

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL EFECTO FUNCIGIDA DE COLA DE CABALLO (Equisetum arvense)
EN ARVEJA CHINA (Pisum sativum) Y SU ACCION
SOBRE EL RENDIMIENTO.

(INVESTIGACION TEMATICA)

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MARITZA JUDITH GOMEZ Y GOMEZ DE ESCOBAR

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, julio de 1993.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

OL
01
T(4422)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Alfonso Fuentes Soria

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- | | |
|-------------|---------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Agr. Efraín Medina Guerra |
| Vocal 1o.: | Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales |
| Vocal 2o.: | Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes |
| Vocal 3o.: | Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz |
| Vocal 4o.: | Br. Milton Abel Sandoval Guerra |
| Vocal 5o.: | Br. Juan Gerardo De León Montenegro |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy |

Guatemala, Julio de 1,993.

Honorable Junta Directiva,
Honorable Tribunal Examinador,
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DEL EFECTO FUNGICIDA DE COLA DE CABALLO (Equisetum arvense) EN ARVEJA CHINA (Pisum sativum) Y SU ACCION SOBRE EL RENDIMIENTO.

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado, esperando merezca su aprobación.

Respetuosamente;


Maritza Judith Gómez y Gómez

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por sus múltiples bendiciones.
A mis padres	Alberto Odilio Gómez Urrutia Justina Lidia Gómez de Gómez
A mis hermanos	Randolfo Rafael, Mirza Xiomara y Axel Odilio
A mis sobrinos	Rodrigo José y María José
A mis abuelos	Rafael Gómez (Q.E.F.D.) Tereza de Jesús González (Q.E.F.D.) Soledad Urrutia
A mi esposo	Jorge Raúl Escobar Salazar
A mis hijos	Jorge Raúl, David Alberto y Andrés Salvador
A mis suegros	René Escobar Berta Lydia de Escobar
A mis cuñados	Mabel, Luis René y Julio Daniel

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Agronomía

A San Luis Jilotepeque, Jalapa

A mis catedráticos, compañeros y amigos

AGRADECIMIENTOS

EN EL PRESENTE DOCUMENTO QUIERO EXPRESAR MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA HICIERON POSIBLE LA EJECUCION DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION, ESPECIALMENTE A:

Ing. Agr. Gustavo Alvarez V.
Por su valiosa colaboración y apoyo durante el desarrollo de la investigación y elaboración del documento.

Ing. Agr. Edil Rodriguez
por su asesoría, y sugerencias manifestadas durante el desarrollo del presente trabajo.

Ing. Agr. Jorge Raúl Escobar
por su apoyo moral y asesoría durante la ejecución de la investigación.

Ing. Civil Mirza Xiomara Gómez y Gómez
por su apoyo en la elaboración del presente documento.

La empresa Agroexportadora PLANTERRA,
por haber proporcionado los terrenos en donde se ubicó el ensayo experimental

El programa de Investigación Agrícola de la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales por su colaboración prestada para la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Página
Contenido General	vii
Indice de Figuras	ix
Indice de Cuadros	x
RESUMEN	xii
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	3
3. Marco Teórico	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.1.1 El cultivo de la arveja china (<u>Pisum sativum</u>)	4
3.1.2 Las cenicillas	9
3.1.3 La Cola de Caballo (<u>Equisetum</u> <u>arvense</u>)	10
3.1.4 El azufre	13
3.1.5 Contaminación por químicos	15
3.2 Marco Referencial	16
3.2.1 Ubicación Geográfica	16
3.2.2 Extensión y Límites	16
3.2.3 Accesibilidad	17
3.2.4 Factores biofísicos	17
3.2.4.A Relieve	17
3.2.4.B Suelos	17
3.2.4.C Capacidad de uso de la tierra	18
3.2.4.D Uso actual de la tierra	19
3.2.4.E Intensidad de uso	19
3.2.4.F Factores Limitantes	19
3.2.4.G Zona de vida	19
3.2.4.H Clima	20
4. Objetivos	21
5. Hipótesis	22
6. Metodología	23
6.1 Epoca de aplicación y concentraciones de los productos fungicidas.	23
6.2 Preparación del extracto de <u>Equisetum</u> <u>arvense</u>	23
6.3 Diseño Experimental	23
6.4 Unidad Experimental	24
6.5 Variable respuesta	24

6.6 Manejo del experimento	25
7. Resultados y discusión	27
7.1 Rendimiento Total	27
7.2 Rendimiento de vainas exportables	29
7.3 Análisis económico	31
7.4 Severidad de la enfermedad	35
8. Conclusiones	36
9. Recomendaciones	37
10. Bibliografía	38
11. Apéndice	40

INDICE DE FIGURAS

		Página
1 "A"	Morfología del Equisetum sp.	41
2 "A"	Distribución de los tratamientos y bloques en el diseño experimental	42
3 "A"	Modelo y tamaño de parcela para cada tratamiento	43
4 "A"	Escala diagramática de severidad de cenicilla en porcentaje de área foliar dañada.	44
5 "A"	Efecto de los fungicidas sobre la severidad de cenicilla (Erysiphe sp)	45
6 "A"	Efecto de fungicidas para el control de cenicilla sobre el rendimiento en arveja china	46

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Exportaciones de arveja china para los años 1975 a 1977.	5
2. Producción de arveja china para los años 1983 a 1988.	5
3. Superficie cultivada período 1983 a 1987.	6
4. Producción de arveja y su valor en Quetzales, Período 1989-1991.	6
5. Características de los suelos del parcelamiento.	18
6. Rendimiento total en Kg/Ha de los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicientilla en arveja china.	27
7. ANDEVA para el rendimiento total de los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicientilla en arveja china.	28
8. Prueba de Tukey para el rendimiento total evaluando el efecto de seis tratamientos fungicidas en el control de la cenicientilla en arveja china.	28
9. Rendimiento en Kg/Ha de vainas aptas para la exportación.	29
10. Análisis de varianza para el rendimiento de vainas aptas para la exportación.	30
11. Prueba de Tukey para el rendimiento de vainas aptas para exportar.	31
12. Cantidad y valor de cada producto aplicado en el control de la cenicientilla en arveja china.	32
13. Presupuesto parcial de los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicientilla en arveja china.	32
14. Análisis de dominancia para los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicientilla.	33
15. Análisis marginal para los tratamientos no dominados en el control de la cenicientilla en arveja china.	34

16A Número de aplicaciones y cantidades gastadas de los productos evaluados en el control de la cenicilla.

47

17A Porcentaje de severidad de cenicilla en arveja china, por producto evaluado.

47

EVALUACION DEL EFECTO FUNGICIDA DE COLA DE CABALLO (Equisetum arvense) EN ARVEJA CHINA (Pisum sativum) Y SU ACCION SOBRE EL RENDIMIENTO.

EVALUATION OF THE FUNGICIDE EFFECT OF COLA DE CABALLO (Equisetum arvense) IN ARVEJA CHINA (Pisum sativum) AND HIS EFFECT ON PRODUCTION.

RESUMEN

El cultivo de arveja china há sido a partir de 1975 uno de los principales productos de exportación proporcionando divisas al país; sin embargo es atacado por múltiples plagas que hacen elevar los costos de producción debido al control que debe efectuarse, aplicando grandes cantidades de productos químicos con la consiguiente contaminación al ambiente. En tal virtud, se realizó la presente investigación evaluando el efecto del control sobre la cenilla de tres extractos de Equisetum, un producto a base de azufre humectable y uno a base de azufre flovable, en el parcelamiento La Alameda, departamento de Chimaltenango como alternativa natural para el control de la cenicilla.

Los productos evaluados fueron Thiovit (azufre en polvo) a razón de 1.5 kg/ha, Elosal (azufre líquido) con 0.75 lt/ha y tres concentraciones de Equisetum (0.78, 0.52, 0.26 kg/ha) como alternativa natural para el control de la cenicilla. El diseño experimental fue bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo las variables respuesta: rendimiento bruto y neto, severidad de la enfermedad y costo de los productos evaluados.

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento que presentó un rendimiento mayor fué Thiovit, seguido por Elosal; sin embargo ambos

son estadísticamente similares, dando la misma respuesta.

En cuanto al producto natural, el que presentó un mayor rendimiento fué Equisetum 0.78 kg/ha, seguido de Equisetum 0.52 kg/ha y para determinar que tratamiento tienen una mayor relación beneficio-costo se efectuó un análisis económico, concluyendo que el producto natural Equisetum 0.52 kg/ha, es el mejor, siendo su acción de tipo preventivo. Por lo tanto se recomienda la realización de evaluaciones variando los intervalos de aplicación del Equisetum y pruebas de combinación de productos químicos y naturales.

1. INTRODUCCION

El parcelamiento La Alameda, en Chimaltenango, se caracteriza por el minifundismo, siendo los principales cultivos del lugar, los granos básicos para el consumo familiar. A raíz del establecimiento del sistema de riego por aspersión, se han introducido cultivos de exportación, especialmente hortalizas entre las que sobresale la arveja china (Pisum sativum) por su rentabilidad y capacidad de ser cultivada en pequeñas áreas.

A partir de 1975 se inicio en Guatemala la siembra de arveja china, sembrándose para entonces 4.20 Hectáreas; para 1980 éste cultivo se había constituido en uno de los más importantes en el país, generando divisas y fuentes de trabajo, siendo una alternativa económica para los agricultores del altiplano central de Guatemala. En 1990 en el periodo enero-abril, se logró producir 3,656,601.86 Kilogramos, lo que representó Q 11,359,730.57.

Sin embargo la producción de arveja china es afectada por varias enfermedades, entre las cuales sobresale la cenicilla (Erysiphe pisi) y dada la importancia que el cultivo ha adquirido en la región, los agricultores se ven en la necesidad de usar grandes cantidades de fungicidas, lo que ocasiona aumento en los costos y en los porcentajes de residualidad de los productos químicos en el producto final, teniéndose como consecuencia problemas en la comercialización y cancelación de los contratos de exportación; debido a las normas de calidad impuestas por la Agencia de protección de los Estados Unidos, normas que exigen productos sanos y con bajas cantidades residuales de productos químicos, es necesario plantear alternativas de control, tal es el caso del uso de productos naturales que combatan en forma

similar, o mejor las enfermedades y plagas que dañan a los cultivos, disminuir los riesgos de contaminación al ambiente y bajar los costos de producción.

El presente trabajo de investigación evaluó la eficacia de extractos de cola de caballo (Equisetum arvense), azufre flovable y azufre humectable en el control de la cenicienta (Eryphe pisi), así como la tasa de retorno marginal de cada uno de los tratamientos estudiados llegándose a determinar que el producto natural que mejor controla la cenicienta es la concentración de Equisetum 0.52 kg/ha pero sin embargo su acción es más de tipo preventivo y que el mejor químico es el Elosal 0.75 lt/ha recomendándose el uso de estos productos y la realización de evaluaciones variando los intervalos de aplicación del Equisetum para mejorar su eficiencia y combinando productos químicos y naturales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El encarecimiento de los insumos para la producción de cultivos y la falta de recursos económicos, obliga a plantear investigaciones que permitan encontrar nuevas alternativas que minimicen los costos y aumenten la rentabilidad de las cosechas, principalmente en los cultivos de exportación que día a día van tomando más importancia en Guatemala, ya que la cantidad de divisas que ingresan por este concepto es considerable, especialmente por la arveja china (*pisum sativum*), que últimamente se ha cultivado muy bien en el altiplano central, principalmente en los departamentos de Sacatepequez y Chimaltenango.

Así mismo es necesario proteger el ambiente de la contaminación por plaguicidas, en tal virtud es indispensable ir cambiando las antiguas prácticas culturales que incluían el uso de grandes cantidades de productos químicos para el control de plagas y enfermedades y sustituirlos por el uso de productos naturales que a la vez de evitar contaminaciones ambientales y riesgos para la salud, bajen los costos de producción.

La cola de caballo (*Equisetum arvense*) posee propiedades fungicidas para el control de tizones y cenicillas. Extractos de ésta han sido usados desde hace algún tiempo en Momostenango, Totonicapan y específicamente en la aldea San José Chirijuyú en Chimaltenango. En la presente investigación se evaluaron tres concentraciones de extracto: la concentración utilizada en estas áreas (0.52kg/ha), una más baja y otra más alta. Estas concentraciones se comparan con una solución de azufre humectable y azufre flovable con el propósito de determinar la concentración de *Equisetum arvense* más adecuada para controlar la cenicilla (*Erysiphe pisi*) en arveja china.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 EL CULTIVO DE LA ARVEJA CHINA (Pisum sativum)

La arveja es de origen europeo, se conoce tambien con los nombres comunes de chícharo, guisante y petit pois. En la actualidad se le cultiva extensamente para aprovechar su semilla y su vaina para consumo humano y como leguminosa verde para forraje de animales. Es rica en proteína, vitaminas A, B, C, tiamina y niacina (16).

El cultivo de arveja china ha tenido mucho éxito para la exportación, especialmente en los meses de noviembre a marzo, aunque puede decirse que la demanda es constante durante todo el año (13).

En el año de 1975, se inició la siembra de este cultivo en el municipio de San José Pinula con 4.2 ha, despertando el interés de medianos y pequeños agricultores (3). Ha partir de 1980 se ha constituido en un cultivo de mucha importancia para Guatemala. Durante el primer semestre de 1989, se registró una exportación de 23,980 bultos, cuyo peso bruto fué de 143,917.00 kilogramos lo que representó en divisas la cantidad de Q 1,106,621.75 (11).

Beltranena (3) indica que las exportaciones realizadas de 1975 a 1977 se incrementan anualmente. El cuadro 1 muestra los incrementos de exportación.

cuadro 1. Exportaciones de arveja china para los años 1975 a 1977.

Año	Volumen Q x 1,000	Valor Q x 1,000
1975	16.33	40.00
1976	61.04	160.00
1977	136.08	350.00

Con base en las estadísticas de la Dirección General de Servicios Agrícolas, departamento de cuarentena vegetal, se estima la producción de arveja china para el período de 1983-1988, el cuadro 2 muestra las producciones para esos años.

Cuadro 2. Producción de arveja china para los años 1983 a 1988.

Año	Producción en kg.
1983	1,965,088.00
1984	1,069,133.00
1985	1,591,959.00
1986	1,858,295.00
1987	3,240,434.00
1988	3,273,924.00

Tomando como base las cifras de producción del cuadro anterior y asumiendo un rendimiento promedio de 6,480 kilogramos por hectárea, puede estimarse la superficie cultivada de arveja china del período 1983 a 1987 así:

**Cuadro 3. Superficie cultivada
período 1983 a 1987.**

Año	Miles de hectáreas
1983	303.24
1984	164.99
1985	245.70
1986	286.79
1987	500.08

Actualmente Guatemala ocupa el primer lugar en el mundo en cuanto exportación de arveja china, siguiéndole en su orden: México, República Dominicana, Zimbawe, Zambia y Honduras. Estados Unidos de América es uno de los mayores productores pero no es exportador, únicamente utiliza el producto para consumo interno (19).

Datos más actualizados son los presentados por la gremial de exportadores de productos no tradicionales para el período 1989 a 1991 (10).

Cuadro 4. Producción de arveja china y su valor en Guatemala para los años 1989 a 1991.

Año	Cantidad en kg.	Valor en Quetzales
1989	5,931,828.00	10,488,441.69
1990	3,656,601.86	11,359,730.57
1991	6,495,262.00	20,261,667.91

La arveja china pertenece a la familia de las leguminosas, es una planta semianual de hábito trepador, alcanza diferentes alturas según la variedad. Para el caso de la variedad Mamouth meltin sugar, la

altura media es de 1.75 m, la floración ocurre a los 60 días y la cosecha comienza a los 75 días de germinada. Sus hojas son acorazonadas y chatas de la punta, con corola papilionacea de color blanco o violácea, las flores son grandes. Las vainas se cosechan cuando los granos empiezan a formarse y las caras de las vainas se encuentran pegadas (13).

Se cultiva en climas templados y frios, con temperatura de 10 a 24 °C y a una altura comprendida entre 1,000 a 3,000 msnm; temperaturas muy elevadas provocan la caída de las flores, necesita mucho aire y mucha luz. En la sombra su crecimiento es malo (13).

Aunque es una planta que se adapta a una gran variedad de suelos, prefiere los franco-arcillosos fértiles y profundos bien drenados y pH que oscile entre 6 y 7 (13).

El terreno debe prepararse con 20 a 30 días de anticipación a la siembra, efectuando un arado profundo de 25 a 30 cm, luego se dan de 2 a 3 pasadas de rastra cruzadas a efecto de que se forme una capa suave para que el cultivo encuentre un medio óptimo para su desarrollo.

Se puede agregar cal agrícola, aplicandola al voleo e incorporando con azadón 4 quintales por cuerda, de 40 por 40 varas (5).

La fertilización se recomienda al momento de preparar el suelo, abono orgánico como gallinaza o compost puede ser agregado en bandas o surcos. Al momento de la siembra puede aplicarse un fertilizante químico como el 15-15-15 abriendo una zanja al lado del surco de siembra (5). Para la segunda fertilización no se debe usar urea, pues favorece el desarrollo de hongos del suelo, como Fusarium. Es conveniente usar nitrato de calcio a los 30 días y nitrato de potasio

al momento de la floración.

El control de malezas puede ser manual, 2 ó 3 limpiezas con azadón o herbicidas para mantener limpios los surcos, las calles y alrededor de la plantación. Es importante eliminar malezas con flores blancas y amarillas pues son escondites o refugios de trips (5).

Los productos químicos y biológicos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental para el cultivo de la arveja china son: para hongos del suelo se puede aplicar productos como Rovral (Iprodione), Pillastrin (Carbendazim), Benlate (Benomil), Babistin (Carbendazim), Banrot (Truban + metiltiofano).

Para *Ascochyta* sp. se aplican Ziram, Ferbam, Kocide (Hidróxido de cobre), Oxicloruro de cobre, Cobre Sandoz (óxido cuproso), Ziram en mezcla con cualquier cobre.

Al mildiu polvoriento se le aplica Thiovit o Kumulus.

Las larvas de lepidópteros se controlan con Dipel o Thuricide, Javelín.

Las trips se controlan con Thiodan (Endosulfan), Knox out (Diazinon), Pencap - M (Metil parathion) (15).

Existen diferentes variedades mejoradas, de las cuales se obtienen buena calidad de semilla y vaina que deben ser delicadas, dulces, tiernas, con la menor cantidad de fibra posible y naturalmente de alta productividad. Entre las más importantes están: Alaska No. 106, Progress WR No. 103W, Oregón Sugar Pod II y la Meltin Sugar No. 105, siendo ésta última la que más se está cultivando en Guatemala, por producir plantas compactas de 1.30 a 1.50 m de altura, con vainas anchas y aplanadas de 10 cm de largo que contienen de 8 a 10 granos

cada una. Debido a su altura se cosecha a los 75 días (13).

3.1.2 LAS CENICILLAS

Existe la posibilidad de que las cenicillas sean las enfermedades de las plantas más comunes, conspicuas, más ampliamente distribuidas y más fácil de reconocer. Afectan a todo tipo de plantas: cereales y pastos, hortalizas, plantas de ornato, malas hierbas, arbustos árboles frutales, árboles forestales y árboles de sombra (de hoja ancha).

Las cenicillas se caracterizan por la formación de manchas constituidas por masas de hifas polvorientas mohosas y de un color que va del blanco al grisáceo sobre los tejidos jóvenes de las plantas o sobre hojas y otros órganos completamente cubiertos por una cenicilla blanca. En las zonas de infección más viejas, las cenicillas produce pequeños cleistotecios esféricos del tamaño de la cabeza de un alfiler que en un principio son de color blanco, más tarde pardo amarillento y finalmente negros y que se disponen individualmente o en grupos sobre el mildiú de color blanco grisáceo. Las cenicillas son los hongos que se observan con mayor frecuencia sobre la parte superior de las hojas, pero afectan también el envés de las mismas, los tallos y retoños jóvenes, yemas, flores y frutos inmaduros.

Los hongos que producen las cenicillas son parásitos obligados no se desarrollan en medios nutritivos artificiales. Estos hongos producen un micelio que sólo se desarrolla sobre la superficie de la planta sin que la invadan. Obtienen los nutrientes de la planta al enviar sus haustorios (es decir, sus órganos de alimentación) hacia las células epidérmicas de los órganos de la planta. El micelio produce conidióforos cortos sobre la superficie de ésta última. Cada conidióforo produce cadenas de conidios rectangulares, ovoides o

redondos que son diseminados por el viento. Cuando las condiciones del medio ambiente o la nutrición son desfavorables el hongo produce de una a varias ascas dentro de un ascocarpo cerrado, el cleistotecio. Las cenicillas, aún cuando sean muy comunes y produzcan enfermedades importantes en áreas húmedas, moderadamente frías o cálidas, son mucho más comunes y virulentas en climas cálidos o secos. Esto se debe a que sus esporas, cuando son liberadas germinan y producen infección incluso cuando la humedad relativa de la atmosfera es demasiado alta, lo cual hace innecesaria la presencia de una película de agua sobre la superficie de la planta, así mismo una vez que se ha producido la infección, el micelio del hongo continúa propagándose sobre la superficie de la planta a pesar de las condiciones de humedad en la atmósfera (1).

Las cenicillas pertenecen a la clase Ascomycetes, orden Erysiphales, familia Erysiphaceae, género Erysiphe, especie pisi.

Estos hongos poseen micelio tabicado, bien desarrollado y generalmente unicelado. La reproducción puede ser asexual por medio de diferentes tipos de esporas asexuales y esporocarpos o sexual a través de esporas sexuales y ascocarpos (1).

3.1.3 LA COLA DE CABALLO (Equisetum Arvense)

Se le llama también Hierba de platero, Equisetum, Hierba de plata y Rabo de mula, pertenece a la familia de las Equisetáceas (6).

Deriva de plantas que hace 400 millones de años (periodo paleozoico) formaban grandes bosques (14).

Esta planta es una de las pocas que durante el transcurso de los

siglos no ha sufrido transformaciones y que ha llegado hasta nosotros tal y como era hace milenios (6). Es una planta perenne que crece en lugares húmedos y pantanosos de tierras silíceas y arcillosas sobre todo en el altiplano del país (21).

Se propaga por medio de esporas, en las paredes celulares de los tallos acanalados y en las ramas se forman cristales de sílice cuando éstos se marchitan (21). Este Phylum está representado por una sola familia (Equisetaceae) con un solo género (Equisetum) con más o menos 25 especies y muchos de ellos habitan en lugares frescos, húmedos, pero *Equisetum arvense* crece en lugares secos. Debido a esta característica en días de la colonia, se les utilizó para ollas y sartenes y de allí que se les llamara "juncos para fregar". Los miembros de este género son conocidos comúnmente como Colas de caballo (17).

Todas las especies tienen un rizoma ramificado del cual se forman los tallos erectos. Los tallos de acuerdo con la especie, se pueden ramificar profusa o escasamente. En cualquier caso, son rectos y están marcados por surcos y nudos visibles. El tejido que está justamente arriba de los nudos permanece meristemático y estructuralmente débil por lo que los tallos se pueden arrancar fácilmente en éstos puntos. Las bases de los nudos están envainados por verticilos de pequeñas hojas simples, fusionados lateralmente. Cuando hay ramificación, las ramas surgen en los nudos inmediatamente debajo de las hojas y puesto que frecuentemente hay muchas hojas en un verticilo, se pueden formar muchas ramas en cada nudo. Las hojas son de tamaño muy reducido, sin color verde y en muchas especies son de vida corta (ver figura 1 "A").

Los tallos son verdes y por lo tanto son los órganos que fabrican alimento. Las raíces existen sólo en los nudos de las rizomas a base

de tallos erectos (17).

En todas las especies de equisetum los géneros productores de esporangios, los esporangióforos, son estructuras especializadas muy diferentes en las hojas ordinarias. Están agrupadas en estróbilos en el extremo superior de las ramas erectas principales y ocasionalmente en ramas laterales. En la mayoría de las especies, los conos o estróbilos se producen en vástagos vegetativos ordinarios; en unas cuantas especies, se forman solamente en retoños (17).

Las especies actuales de Equisetum son homospóricas (17).

La cola de caballo contiene ácido silícico en proporciones hasta del 10% contribuyendo también las saponinas y flavonas las cuales tienen como función biológica atraer ciertos insectos, favoreciendo la polinización, aplicando en forma foliar penetra a la epidermis aumentando la resistencia al ataque de otros insectos, las infecciones de virus y hongos, etc. (22). El Equisetum también contiene alcaloides de mucha importancia entre ellos están; 3-Methoxypiridina, nicotina, plustiridina, equisetonina, equisetina (6).

La cola de caballo además de tener propiedades fungicidas actúa como insecticida, controla enfermedades como la cenicilla y también se le usa en el control de pulgones y otros insectos en cultivos de papa, tomate, fresa, brócoli, frijol, arveja china y otros. El extracto usado como fungicida e insecticida se prepara poniendo a hervir por 15 minutos una libra de cola de caballo en 3 litros de agua. De este extracto se utiliza un litro por 4 galones de agua para aplicar al follaje de las plantas por tratar (21).

Otra forma de preparación es cosecharlo cuando la planta está completamente crecida pero antes que tome una coloración café. Se deja

secar en un lugar oscuro, calentando con aire, dándole vueltas mientras se seca (22).

Es el remedio Bio-dinámico contra enfermedades de hongos y royas, se ha encontrado que la mejor receta según Fisher es: tomar 1.5 onzas de la hierba seca; ponerlo en agua fría y dejar que hierva por 20 minutos. Poco a poco dejar que se enfríe y luego colarlo. Usar 1 parte de este concentrado en 19 partes de agua como la solución para aplicar en el campo.

El uso de equisetum no es estrictamente un remedio, sino ayuda a restablecer cierto equilibrio ecológico en las plantas *.

Cuando el daño a los cultivos es grave, se debe asperjar cada 3 días, en situaciones leves se hace semanalmente. El extracto debe usarse dentro de los tres días después de su preparación (21).

Se puede mezclar el extracto con chichicaste (Urtica sp.) en proporciones de 1:2 ó 1:1 diluirlo 5 veces para fumigar, aumentando la resistencia a plagas. También se puede combinar con azufre y cobre (22).

La cola de caballo se utiliza en la medicina popular contra afecciones pulmonares, el reuma y la gota, para gargarismos y enjuagues, en heridas mal cicatrizadas y para trastornos de la vejiga y los riñones (14).

3.1.4 EL AZUFRE

"El azufre en polvo ha sido la primera sustancia utilizada como fungicida por el jardinero inglés Kyle, en un principio se utilizó la

*FISHER, R.N. 1,992. Equisetum Louis Berger International, Inc. (Comunicación personal).

llamada flor de azufre; pero habiéndose comprobado que 'su valor fungicida y adhesividad están en razón directa con su grado de finura, en la actualidad se utiliza el azufre lo más finamente dividido, siendo más barato que aquel" (2).

Cómo fungicida, el azufre tiene una gran aplicación en el control de enfermedades del tipo "oidium", tanto en viñedos como en frutales y cultivos hortícolas.

Es eficaz sobre ciertas enfermedades como las royas y el moteado, aunque ha venido siendo desplazado por el cobre y fungicidas orgánicos; pero aún sigue prestando buenos servicios (2).

Además de su acción fungicida, el azufre tiene efecto acaricida que se extiende a toda clase de ácaros, no solamente del tipo araña roja (Tetranychus, Panonychus y especies similares), sino también a Eriofíidos, sobre los cuales los modernos acaricidas específicos tienen en general una acción modesta y limitada.

El azufre se utiliza en dos formulaciones distintas: azufres mojables o humectables (para aplicarse con agua) y azufres de espolvoreo (de uso directo sobre la planta).

En general, los azufres mojables no contienen más del 80 al 85% de azufre. La principal ventaja de los azufres mojables es su capacidad de poder mezclarse con productos dirigidos contra otras plagas o enfermedades, pero nunca debe combinarse con aceites (2).

También deben tomarse precauciones al usar el azufre mojable con líquidos emulsionables, ya que ciertos disolventes pueden ser incompatibles y producir quemaduras a la planta.

Su forma de actuar según la teoría más moderna, es una acción "perse" del azufre, el cual permeando las capas externas de las esporas de los hongos, es capaz de sustituir al oxígeno y el primero sustituye al segundo en los fenómenos respiratorios y metabólicos. Según el punto de vista bioquímico se considera al azufre y sus derivados como antimetabolitos (2).

3.1.5 CONTAMINACION POR QUIMICOS

Además de la deforestación y la erosión, el uso indiscriminado de agroquímicos, especialmente en la costa del pacífico a causado la contaminación del suelo y del agua, esto impide que muchas áreas contaminadas sean utilizadas para la cría de ganado y desarrollo de la acuicultura de agua dulce y maricultura, limitando el potencial de desarrollo del país y haciéndolo escasamente competitivo con otros países que tienen ecosistemas similares y menos contaminados (9).

El empleo de grandes cantidades de fertilizantes químicos dió lugar a rendimientos iniciales espectaculares, lo cual hizo necesario reforzar las dosis, esto provocó un desequilibrio en el metabolismo de las plantas, por el efecto quelante sobre los otros elementos y la desvitalización que se produce en el suelo, dando lugar a plantas más susceptibles a los parásitos; por lo que estas necesitan ser protegidas con plaguicidas enérgicos. Muchos de éstos plaguicidas sintéticos persisten en el suelo durante largo tiempo y se incorporan a la cadena alimenticia, algunos de estos plaguicidas fueron utilizados intensivamente, pero actualmente su uso es prohibido, uno de estos es el DDT, del cual se han encontrado en la leche humana cantidades varias veces superiores a las toleradas por la Organización Mundial de la Salud (4).

La contaminación es básicamente causada por el exceso en cantidad y constante uso de los plaguicidas y debido a que los procesos naturales no pueden degradar los plaguicidas se provoca una contaminación del medio. Una sustancia no tiene carácter de contaminante porque sea un veneno; se constituye un contaminante cuando es tal su cantidad que el ecosistema es incapaz de degradarlo. La mayor parte de los compuestos químicos sintéticos que se producen actualmente, son nuevos para los sistemas biológicos, los organismos vivientes no pueden degradarlos fácilmente y son tóxicos cuando alcanzan concentraciones demasiado altas que no pueden ser diluidos y dispersados efectivamente por el ecosistema (23).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACION GEOGRAFICA

El ensayo se desarrolló en un terreno, dentro de la jurisdicción del parcelamiento "La Alameda", el cual se localiza a 14° 38' 02" Latitud Norte y a 90° 48' 12" Longitud Oeste, ubicado entre la cabecera municipal de El Tejar y la cabecera municipal de Chimaltenango con una altitud media de 1767 msnm.

3.2.2 EXTENSION Y LIMITES

La extensión del parcelamiento es de 571 hectáreas lo que equivale a 12 caballerías, siendo sus límites y colindancias:

Norte	Granja Montebello
Sur	Terrenos de la base militar de Chimaltenango y terrenos del ICTA.
Este	Terrenos de El Tejar y Granja Valencia.
Oeste	Terrenos de San Andrés Itzapa, Lotificación "El Esfuerzo" y finca Santa Mónica.

3.2.3 ACCESIBILIDAD

Es posible llegar al área del estudio por la carretera CA-1 Occidente o Interamericana, la cual es una vía de primer orden; habiéndolo una distancia de 52 km desde la ciudad capital.

La ruta nacional 14, que es una vía de segundo orden, comunica "La Alameda" con las poblaciones de Parramos y Antigua Guatemala. Además es posible movilizarse dentro del parcelamiento por medio de caminos de terracería que se encuentran habilitados durante todo el año (21).

3.2.4 FACTORES BIOFISICOS

3.2.4.A RELIEVE

Se presenta una pendiente mínima con un promedio del 3% siendo casi planos en su totalidad los terrenos del parcelamiento, el cual se encuentra en la unidad fisiográfica de valles coluviales con una susceptibilidad a la erosión tipo laminar, ligera a moderada (21).

3.2.4.B SUELOS

Pertenecen al grupo II, profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro. Se presentan dos series de suelos que son Tépán y Guatemala (20), cuyas características se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características de los suelos del parcelamiento.

Características	Tecpan	Guatemala
Profundidad	profundo	profundo
Textura	franco-arenoso	franco-arcilloso
Contenido de materia orgánica	bajo (2%)	bajo (4%)
Reacción	ligeramente ácida a neutra	mediana a ligeramente ácida
pH del suelo superficial	6.00	6.00
Coloración del suelo	café oscuro	café oscuro
coloración del sub-suelo	café amarillento	café rojizo
Drenaje a través del suelo	rápido	lento
Capa que limita la penetración de raíces	ninguna	ninguna
Capacidad de abastecimiento de humedad	regular	muy alta
Peligro de erosión	muy baja	muy alta
Fertilidad natural	regular	alta

3.2.4.C CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Su capacidad productiva recae en la clase I, con pendiente casi plana, sin restricciones para su manejo. El suelo durante la mayor parte del año se encuentra húmedo y debido a su textura el drenaje es moderadamente bueno.

Los terrenos pueden utilizarse para la producción de maíz, frijol, trigo, verdura y frutales como pera, manzana, aguacate y otros (20).

3.2.4.D USO ACTUAL DE LA TIERRA

Actualmente estos suelos están siendo utilizados para cultivos limpios, hortalizas para consumo nacional y para la exportación, en el área que utiliza el sistema de riego; mientras que en los terrenos restantes (96%), se siembra maíz y frijol en forma tradicional.

3.2.4.E INTENSIDAD DE USO

Los suelos en su mayoría pertenecen a la clase agrológica I por lo que el uso que se les está dando es el adecuado pero en una extensión e intensidad bajas y sin usar una tecnología adecuada a los requerimientos de los cultivos que se tienen establecidos.

3.2.4.F FACTORES LIMITANTES

Los factores que pueden limitar la producción en ésta área son principalmente: la materia orgánica, que oscila entre 2 y 4 % que según Fassbender (8) se consideran bajos, lo que puede alterar las condiciones físicas y químicas del suelo, disminuyendo procesos pedogenéticos, influenciando negativamente características de estructura del suelo y sus condiciones asociadas de infiltración de agua, permeabilidad y aireación.

3.2.4.G ZONA DE VIDA

Según de la Cruz (7), el área se encuentra comprendida en la zona de vida Bosque húmedo Montano bajo sub-tropical (bh-Mb) cuyas características generales son: Precipitación media anual que varía entre 1057 y 1588 mm para un promedio de 1344 mm con biotemperaturas que van de 15 a 23 °C. La evapotranspiración potencial puede estimarse

en un promedio de 0.75 % y su topografía comprende áreas planas y accidentadas.

3.2.4.H CLIMA

Según datos de la estación 3.1.2., tipo "B", denominada Alameda ICTA (Los Aposentos), ubicada en los terrenos experimentales del ICTA, las condiciones climáticas que imperan en el sector son las siguientes (12):

Temperatura media anual.....	16 °C
Temperatura máxima.....	18 °C
Temperatura mínima.....	2 °C
Precipitación Promedio.....	1,200 mm/año
Días de lluvia anuales.....	120
Humedad relativa.....	80%
Evapotranspiración.....	4 mm/día

4. OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto de 3 extractos de cola de caballo (Equisetum arvense), un producto a base de azufre humectable y uno a base de azufre flovable en el rendimiento de la arveja china (Pisum sativum).

ESPECIFICOS

Determinar el efecto de los productos quimicos y naturales evaluados en el control de la cenicilla (Erisiphe pisi).

Determinar que concentración de los extractos de cola de caballo (Equisetum arvense), proporciona un mejor control de la cenicilla (Erisiphe pisi).

Establecer que producto representa la mayor relación beneficio-costos.

5. HIPOTESIS

El extracto de cola de caballo (Equisetum arvense) es tan eficiente como el azufre en el control de la cenicilla (Erisiphe pisi), en arveja china.

6. METODOLOGIA

6.1 Epoca de aplicación y concentraciones de los productos fungicidas

Se utilizaron dos productos quimicos y uno natural en tres diferentes concentraciones siendo estas:

- a. Thiovit (azufre humectable) a razón de 1.50 kg/ha
- b. Elosal (azufre flovable) a razón de 0.75 lt/ha
- c. Equisetum a razón de 0.78 kg/ha
- d. Equisetum a razón de 0.52 kg/ha
- e. Equisetum a razón de 0.26 kg/ha

La aplicación se hizo una vez por semana durante aproximadamente tres meses para un total de 10 aplicaciones.

6.2 Preparación del extracto de Equisetum:

Para obtener el extracto de cola de caballo (Equisetum arvense) se tomó la parte aérea de la planta cuando ésta se encuentra en su fase dominante, es decir cuando el esporofito está maduro y alcanza un crecimiento vertical de 1.50 m y se encuentre con una coloración verde, se pesó para obtener las diferentes concentraciones y luego se trituró para aprovechar al máximo las substancias activas.

Se procedió a cocer el extracto en tres litros de agua, durante 15 minutos, se dejó enfriar y se coló. De este cocimiento se utilizó un litro para diluirlo en 15 litros de agua y se aplicó directamente a las plantas enfermas.

6.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques al azar, con seis tratamientos y

cuatro repeticiones de acuerdo al modelo estadístico:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

en donde:

Y_{ij} = variable de la ij -ésima unidad experimental

u = media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = efecto de la ij -ésima unidad experimental

6.4 Unidad Experimental

Para desarrollar el ensayo se estableció una unidad experimental con las siguientes dimensiones:

Area total de	32.00 m	x	30.00 m	=	960.00 m ²
parcela bruta de	8.00 m	x	5.00 m	=	40.00 m ²
parcela neta de	7.25 m	x	2.50 m	=	18.13 m ²
Número total de parcelas				=	24
Distancia entre surcos				=	1.25 m
Distancia entre plantas				=	0.05 m

Las figuras 2A y 3A muestran gráficamente las medidas de la unidad experimental.

6.5 Variable respuesta

Para interpretar el efecto de los diferentes productos fungicidas sobre la enfermedad se consideraron las siguientes variables:

a. Rendimiento bruto en kg/ha

Se determinó el rendimiento de cada tratamiento pesando el

producto por corte realizado, para luego sumar el peso del total en kg/ha.

b. Rendimiento neto en vainas exportables

Se determinó de igual forma que la variable anterior, tomándose en consideración para esta variable que las vainas se encuentran frescas, libres de manchas y deformaciones.

c. Severidad de la enfermedad

Se utilizaron escalas diagramáticas de severidad de daño en base de porcentaje de área afectada según figura 4A, las lecturas se realizaron semanalmente a partir del inicio de la enfermedad.

d. Costo de los productos evaluados

Se hizo un análisis de costos para determinar cual de los productos evaluados tienen una mayor relación beneficio-costo.

6.6 Manejo del experimento

La preparación del terreno se hizo en forma mecanizada, efectuando una pasada de arado y una de rastra.

La siembra se efectuó a mano colocando una semilla por postura y enterrándola a 4-5 cm, con un distanciamiento de 5 cm entre postura y 1.25 m entre surcos.

Se efectuaron las limpiezas necesarias realizando la primera a los veinte días después de la siembra y la segunda a los cuarenta y cinco días.

La primera fertilización se hizo al momento de la siembra, la

segunda a los cuarenta y cinco días. A la mitad del ciclo del cultivo se hizo una fertilización foliar.

Como tutores se utilizaron paralelos de bambú de 3.00 m de largo y diámetro promedio de 0.10 m, teniendo un distanciamiento de 4.00 m, entre cada uno.

Se colocaron hileras de rafia conforme el cultivo lo requería colocando la primera casi al ras del suelo, la segunda a una distancia de 0.12 m de la primera, luego las hileras siguientes a una distancia aproximada de 0.20 m entre una y otra.

El control de hongos en el suelo se hizo al momento de la siembra. Para el control de enfermedades del follaje y de plagas no se aplicó ningún producto, con el fin de que éstos no interfirieran con los productos evaluados.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Rendimiento Total

En el cuadro 6 se presentan los resultados correspondientes al rendimiento total por tratamiento.

Cuadro 6. Rendimiento total en kg/ha de los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicilla en arveja china.

Tratamiento		I	II	III	IV	Total
Equisetum	0.26 kg/ha	4092.66	4324.32	5504.69	4942.08	4,715.90
Equisetum	0.52 kg/ha	5190.29	4793.16	5250.97	4280.20	4,878.70
Equisetum	0.78 kg/ha	5168.23	5455.05	5262.00	5631.55	5,379.20
Elosal	0.75 lt/ha	6729.18	5405.41	7186.98	5024.82	6,086.60
Thiovit	1.50 kg/ha	6850.52	6094.87	5074.46	7170.44	6,297.60
Testigo		3849.97	3982.35	4561.50	4478.76	4,218.10

Se puede observar que los tratamientos químicos presentaron un rendimiento total relativamente mayor. En lo referente a productos naturales, la concentración de Equisetum de 0.78 kg/ha, fué la que presentó los rendimientos más altos, totalizando 5,379.20 kg/ha.

Si se comparan éstos rendimientos con los del resto de tratamientos y del testigo se puede notar que si existió influencia sobre el rendimiento al controlar la enfermedad los productos aplicados. Sin embargo para establecer la diferencia significativa fué realizado un análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7.

Análisis de varianza para el rendimiento total de los seis tratamientos fungicidas evaluados en el control de la cenicilla en arveja china.

F. V.	G. L.	FC	FT
Tratamiento	5	5.30*	2.90
Bloque	3		
Error	15		
Total	23		

Como se observa, si existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación fué de 3.35% el cual es significativo al 5% de probabilidad, lo que se considera aceptable para el tipo de variable evaluada.

Con base en los resultados del análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba de medias usando el comparador Tukey según muestra el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba del Tukey para el rendimiento total evaluando el efecto de seis tratamientos fungicidas en el control de la cenicilla en arveja china.

Producto evaluado	Rendimiento x (kg/ha)	Tukey
Thiovit 1.50 kg/ha	6297.60	a
Elosal 0.75 lt/ha	6086.60	a
Equisetum 0.78 kg/ha	5379.20	ab
Equisetum 0.52 kg/ha	4878.70	ab
Equisetum 0.26 kg/ha	4715.90	ab
Testigo	4218.10	b

Con los resultados del cuadro 8 se puede concluir que tanto el

Thiovit como el Elosal son estadísticamente iguales, provocando la misma respuesta. En una siguiente categoría aparece el Equisetum en las tres concentraciones evaluadas, por lo que son estadísticamente iguales entre sí; notándose sin embargo que la concentración de 0.78 kg/ha presenta los mejores resultados, siguiéndole el Equisetum 0.52 kg/ha. Por último encontramos al testigo con los rendimientos más bajos; el efecto de los productos en el control de la enfermedad se puede observar más claramente en la figura 6"A".

7.2 Rendimiento neto (vainas exportables)

Como arveja china apta para exportar se consideró que las vainas se encuentren tiernas, con sus caras casi pegadas, sin manchas ni deformaciones.

Los resultados en cuanto a rendimiento de vainas aptas para exportar se presentan en el cuadro 9, se muestra que todos los tratamientos sobrepasaron en rendimiento al testigo, lo cual es indicio que sí existió control de la cenicilla por parte de los productos aplicados.

Cuadro 9. Rendimiento en kg/ha de vainas aptas para la exportación.

Tratamiento	Repeticiones				
	I	II	III	IV	X
Equisetum 0.26 kg/ha	1852.34	1943.35	2889.96	2272.86	2239.63
Equisetum 0.52 kg/ha	3243.37	2767.57	2673.79	2666.56	2837.57
Equisetum 0.78 kg/ha	2934.52	3064.65	2913.57	3122.13	3008.72
Elosal	4326.86	3561.62	4848.34	3522.39	4064.80
Thiovit	4883.05	3415.57	3270.48	4663.65	4058.19
Testigo	1468.76	1557.89	1814.11	1752.09	1648.21

Los rendimientos más altos los presentan los químicos y como se puede notar los resultados de éstos dos tratamientos son muy similares, sin embargo el Equisetum presenta buenos rendimientos para las concentraciones de 0.78 y 0.52 kg/ha; siendo los químicos un comparador, se puede inferir que el Equisetum sí efectuó control sobre la enfermedad.

El análisis de varianza para el rendimiento exportable reportó una diferencia estadística significativa entre tratamientos como lo muestra el cuadro 10, al efectuar la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) cuyos resultados se presentan en el cuadro 11, se observa que los tratamientos químicos, Equisetum 0.78 kg/ha y 0.52 kg/ha, son los que presentan un mayor rendimiento, resultados más bajos los presenta por el Equisetum 0.26 kg/ha.

Cuadro 10 Análisis de varianza para el rendimiento de vainas aptas para exportar.

F.V.	G.L.	FC	FT
Tratamientos	5	15.05	2.90
Bloque	3		
Error	15		
Total	23		

Coefficiente de variación = 0.70%

* = significativo al 5% de probabilidad.

Cuadro 11 Prueba de Tukey para el rendimiento de vainas aptas para exportar.

Productos evaluados		Rendimientos kg/ha	Tukey
Thiovit	1.50 kg/ha	4058.20	a
Elosal	0.75 lt/ha	4014.80	a
Equisetum	0.78 kg/ha	3008.70	ab
Equisetum	0.52 kg/ha	2837.60	b
Equisetum	0.26 kg/ha	2239.60	bc
Testigo		1648.50	c

Los tratamientos con letra igual, son estadísticamente similares, notándose que los tratamientos que respondieron mejor en cuanto a producto exportable son Thiovit y Elosal, luego aparece el Equisetum en concentración de 0.78 y 0.52 kg/ha; por último está la concentración de Equisetum 0.26 kg/ha y el testigo, siendo estadísticamente diferentes entre sí.

7.3 Análisis Económico

Para obtener el costos y beneficio de los diferentes tratamientos se realizó un presupuesto parcial tomando como base los precios de los productos evaluados y las cantidades de fungicidas gastados durante el experimento, determinando de ésta forma los costos que varían, los resultados se resumen en el cuadro 12 y se presentan detallados en el cuadro 16 "A".

Cuadro 12 Cantidad y valor de cada producto aplicado en el control de la cenicienta en arveja china.

Tratamiento	Cantidad gastada	Precio Q*	Total de costos que varía Q
Thiovit	1.50 kg/ha	55.55	915.75
Elosal	0.75 lt/ha	27.75	568.88
Equisetum	0.26 kg/ha	9.36	51.48
Equisetum	0.52 kg/ha	18.72	102.96
Equisetum	0.78 kg/ha	28.08	154.44

* a mayo de 1,993.

Cuadro 13 Presupuesto parcial de los seis tratamientos evaluados en el control de la cenicienta en arveja china.

	Elosal 0.75lt/ha	Thiovit 1.5kg/ha	Equisetum 0.78 kg/ha	Equisetum 0.52 kg/ha	Equisetum 0.26 kg/ha	Testigo
Rendimiento medio kg/ha	4,014.80	4,058.20	3,008.70	2,837.60	2,239.60	1,648.50
Rendimiento ajustado kg/ha	3,412.58	3,449.47	2,557.39	2,411.96	1,903.66	1,401.22
Beneficio bruto de campo Q/ha	13,138.43	13,280.46	9,845.95	9,286.05	7,329.09	5,394.70
Costos que varían	568.88	915.75	154.44	102.96	51.48	0.00
Beneficios netos	12,569.55	12,364.71	9,691.51	9,183.09	7,277.61	5,394.70

Según el cuadro 13 los beneficios netos más altos fueron proporcionados por los productos químicos siendo sus resultados muy similares. En cuanto a producto natural las concentraciones que mejor

beneficio neto presentaron fueron los de 0.78 kg/ha y 0.52 kg/ha. El análisis marginal se hizo con el objeto de revelar exactamente la forma en que aumentan los beneficios netos de una inversión al incrementar una cantidad invertida. Para la ejecución del análisis marginal se hace necesario realizar un análisis de dominancia el cual consiste en ordenar los tratamientos en forma ascendente tomando como base los totales de los costos que varían. Estando ordenados los tratamientos con sus respectivos costos totales variables, se determina que tratamientos están dominados; un tratamiento se dice que es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. El análisis de dominancia se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14 Análisis de dominancia para los seis tratamientos en el control de la cenicilla.

Tratamiento	Costos variables (Q/ha)	Beneficio neto (Q/ha)
Testigo	0.00	5,394.70
Equisetum 0.26 kg/ha	15.48	7,277.61
Equisetum 0.52 kg/ha	102.96	9,183.09
Equisetum 0.78 kg/ha	154.44	9,691.51
Elosal 0.75 lt/ha	568.88	12,569.55
Thiovit 1.50 kg/ha	915.75	12,364.71 D

Cuadro 15 Análisis marginal para los tratamientos no dominados en el control de la cenicilla en arveja china.

Tratamiento	C.V. (Q/ha)	C.V.M. (Q/ha)	BN (Q/ha)	B.N.M. (Q/ha)	tMR (Q)
Testigo	0.00	0.00	5,394.70	0.00	0.00
Equisetum 0.26 kg/ha	51.48	51.48	7,277.61	1,882.90	3,657.53
Equisetum 0.52 kg/ha	102.96	51.48	9,183.09	1,905.48	3,701.39
Equisetum 0.78 kg/ha	154.44	51.48	9,691.51	508.42	987.60
Elosal 0.75 lt/ha	568.88	414.44	12,569.55	2,878.04	694.44

C.V. = Costos variables

C.V.M. = Costos variables marginales

B.N. = Beneficios netos

B.N.M. = Beneficios netos marginales

T.M.R. = Tasa marginal de retorno

Cómo se aprecia en el cuadro 15 el producto natural Equisetum 0.52 kg/ha obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con un valor de Q 3,701.39 siguiendo el Equisetum 0.26 kg/ha con un valor de Q 3,657.53. Con estos dos tratamientos se obtienen incrementos en beneficios netos significativos y a la vez presentan costos variables bajos. Con el producto químico Elosal se tienen los beneficios netos más altos, pero las mayores ganancias se obtienen cuando se aplica Equisetum 0.52 kg/ha, de ahí que se opte por utilizar el producto natural, pues éste no incrementa los costos variables, pero sí tiene un incremento en beneficio neto significativo teniendo como resultado una mayor relación beneficio-costos.

7.4 Severidad de la enfermedad

La figura 5 "A" muestra las curvas de severidad por tratamiento y se observa que la curva del testigo se encuentra por encima de las demás debido al ataque severo de la cenicilla, mientras que las curvas del Elosal y Thiovit son bastante bajas, lo que muestra el control de la enfermedad durante todo el experimento.

Para las diferentes concentraciones de Equisetum las curvas se muestran muy similares en su comportamiento, notándose que la concentración media y alta si efectuaron control en las primeras etapas del cultivo lo que hace pensar que posiblemente su acción sea más del tipo preventivo, aunque deberán efectuarse evaluaciones de otros intervalos de aplicación a fin de establecer plenamente su efecto y definir un buen control de cenicilla mediante el uso de productos naturales, como parte del manejo del cultivo de arveja china. Las lecturas realizadas del porcentaje de severidad a cada tratamiento, se encuentran en el cuadro 17 "A".

8. CONCLUSIONES

1. El Equisetum en concentración de 0.52 kg/ha presentó los mejores resultados en el control de la cenicilla en cuanto a producto natural, con intervalos de aplicación de 7 días.
2. El producto químico más eficaz de los comparados es el Elosal (azufre floyable) en concentraciones de 0.75 lt/ha.
3. El mayor rendimiento de vainas aptas para exportar se efectuó al aplicar Thiovit 1.50 kg/ha, pero su costo es más elevado que el Elosal.
4. La evaluación económica determinó que la tasa de retorno marginal más alta fué la de Equisetum 0.58 kg/ha siendo de Q 3,701.39 con un incremento en beneficio neto significativo y con costos variables bajos.

9. RECOMENDACIONES

1. Usar el Equisetum, como producto natural de acción preventiva, en concentración de 0.52 kg/ha en el control de la enfermedad.
2. Utilizar el producto químico Elosal como alternativa de control en concentración de 0.75 lt/ha.
3. Realizar evaluaciones variando los intervalos de aplicación del Equisetum para mejorar su eficiencia.
4. Hacer pruebas de combinación de productos químicos y naturales, alternando sus aplicaciones.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1992. Fitopatología. México, Limusa. 530 p.
2. BARBERA, C. 1976. Pesticidas agrícolas. Barcelona, España, Omega. p. 50-54.
3. BELTRANENA ORIVE, R. 1978. Evaluación de densidades de siembra con nutrición suplementaria en arveja china. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 18 p.
4. BIBLIOTECA PRACTICA agrícola y ganadera; fundamentos de la agricultura. Barcelona, España, De Vecchi. p. 173.
5. CALDERON VILLATORO, E.; ALVAREZ VALENZUELA, G. 1992. Guía práctica para el cultivo de arveja china. Guatemala, Impresos Delgado. 13 p.
6. CECCHINI T. 1973. Enciclopedia de las hierbas y las plantas medicinales. Barcelona, España, De Vecchi. p. 173.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de reconocimiento de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. FASSBENDER, H.W.; BOMEMISZA, E. 1978. Química de suelos. San José, Costa Rica, IICA. 402 p.
9. FERRATE, L.A. 1987. Situación ambiental en Guatemala. Guatemala, Asociación de Investigación y Estudios Sociales. p. 16.
10. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. (Gua.). Estadísticas, 1991.

Sin publicar.
11. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1985. Exportaciones de Guatemala. Guatemala, Banco de Guatemala. Informe mercadológico (Gua.) p. 10-15.
12. -----, INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, Hojas climatológicas de la estación Alameda ICTA, Chimaltenango, Guatemala.

Sin publicar.
13. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. p 70-73.
14. GUIA PRACTICA ilustrada de las plantas medicinales. 1980. Trad. por Marcelo Conian. Barcelona, España, Blume. p. 62.

15. MANEJO RACIONAL de plagas en arveja china. 1992. Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 8.
16. MURDOZ GARCIA, C. R. 1986. Cultivo de la arveja china. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas. p. 12.
17. ROBBINS, W.W.; WEIR, T.E.; STOCKING, C.R. 1976. Botánica. México, Limusa. p. 511-512.
18. SANTIZO PEREZ, E. R. 1989. Evaluación de rendimiento y algunas características agromorfológicas, en 7 cultivares de milto--mate (*Physalis* sp.), en el parcelamiento La Alameda, cabecera departamental de Chimaltenango. EPISA Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 31 p.
19. SARAVIA RODRIGUEZ, M. E. 1988. Cultivo y exportación de arveja china de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, División Agrícola. 50 p.
20. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda - Ibarra. 1000 p.
21. SOLORZANO GONZALES, R. 1989. Alternativas técnicas. Guatemala, ALTERTEO. p. 1.
22. SNOCK, H. 1984. Naturgamasse pflanzenschutz mittel. Pietsch Verlag, Stuttgart. p. 125-134.
23. SUTTON, B.; HARMON, P. 1979. Fundamentos de ecología. México, Limusa. p. 132-133.



Bo. Quiam de la Roca

A P E N D I C E

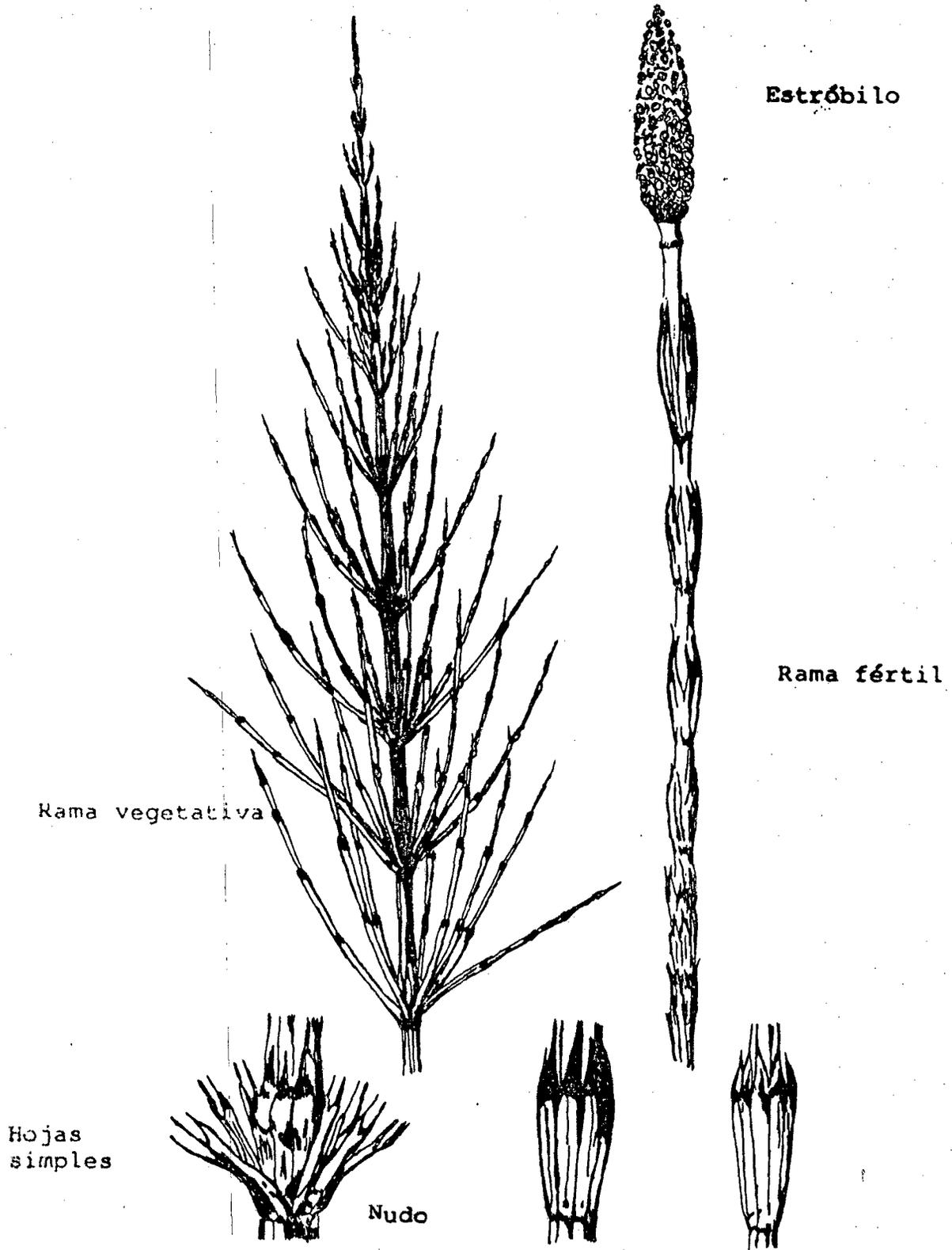
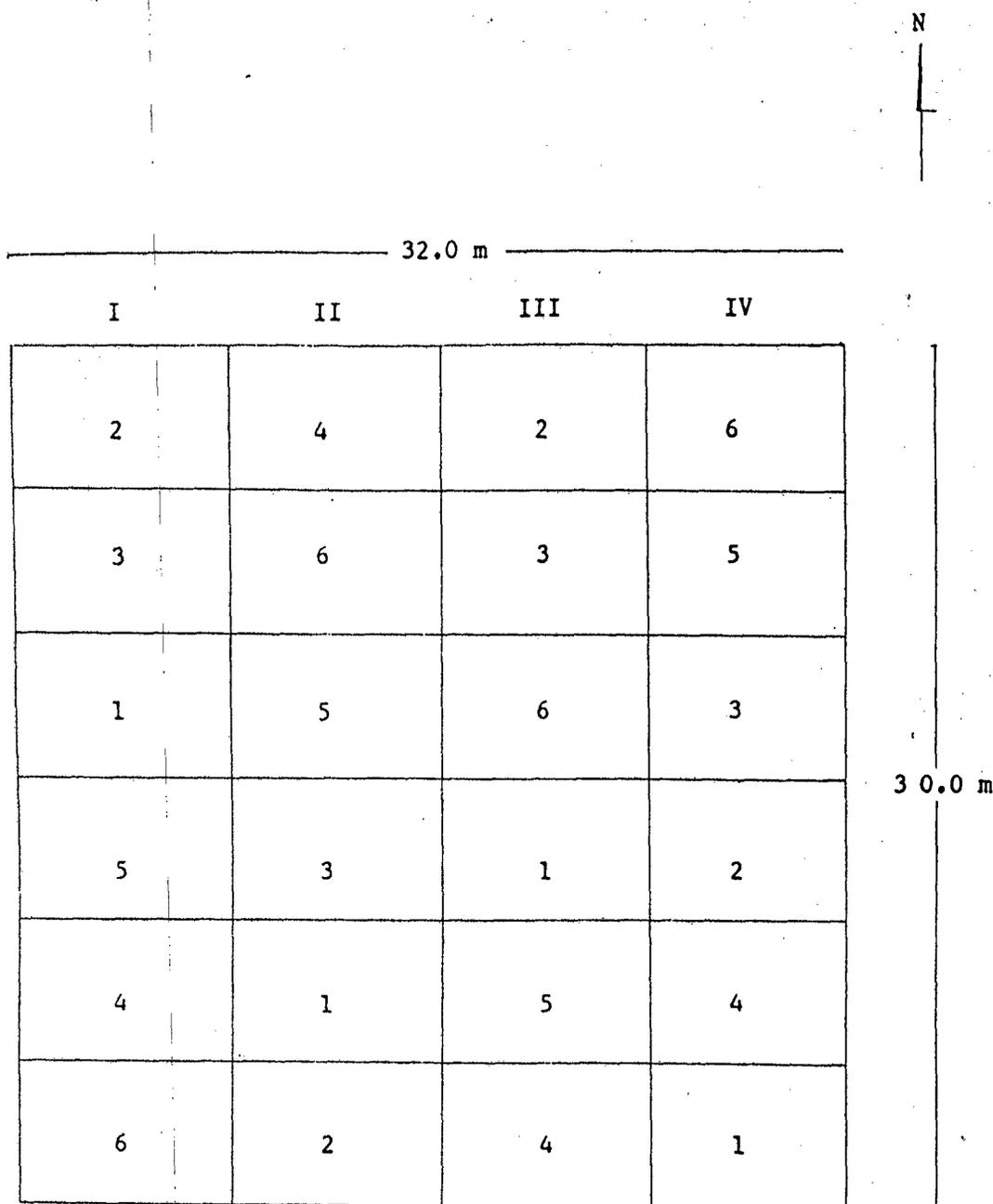


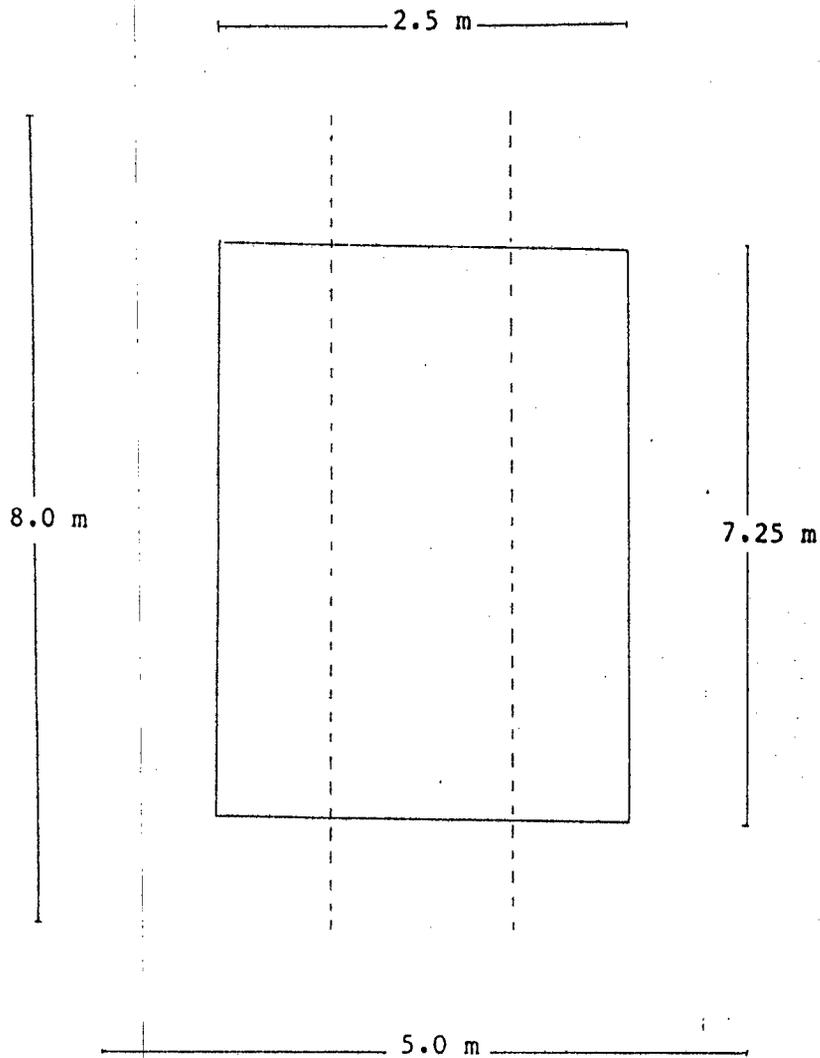
Figura 1 A. Morfología del Equisetum.

Figura 2 A Distribución de los tratamientos y bloques en el diseño experimental.



- 1 Equisetum 0.26 Kg/ha
- 2 Equisetum 0.52 Kg/ha
- 3 Equisetum 0.78 Kg/ha
- 4 Elosal
- 5 Thiovit
- 6 Testigo

Figura 3 A Modelo y tamaño de parcela para cada tratamiento.



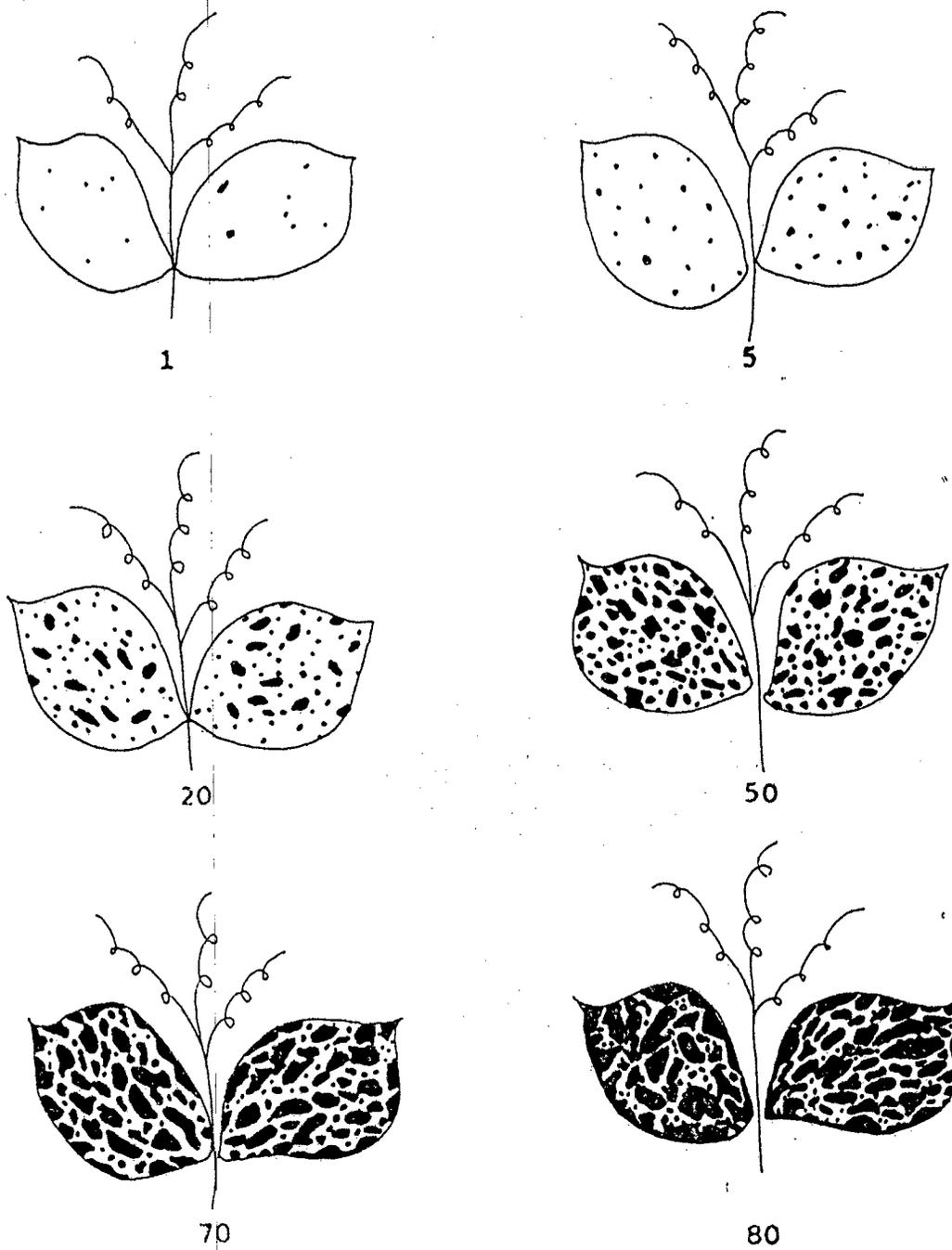


Figura 4A. Escala diagramática de severidad de cenicilla en porcentaje de área foliar.

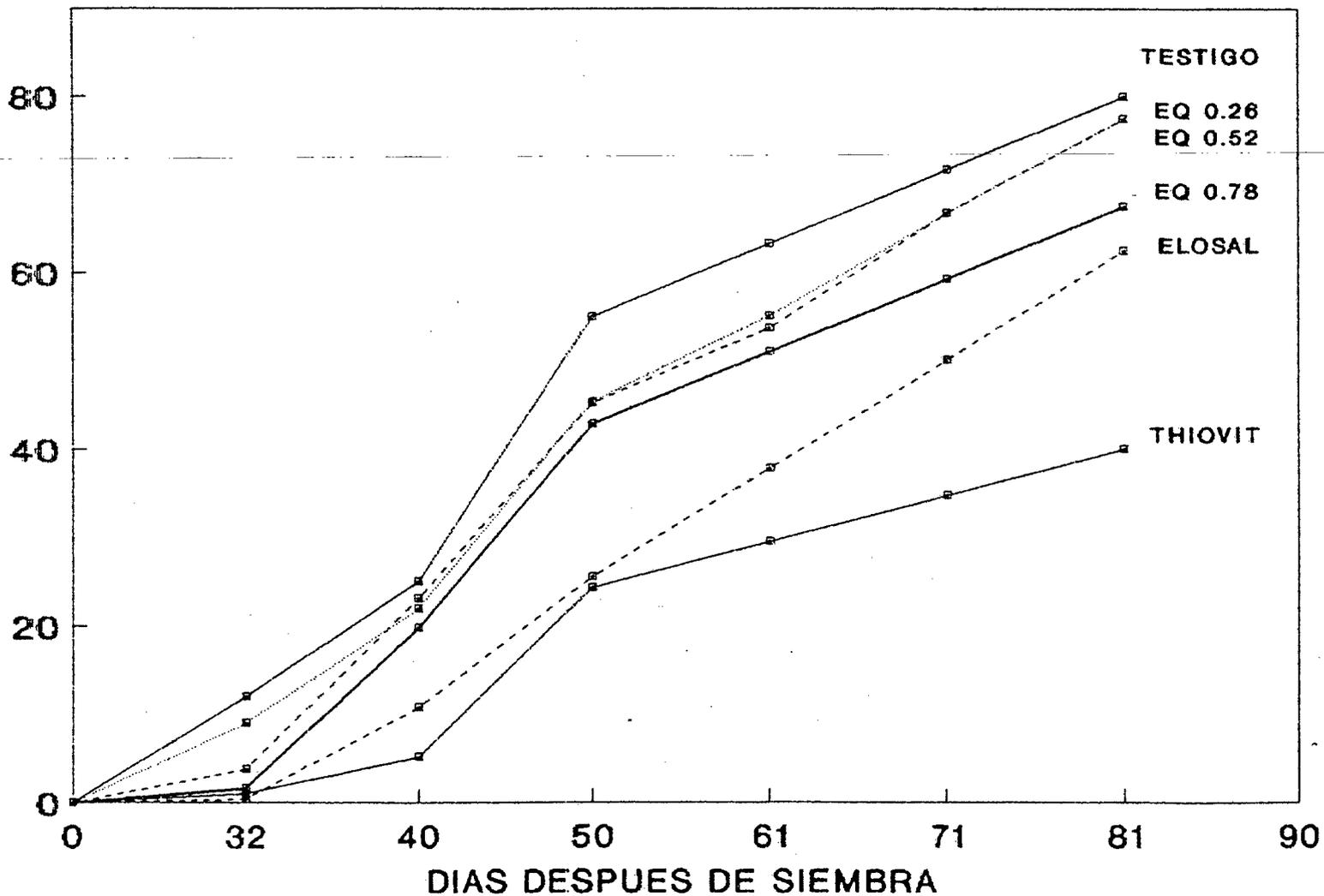


Figura 5A Efecto de los fungicidas sobre la severidad de cenicilla (*Erysiphe* sp.)

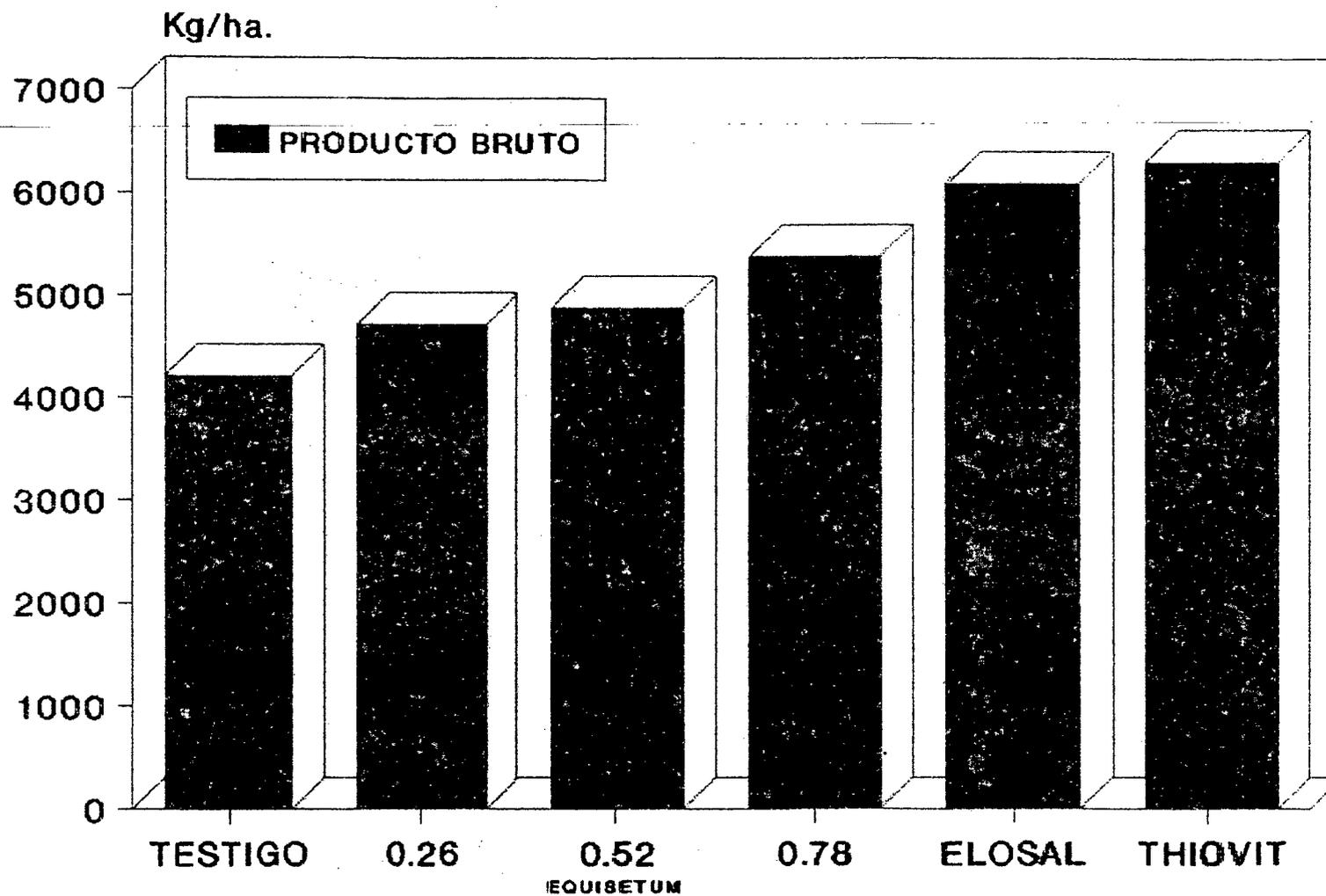


Figura 6A Efecto de fungicidas para el control de cenicilla sobre el rendimiento en arveja china

Cuadro 16 "A" Numero de aplicaciones y cantidades gastadas de los productos evaluados en el control de cenicilla

Aplicaciones	Thiovit 1.5 kg/ha	Elosal 0.75 kg/ha	Equisetum 1.0 kg/ha	Equisetum 2.0 kg/ha	Equisetum 3.0 kg/ha
1	1.50	0.75	0.26	0.52	0.78
2	1.50	0.75	0.26	0.52	0.78
3	3.00	1.50	0.52	1.04	1.56
4	4.50	2.25	0.78	1.56	2.34
5	4.50	2.25	0.78	1.56	2.34
6	4.50	2.25	0.78	1.56	2.34
7	9.00	4.50	1.56	3.12	4.68
8	9.00	4.50	1.56	3.12	4.68
9	9.00	4.50	1.56	3.12	4.68
10	9.00	4.50	1.56	3.12	4.68
Total	55.50	27.75	9.36	18.72	28.08

Cuadro 17 "A" Porcentaje de severidad de cenicilla en arveja china, por producto evaluado

Lectura	Thiovit 1.5 kg/ha	Elosal 0.75 kg/ha	Equisetum 1.0 kg/ha	Equisetum 2.0 kg/ha	Equisetum 3.0 kg/ha	Testigo
1	1.04	0.41	3.78	1.61	8.99	12.00
2	5.15	10.18	23.10	19.81	21.89	24.99
3	24.34	25.52	45.24	42.85	45.40	55.00
4	29.56	37.85	53.78	51.06	55.18	63.30
5	34.80	50.17	66.75	59.28	66.80	71.66
6	40.00	62.50	77.50	76.50	77.50	80.00



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem. 023-93

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO FUNGICIDA DE COLA DE CABALLO
 (Equisetum arvense) EN ARVEJA CHINA (Pisum sativum)
 Y SU APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO"

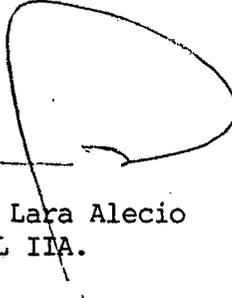
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARITZA JUDITH GOMEZ GOMEZ.

CARNET No: 60222

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edgar Tambito
 Ing. Agr. Salvador Sánchez
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez
 Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin

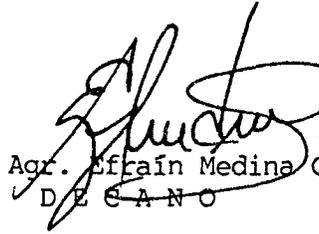
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. Agr. Edil Rodríguez
 ASESOR



 DIRECCION Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina Guzmán
 DECANO


c.c. Control Académico
 Archivo
 /pr.