm., como postemergente. Se obtiene mejor resultado agregándole adherentes. Su mayor efectividad es en preemergencia

o antes de que la mala hierba empiece a crecer.

Observaciones: No es inflamable, ni corrosivo, se puede mezclar con otros herbicidas.

Comportamiento Bioquímico: El diurón es mas fácil de absorberse por la raíz y con menor cuantía por el follaje.

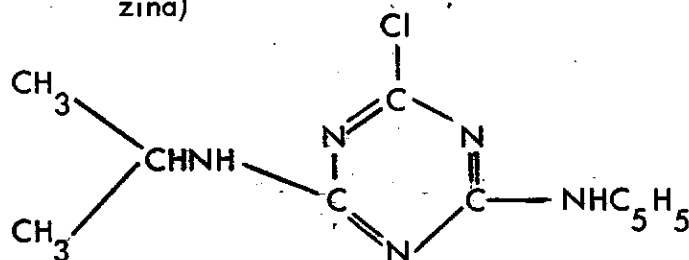
Comportamiento en los suelos: Su absorción se aumenta dependiendo de la cantidad de arcilla y /o contenido de materia orgánica en los suelos. Con arcillas de mayor capacidad de intercambio el suelo absorbe más diurón que con las de baja capacidad.

GESAPRIM 80:

Su producto activo es ATRAZINA y tiene varios nombres comerciales como Atrazina 80W; Atratul 8P; Gesaprim, siendo este último distribuido por la casa J.R. Geigy, S.A. de Suiza.

Su fórmula estructural y molecular es:

$C_2H_{14}ClN_5$ (2-cloro-6-isopropilamino-4-etilamino-triazina)



Su peso molecular es de 251.7 y es blanco, sólido cristalino.

Punto de mezcla: 174° C.

Solventes: Cloroformo, metanol, éter de petróleo y relati-

vamente en agua a 27° C; a más altas temperaturas (85° C) ya es más soluble en éste solvente.

Plantas que controla: Atrazina es un producto herbicida selectivo para controlar malas hierbas de hoja ancha y gramíneas. Se usa también como no selectivo en terrenos sin cultivos tales como los que se dedican a reforestación.

Aplicación: Depende del tipo de maleza que se desea controlar. Su mejor uso es como preemergente hasta antes de que las malas hierbas tengan una altura de 3 cm. El método de aplicación como postemergente también es efectivo, aunque menos usado. Su mayor efecto se obtiene al aplicarlo con tiempo húmedo. Su dilución se hace en agua pura teniendo presente que debe agitarse constantemente para mantener la suspensión física.

Precauciones: En dosis muy elevadas puede haber incompatibilidad con otros herbicidas; no es corrosivo; sensible a la luz solar y a altas temperaturas. Muy estable por algunos años en condiciones apropiadas de almacenamiento.

Propiedades bioquímicas: Si absorción es a través de la raíz y en menor cuantía por el follaje.

Después de haber sido absorbido por las plantas se traslada a Xileno y se acumula en el meristemo apical. Además contiene otro mecanismo de acción que es el de inhibir la fotosíntesis.

Comportamiento en los suelos:

Atrazina tiene mejor facilidad de ser absorbido en suelos francos o arcillosos con alto contenido de materia orgánica. La penetración está limitada por las diferentes constituciones del suelo. Atrazina nunca penetra a mayor pro-

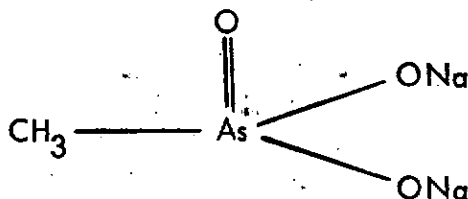
fundidad de 30 cm. aún después de varios años de aplicación continua.

A - 1862:

Es un herbicida del que no se tiene todavía literatura, - debido a que está siendo usado actualmente en vía experi- mental, por lo que sólo se dirá que pertenece a la casa J. R. Geigy, S.A. de Suiza.

DACONATE:

Es un herbicida cuya fórmula molecular es $\text{CH}_3\text{AsNa}_2\text{O}_3$ y fórmula estructural como sigue:



Peso molecular: 183.9

Uso como Herbicida: Controla a gran gama de malas hierbas; siendo su mayor uso como selectivo, para malezas de hoja ancha y gran número de gramíneas. Es un herbicida post emergente. Se aplica en rociaduras mezclado con agua en la que es bastante soluble, y se acostumbra mezclarlo con alguna pequeña porción de adherente para asegurar un mejor contacto con la superficie de las malezas.

Observaciones: No es muy inflamable; cuando se mezcla - con agua precipita a las sales de Mg y Ca volviendo -

se inactivo su efecto herbicida. Es medianamente corrosivo.

Características Bioquímicas: Completamente estable bajo las condiciones normales de almacenamiento. Tiene alguna acción fungicida.

Absorción dependiendo del tipo de suelo: Es prácticamente inactivo en suelos de bajo intercambio catiónico. No se descompone ni volatiliza por la luz solar.

- 2.2. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES FORESTALES

CIPRES COMUN:

Su nombre científico es *Cupressus lusitánica*, Miller. Pertenece a la familia Pinaceae, cupressaceae. (10) En lo que respecta a su origen, no se puede determinar, ya que es prácticamente indefinido (1). Se cultiva en tierras profundas y húmedas de montaña, hasta los 3,000 m. de altura y prefiere a los climas de regiones templadas, cálidas y húmedas ya que no es muy resistente a las sequías (10).-

Es especie de muy buena producción maderable, por lo que es objeto de constante aprovechamiento en el altiplano de Guatemala, donde crece en mayor abundancia. Se trata de un árbol hermoso que alcanza en 30 años de 30 a 40m. de altura, con 1.5 m. por año de crecimiento. (1) La producción de semillas es muy abundante y el árbol comienza a producir frutos después de los ocho años. La semilla propiamente es de regular poder germinativo, alcanzando en condiciones óptimas hasta un 70%. En un Kg. se tiene como mínimo 440,000 semillas. En Guatemala se acostumbra a sembrarla primeramente en almácigos y trasplantándola después al campo a los seis meses cuando las raíces tienen una longitud de 7.8 cm. y el follaje 10.5 cm. En donde las

condiciones ecológicas son óptimas, la plantación se hace a raíz desnuda. A los tres meses de estar establecida la plantación, o sea a los nueve meses de edad de la planta, la raíz ha alcanzado una longitud de 11.2 cm. y el follaje de 13.6 cm.

PINO MONTEZUMA

También se le conoce con el nombre de Pino de Ocote, y su nombre científico es *Pinus montezumae*, Lambert. (2)

Su distribución geográfica comprende las zonas montañosas de Rabinal y en la región oriental, aunque es muy abundante en San Marcos, Chimaltenango y otros lugares del altiplano de Guatemala desde los 900 m. a los 2,200 m. de altura sobre el nivel del mar. (1) Arbol de gran altura, alcanza 35 m., crece bien en suelos oscuros aluviales y profundos. Resistente a las sequías. Aparece en una faja con temperatura de 10° a 20° C; muy resistente a las heladas(2). Se siembra en cajas semilleros y a los cuatro meses está lista para trasplantarla a bolsas plásticas. Cuando la planta llega a los seis a siete meses se puede trasplantar en el campo. Para esta época, la raíz tiene una longitud de 8.5 cm. como promedio y a los diez meses ha alcanzado ya los 12 cm.

Se emplea en grandes cantidades como madera de construcción y para la confección de muebles corrientes. Debido a su riqueza en resina, se le explota para la elaboración de esencia de trementina y derivados. Anualmente se exportan varios miles de metros cúbicos de ésta madera.

CEDRO DE ALTURA

Su nombre científico es *Cedrella pacayana* y es una especie de mucho valor en nuestro medio por tratarse de una

madera de primera, por lo que su propagación redundará en beneficio de la economía nacional (1). Se le encuentra de los 800 a los 1800 m. de altura y su hábitat preferido es la zona de antigua Guatemala. Es una especie latifolia caducifolia de crecimiento rápido y el diámetro fluctúa entre los 80 y 150 cm. Alcanza una altura de 30 m. Su fruto es una cápsula ovoide de 4 cm. de largo, dehiscente (1). La semilla germina a los 10 días logrando un porcentaje de germinación del 80%. De hacerse los semilleros a principios de febrero se pueden trasplantar al lugar definitivo en junio. Para tal fecha, la raíz tiene una longitud total media de 18 cm. y a los tres meses de trasplantada alcanza de 28 a 30 cm. y su follaje llega hasta 40 cm. El procedimiento de hacer semilleros resulta económico ya que se trasplanta a raíz desnuda o escoba.

MATILISGUATE

Su nombre científico es *Tabebuia pentaphylla*, L. de la familia Bignoniaceae. Se encuentra desde los 500 m. hasta los 1600 m. de altura sobre el nivel del mar, aunque suele existir en zonas como Escuintla o más bajas aún, a 100 m. de altura.

Prefiere los suelos arenosos bien drenados, aunque tolera bien terrenos calcáreos, degradados, arcilla degradada y suelos pobres. Crece bien en terrenos de clima húmedo con 2500 mm. de precipitación y una temperatura de 25° C.

Su crecimiento inicial en viveros es lento, ya que en los primeros tres meses solo alcanza 8 cm. de altura, aunque con buenos cuidados, a los seis o siete meses (época de trasplante al lugar de plantación), su follaje puede llegar a los 30 o 40 cm. y las raíces se profundizan a 26-31 cm. A los 10 meses alcanza una profundidad de 43 cm. como promedio

y el follaje llega a una altura de 50-55 cm; se han presentado casos en que obtiene una altura de 3 m. en 13 a 14 meses.

3. METODOLOGIA

a) Los herbicidas y las dosis usadas en el experimento se muestran a continuación en el Cuadro No. 1 adjunto.

CUADRO No. 1

TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES SEGUN LOS HERBICIDAS Y DOSIS USADAS

HERBICIDAS	DOSIS "A"	DOSIS "B"
1) KARMEX	A) 1 Kg./Ha	B) 2 Kg./Ha.
2) GESAPRIM 80	A) 1 Kg./Ha	B) 2 Kg./Ha.
3) A - 1862	A) 1 Kg./Ha	B) 2 Kg./Ha.
4) DACONATE	A) 1 gal./Ha.	B) 2 gal./Ha.

b) Se empleó en las labores de aspersión una bomba de mochila marca SAVAL de 17 litros de capacidad provista de empaques de hule sintético. La presión de funcionamiento que se mantuvo fue de 2. Kg. Boquillas aspersoras de tipo cono hueco.

c) Las concentraciones de aplicación se hicieron con la menor dosis en la primera aplicación y la mayor a continuación, de manera que no interfirieran los posibles residuos en

la tubería de la bomba.

d) Al cambiar de herbicida fueron lavadas perfectamente la bomba y la tubería con agua y jabón, a fin de evitar interacción de herbicidas de diferentes marcas.

e) La concentración del producto químico a aplicarse por parcela se calculó así:

Producto	Dosis A	Dosis B
1) Karmex	10.8 g.	21.6 g.
2) Gesaprim 80	10.8 g.	21.6 g.
3) A-1862	10.8 g.	21.6 g.
4) Daconate	42 ml.	84 ml.

Todas ellas fueron diluidas en 34 l. de agua pura después de haber calibrado el equipo y comprobado que con ello se cubría el área provista para cada parcela.

f) La siembra de la planta en el campo definitivo después de haber hecho el sorteo de su distribución en especie por parcela, y dado el diseño experimental, fué hecho el día 15 de mayo de 1969.

g) La aplicación del producto químico se hizo el día 18 de mayo del mismo año y se comprobó que el viento era predominante norte de 20 Km/h. y la temperatura de 18° C. a las primeras horas del día (7 a.m.), hora en que se empezó a aplicar el herbicida. Dicha aplicación fue dirigida, es decir que se cubría la planta con una campana con el objeto de protegerla.

h) Análisis estadístico: Cada parcela experimental se determinó de un tamaño de 18 x 6 m. y en cada una de ellas - un total de 30 plantas sembradas a tresbolillo de 2 m. de distancia. Como se iban a aplicar cuatro diferentes productos a dos dosis con cuatro diferentes especies forestales, se necesitaron 32 parcelas demostrativas.

Se eligió un diseño experimental de BLOQUES IRRESTRICTAMENTE AL AZAR, dadas las condiciones del experimento se optó por hacer dos repeticiones, por lo que como resultado final se obtuvo un total de 64 parcelas en un área de 6920 m². Cada parcela se delimitó con cercos de lazo con el objeto de evitar confusiones a la hora del recuento.

i) El resumen del experimento es así: Después de la siembra y la aplicación de herbicidas se dejó pasar un total de 75 días (1o. de agosto) para efectuar el conteo de planta forestal muerta por toxicidad debida al herbicida. Para tal efecto, se realizaron tres visitas con el fin de observar los procesos de desarrollo tanto de la mala hierba como de la planta forestal. Se presume que durante este tiempo hubo la suficiente precipitación como para poderse obtener ya resultados fidedignos del ciclo de la aplicación de herbicidas y su efecto. Los conteos se realizaron sobre la planta muerta y no se evaluó a la maleza muerta debido a que por tratarse de un primer experimento lo que se necesitaba averiguar era la selectividad del producto herbicida.

V. RESULTADOS EXPERIMENTALES

El resultado de los conteos de mortalidad de planta forestal debida a la aplicación de los diferentes herbicidas se muestran en el cuadro inserto a continuación.

CUADRO No. 1

PORCENTAJES MEDIOS DE MORTALIDAD DE PLANTA FORESTAL CAUSADA POR
LOS HERBICIDAS

Producto Especie	Karmex	Gesaprim 80	A-1862	Daconate	Promedio
CIPRES	10.2	14.2	8.8	9.5	10.6
PINO	10.7	10.2	6.2	5.8	8.1
CEDRO	14.4	21.2	17.1	1.0	9.3
MATILISGUATE	8.1	18.3	13.4	1.6	9.2
Promedio	10.8	15.8	8.7	3.8	

Las plantas muertas promedio, expresadas en porcentaje, debido a las dos diferentes dosis por cada producto están mostradas en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 2
PORCENTAJE MEDIO DE MORTALIDAD DEBIDO A LAS DOS
DIFERENTES DOSIS DE PRODUCTO HERBICIDA

Producto Dosis	KARMEX	GESAPRIM 80	A-1862	DACONATE	Promedio
DOSIS A	10.9	12.3	8.6	5.4	9.1
DOSIS B	10.7	19.6	8.7	2.5	9.4
Promedio	10.8	15.8	8.7	3.8	

Los efectos traducidos en porcentaje medio de planta muerta por especie forestal, ocasionada por las dos diferentes dosis observan en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 3

PORCENTAJE MEDIO DE PLANTA MUERTA POR ESPECIE
CAUSADA POR LAS DOSIS

Especie \ Dosis	Dosis		Promedio
	A	B	
CIPRES	9.1	12.2	10.6
PINO	8.5	7.7	8.1
CEDRO	9.6	8.9	9.3
MATILISGUATE	9.4	9.1	9.2
Promedio	9.1	9.4	

Con esta información de porcentajes medios de planta muerta por la aplicación del herbicida, -previamente transformada a grados de arco seno para poder ser operados estadísticamente- se puede obtener un análisis crítico sobre el efecto de los tratamientos por medio del Análisis de Variancia presentado en el cuadro siguiente.

ANALISIS DE VARIANCIA DEL PORCENTAJE DE PLANTA FORESTAL MUERTA

FUENTE DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F Calcu- lada.	F Tabu- lada.	
TOTAL	63	2,560.01				
I. Tratamientos	31	2,369.14	76.42	12.82	1.84	**
1. Especies	3	48.12	16.04	2.69	2.92	
2. Productos	3	1,232.14	206.12	34.58	2.92	**
a. (K+G.80) vrs (A+D)	1	807.48	807.48	135.48	4.17	**
b. K vrs G. 80	1	145.52	145.52	24.42	4.17	**
c. A vrs D	1	279.13	279.13	46.83	4.17	**
3. Dosis	1	1.57	1.57	0.26	4.17	
4. Productos x Dosis	3	209.10	69.70	11.69	2.92	**
5. Especies x Productos	9	695.80	77.31	12.97	2.21	**
6. Especies x Dosis	3	37.96	12.65	2.12	2.92	
7. Esp. x Prod. x Dosis	9	144.45	16.05	2.69	2.21	**
II. Error	32	190.87	5.96			

(* *): Altamente significativo al nivel de 5% de Probabilidad

Del anterior análisis de variancia, comparándolo a los cuadros que le anteceden con el objeto de interpretar los resultados, se puede observar que: Los cuatro productos produjeron efectos similares en las cuatro especies. Las diferencias que pueden existir se deben únicamente a los productos en sí.

Entre productos, el análisis de variancia nos dice que existe una alta diferencia significativa, ya que todos difieren estadísticamente entre sí. Eso se puede ver claramente en el cuadro No. 1; aquí observamos que la mayor mortalidad obtenida fue debida al producto Gesaprim 80 con un promedio de 15.8%, le siguen en su orden Karmex con 10.8%, A-1862 con 8.7% y por último Daconate con 3.8% que fue el que produjo la menor mortandad.

La interacción de especies por productos es también altamente significativa; esto nos dice que analizándolo el efecto de cada producto en particular, fué diferente según la especie. Por ejemplo, en el caso del Karmex la mayor sensibilidad la tuvo el cedro con un 14.4% de muerte y la menor el matilisguate con 3.1%. Con el Gesaprim 80 la mayor sensibilidad fue igual para la especie cedro que tuvo un 21.2%, sin embargo la menor la tuvo el pino con un 10.2% de muerte. Con el producto A-1862 se observó la mayor sensibilidad con el matilisguate y la menor con el pino. En el último caso, el Daconate, se puede ver que el ciprés fue el más afectado con un 9.5% y el menor fue el cedro con 1.0 %.

En general, entre las dos dosis no se obtuvo diferencia significativa, lo que nos dice que tanto a la dosis menor, como a la mayor, la respuesta es casi la misma.

En el caso de la interacción de producto por dosis, se puede decir, basados en el análisis de variancia, que

nos indica diferencia altamente significativa: No todos los productos responden de igual forma a la misma dosis.

La interacción de especie por dosis no es significativa, con lo que deducimos que las especies manifestaron un grado de mortalidad a cada uno de los productos independientemente de las dosis.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

Analizando lo anteriormente expuesto se puede concluir con que no se puede aplicar un solo producto para todas las especies aquí evaluadas, ya que se nota que con cada uno, la especie se comporta de un modo distinto en cuanto a su respuesta a la aplicación del herbicida. Esto es muy interesante para tener el cuidado de no aplicar un determinado producto herbicida en todas las especies forestales sino que es necesario que exista un previo estudio al respecto con cada especie en particular.

Es mas importante aún el hecho de la evaluación del control que existió en el campo sobre las malezas por cada producto herbicida, ya que es aquí, en donde se deben de encauzar todas las posibles recomendaciones a fin de tener, además de un efectivo control de malezas, una selectividad apropiada del producto herbicida sobre la planta forestal.

Al momento de la evaluación en el campo de la planta forestal que se vió afectada por la aplicación de los determinados productos herbicidas, pudo comprobarse que los herbicidas DACONATE y KARMEX eran los que mejores resultados de control de mala hierba estaban dando. Se pudo establecer que había una invasión que oscilaba entre un 50 y 60% de malas hierbas creciendo en competencia con las plantas forestales en mención. Este porcentaje de mala hierba, así como el tamaño de la misma, son bastante elevados lo que se puede concretar en que se puede disminuir esta invasión aumentando la dosis, ya que posiblemente las que se estudiaron en esta investigación no fueron suficientes. Las dosis aquí estudiadas fueron adoptadas de acuerdo con las experiencias personales obtenidas en la aplicación de herbicidas en Viveros Forestales, cuyo resultado satisfactorio ha de haberse debido al diferente estado de desarrollo de

las malas hierbas en el Vivero (jóvenes) y en el campo(adultas).-

Otro posible factor que influyó en el crecimiento de la mala hierba fué la lluvia que pudo haber lavado el herbicida de la superficie foliar de la misma, ya que únicamente fue disuelto en agua sin agregarle ningún adherente a la solución. Esto lógicamente, ocasiona que la mala hierba desarrolle un normal crecimiento al verse libre del producto herbicida que, al ser aplicado en post emergencia tal y como se hizo en este estudio, su acción es por contacto.

VII. RECOMENDACIONES

Basados en el análisis estadístico y en la discusión de los resultados obtenidos en la evaluación de los herbicidas estudiados, se puede hacer las siguientes recomendaciones.

1.- De acuerdo con los resultados obtenidos estadísticamente sobre la planta forestal muerta y de la evaluación ocular en el campo sobre la intensidad de la invasión de la mala hierba, se puede recomendar al producto de marca comercial DACC NATE como el que mejores resultados dió, tanto en menor número de planta forestal muerta, como en mayor control de la mala hierba. La dosis usada más efectiva fué de 2 gal/Ha, aunque se deben de probar otras más altas, en cuyo caso deberá hacerse un análisis económico en lo que respecta a costos.

2.- Es de gran importancia el hecho de que siempre que se aplique el herbicida en el control de las malas hierbas que crecen en campos destinados a plantar especies forestales, se haga con adherentes, con el objeto de que la solución no sea lavada por las lluvias de la superficie foliar de la planta que se desea controlar. Se puede recomendar el uso del aceite diesel, con lo que se asegura que los resultados a obtener serán mejores. Con la adición de este producto se evita también que las gotas de lluvia por salpicaduras o arrastre, pongan al herbicida en contacto con la planta forestal, lo cual provocaría mayor porcentaje de muerte en ésta.

3.- Dado a que estos estudios son iniciales para la evaluación del uso de herbicidas en plantaciones forestales, y a que los resultados obtenidos demuestran que es necesario recabar mayor información que nos oriente

a su uso más efectivo, se recomienda lo siguiente:

a.- Efectuar estudios en mayor número de especies forestales, como por ejemplo en Palo Blanco, Cao-ba, Conacaste y otros.

b.- Es importante ver si las condiciones de zonas ecológicas diferentes a la que se estudió, son influyentes en los resultados.

c.- Hacer estudios de la aplicación de dosis más altas que las que se evaluaron en esta investigación. Es casi seguro que a dosis mayores se obtenga un control más efectivo sobre las malas hierbas, por todos los productos que se investigaron.

d.- Evaluar otros herbicidas que contengan diferentes ingredientes activos a los que se evaluaron en el presente trabajo.

4.- En lo referente a la aplicación es importante hacer mención que, para ahorro de tiempo y jornales de trabajo, resultaría efectivo hacer la aplicación antes del transplante de la planta forestal a su lugar definitivo; con esto se evitaría que por hacer la aplicación dirigida - es decir, cubriendo la plantita a fin de evitar que la niebla herbicida la afecte- se pierda más tiempo y resulte más cara.

5.- Otro dato que se recomienda investigar, es el poder residual del herbicida en el control de la mala hierba, ya que si este llega a ser largo, es decir de varios meses, evitaría que se hicieran varias aplicaciones lo que redundaría en un beneficio económico.

6.- Al tener ya todos los datos anteriores: Producto,

dosis adecuada, adición de productos como el aceite diesel, valor de la aplicación, y otros, se pueden establecer los costos como resultado definitivo y ver si resulta o no económica la aplicación de herbicidas en plantaciones forestales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Literatura Citada y Consultada

1. Aguilar Cumes, C.A. "Datos Dendrológicos y Botánicos de Especies Guatemaltecas". Guatemala. Inédita. s.f.
2. Aguilar G., J. Ignacio. "Pinos de Guatemala". Guatemala, Ministerio de Agricultura. Folleto de la 4a. Reunión Forestal Latinoamericana. 1961.
3. Estrada H., Ronald E. "Contribución a la Evaluación de Herbicidas para el Control del Sorghum halapense en Plantaciones de Caña de Azúcar". Guatemala, Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía, 1965. (Tesis Ing. Agr.).
4. Lee, Ling. "Hormonas Herbicidas". Boletín de Estudios Agropecuarios No. 13. Roma-FAO, 1965.
5. Obiols del Cid, Alfredo. "Mapa Climatológico Preliminar de la República". Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1966. (Tesis de Ing. Civil).
6. Osborne, Thomas. "Enfermedades de las Plantas y la Mala Hierba en los Átomos y la Agricultura". E.E. U.U. División de Información Técnica de la Comisión de Energía Atómica. 1963, p.p. 10-13.
7. Ostle, Bernard. "Statistics in Research". 2a. ed. Iowa State College, 1956. pp. 174, 197, 232.
8. Parker, Marion. "Herbicide Handbook". New York, Weedsociety of America, 1967. pp. 56, 104, 188.

9. Rivera H., Antonio. "Control Químico de las Malezas". Chapingo, México. Folleto Técnico No. 3. 1962. p. 245.
10. Roma-FAO. "Prácticas de Plantación Forestal en América Latina". 2a. ed. Roma, 1966. p. 499.
11. Robbins A. Wilfred y otros. "Destrucción de Malas Hierbas". 2a. ed. traducida por J.L. de la Loma. México, U.T.E.H.A., 1955. p. 531.
12. Simmons, Charles S.; Tárano, José M., y Pinto, J. H. "Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala". Guatemala, Ministerio de Educación Pública. Ed. José de Pineda Ibarra, 1959.
13. Wrigley, Gordon y otros. "Agricultura tropical". México, Ed. C.E.C.S.A., 1962. pp. 130-135.

Vo. Bo.:

(f) Palmira R. de Quan
Bibliotecaria.

IX. APÉNDICE

Se adjuntan los cuadros con los porcentajes de planta muerta por cada uno de los productos en sus dos respectivas dosis y en cada una de las repeticiones del experimento. También se indican los datos obtenidos de estos porcentajes transformados a grados (arco seno), datos que sirvieron de base para llevar a cabo el análisis estadístico.

CUADRO No. 1

CIPRES COMUN

CIPRES COMUN		PORCENTAJE		GRADOS (ARCO SENOS)	
PRODUCTO	DOSIS	1a. re- petición	2a. re- petición	1a. re- petición	2a. re- petición
KARMEX	A	8.2	7.8	16.64	16.22
	B	14.2	11.1	22.14	19.46
GESAPRIM 80	A	16.4	8.1	23.89	16.54
	B	18.5	14.8	25.48	22.63
A - 1862	A	5.6	12.2	13.69	20.44
	B	7.6	10.4	16.00	18.81
DACONATE	A	10.0	6.0	18.44	14.18
	B	10.2	12.3	18.63	20.53

CUADRO No. 2

PINO MONTEZUMAE

PINO MONTEZUMAE		PORCENTAJE		GRADOS (ARCO SENOS)	
PRODUCTO	DOSIS	1a. repetición	2a. repetición	1a. repetición	2a. repetición
KARMEX	A	14.2	10.0	22.14	18.44
	B	9.0	10.0	17.46	18.44
GESAPRIM 80	A	7.4	8.0	15.79	16.43
	B	14.1	12.2	22.06	20.44
A-1862	A	6.6	8.4	14.87	16.85
	B	7.1	3.2	15.45	10.31
DACONATE	A	8.3	6.0	16.74	14.18
	B	5.1	4.2	13.05	11.83

CUADRO No. 3

CEDRO DE ALTURA					
CEDRO DE ALTURA		PORCENTAJE		GRADOS (ARCO SENOS)	
PRODUCTO	DOSIS	1a. repetición	2a. repetición	1a. repetición	2a. repetición
KARMEX	A	15.2	16.1	22.95	23.66
	B	12.9	13.4	21.05	21.47
GESAPRIM 80	A	20.2	10.6	26.71	19.00
	B	28.1	28.5	32.01	32.27
A-1862	A	8.0	6.6	16.43	14.89
	B	6.7	7.2	15.00	15.56
DACONATE	A	2.5	4.2	9.10	11.83
	B	0.1	0.0	1.81	0.00

CUADRO No. 4

MATILISGUATE

MATILISGUATE		PORCENTAJE		GRADOS (ARCO SENOS)	
PRODUCTO	DOSIS	1a. re- petición	2a. re- petición	1a. re- petición	2a. re- petición
KARMEX	A	8.0	9.0	16.43	17.46
	B	7.1	8.6	15.45	17.05
GESAPRIM 80	A	18.4	12.4	25.40	20.62
	B	26.3	17.3	30.85	24.58
A - 1862	A	12.6	10.2	20.79	18.63
	B	16.5	14.6	23.97	22.46
DACONATE	A	6.0	2.4	14.18	8.91
	B	0.1	0.6	1.81	4.44

Edgar Alfredo Paniagua Urdiales.

Vo. Bo.:

(f) Ing. Agr. Fernando Luna O.
A s e s o r.

IMPRÍMASE:

(f) Ing. Agr. René Castañeda Paz
D e c a n o.

Se terminó de imprimir el día 21 de agosto de 1969,
en El Centro de Producción de Materiales de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Una tirada de 100 ejemplares.

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica.

LIBRO No. 142

Orden No. 289

Centro de Producción de Materiales
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis