

8391

10410

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

EFFECTOS DE UN INHIBIDOR DE QUITINA SOBRE EL GUSANO
BLANCO Premnotrypes vorax (Hustache) Y POBLACIONES DE
INSECTOS BENEFICOS EN TOCA (BOYACA)

MARTIN BERNARDO GUERRERO RODRIGUEZ

ELSA RUBIELA PINZON RODRIGUEZ

Tesis de Grado presentada como requi-
sito parcial para optar al título de In-
geniero Agrónomo.

Presidente : RODRIGO VERGARA RUIZ
I. A., M. Sc.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TUNJA, 1987

" LOS AUTORES Y EL PRESIDENTE DE TESIS QUIEN
ES COAUTOR SON RESPONSABLES DE LAS IDEAS
EMITIDAS EN EL PRESENTE TRABAJO "

DEDICO A :

MIS PADRES : BERNARDINO Y LUCILA

MIS HERMANOS : EDGAR EDUARDO Y ESPOSA

WILSON JOSE Y ESPOSA

ADALBERTO

ROBINSON

MIS SOBRINITAS : NOHORA ALEJANDRA y

JULIANA MARCELA

MIS FAMILIARES Y AMIGOS

EN ESPECIAL A ELSA RUBIELA POR SU AYUDA Y

CARIÑO.

MARTIN .

DEDICO A :

MIS PADRES : JOSE DEL CARMEN Y YOLANDA I.

MIS HERMANAS : CARMEN YOLANDA, GLORIA INES,
MAGDA MIREYA.

MI SOBRINO : RICARDO JOSE

MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

RUBIELA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos :

- A RODRIGO VERGARA RUIZ, I.A., M.Sc., Presidente de Tesis.
- A ADOLFO LEON VARELA LOPEZ, I.A., Jurado Calificador.
- A FRANCISCO TORRES CARVAJAL, I.A., M.Sc., Jurado Calificador.
- A ALONSO MORENO DIAZ, I.A., Ph. D., Decano FACIAT.
- A HERNANDO HURTADO VARGAS, I.A., Secretario FACIAT.
- A JOSE MARIA TRUJILLO V., Ec., Profesor FACIAT.
- A LUIS GUILLERMO DIAZ, Lic. Mat. y Est., Profesor UPTC.
- A JOSE C. GUIO F., I.A., Propietario de la Finca.
- A BEATRIZ AGUDELO DE BERDUGO, Lic. , Secretaria FACIAT.
- A LUIS MARTIN BERDUGO MOJICA, Lic., Técnico Estación Climatológica.
- A CELAMERCK COLOMBIANA , Entidad Patrocinadora.
- A Todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 DESCRIPCION DEL GUSANO BLANCO DE LA PAPA - <u>Premnotrypes vorax</u> (Hustache) (Coleóptera : Curculionidae)	6
2.1.1 Clasificación taxonómica	6
2.1.2 Ciclo de vida	7
2.1.2.1 Huevo	8
2.1.2.2 Larva	9
2.1.2.3 Pupa	10
2.1.2.4 Adulto	11
2.2 CONTROLADORES DEL GUSANO BLANCO DE LA PAPA <u>P. vorax</u> (Coleóptera : Curculionidae)	13
2.2.1 Control cultural	15
2.2.2 Control biológico	16
2.2.3 Control químico	17

	Pág.
2.3 LOS INHIBIDORES DE LA SINTESIS DE LA QUITINA	19
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1 MATERIALES	23
3.1.1 Material vegetal	23
3.1.2 Material entomológico	25
3.1.3 Material químico	26
3.1.3.1 Insecticida biológico CME 134-06 (Teflubenzurón)	26
3.1.3.2 Testigo comercial	31
3.1.4 Marco geográfico	32
3.1.5 Desarrollo y manejo del cultivo	34
3.2 METODOLOGIA	41
3.2.1 Diseño metodológico	41
3.2.2 Métodos de campo	43
3.2.2.1 Muestras y recuentos	43
3.2.2.2 Evaluación de la eficiencia	45
3.2.3 Métodos de laboratorio	47
3.2.4 Métodos estadísticos	49
3.2.5 Métodos económicos	49

	Pág.
4. RESULTADOS Y DISCUSION	51
4.1 RESULTADOS DE CAMPO	51
4.1.1. Análisis estadístico	52
4.1.1.1 Porcentaje de daño	52
4.1.1.2 Producción	57
4.1.1.3 Índice de daño	61
4.1.1.4 Porcentaje de control	66
4.1.2 Correlaciones lineales	70
4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO	76
4.2.1 Pruebas con adultos de <u>P. vorax</u>	78
4.2.2 Pruebas con adultos de <u>Eriopis connexa connexa</u> G. .	78
4.3 ANALISIS ECONOMICO	86
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1 CONCLUSIONES	89
5.2 RECOMENDACIONES	92
6. RESUMEN	93

Pág.

BIBLIOGRAFIA 96

ANEXOS 100

LISTA DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1.	Características físico-químicas de los ingredientes activos	29
TABLA 2.	Tratamientos - control de <i>P. vorax</i> con Teflubenzurón. Semestre A de 1986. Toca (Boyacá)	37
TABLA 3.	Anova porcentaje de daño	54
TABLA 4.	Tabla de Duncan para porcentaje de daño	55
TABLA 5.	Anova producción	59
TABLA 6.	Anova índice de daño	62
TABLA 7.	Tabla de Duncan para índice de daño	63
TABLA 8.	Anova porcentaje de control	67
TABLA 9.	Tabla de Duncan para porcentaje de control - (tratamientos)	68
TABLA 10.	Tabla de Duncan para porcentaje de control . - (bloques)	71
TABLA 11.	Resultados de las pruebas de exposición en el laboratorio. Porcentaje de mortalidad	79
TABLA 12.	Resultados de las pruebas de exposición con <u>Eriopsis</u> sp. porcentajes de mortalidad	83

Pág.

TABLA 13. Resultados del análisis económico del ensayo 88

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
FIGURA 1.	Localización geográfica del ensayo	33
FIGURA 2.	Diagrama de árbol. Arreglo de tratamientos en bloques al azar. Control de <i>P. vorax</i> con Teflubenzurón. 1986 A. Toca (Boyacá)	36
FIGURA 3.	Estado del cultivo a los 80 días	39
FIGURA 4.	Panorámica del lote experimental. Nótese la pendiente del terreno	44
FIGURA 5.	Detalle de una parcela constituido por tres surcos.	46
FIGURA 6.	Diagrama de Duncan para porcentaje de daño ...	56
FIGURA 7.	Porcentaje de Daño. Histograma	58
FIGURA 8.	Producción en kg. Histograma	60
FIGURA 9.	Diagrama de Duncan para índice de daño	64
FIGURA 10.	Índice de daño. Histograma	65
FIGURA 11.	Diagrama de Duncan para porcentaje de control - (tratamientos)	69
FIGURA 12.	Diagrama de Duncan para porcentaje de control (bloques)	71
FIGURA 13.	Porcentaje de control. Histograma	72

	Pág.
FIGURA 14. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre el % de daño y el índice de daño (promedios) del mismo ensayo	74
FIGURA 15. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre el % de daño y el porcentaje de control (promedios) en el mismo ensayo	75
FIGURA 16. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre las variables porcentaje de control e índice de daño	77
FIGURA 17. Curvas de mortalidad de <u>P. vorax</u> con Teflubenzurón	80
FIGURA 18. Curvas de mortalidad de <u>P. vorax</u> con Carbofurán ..	81
FIGURA 19. Efecto del Teflubenzurón sobre <u>Eriopis</u> sp.	84
FIGURA 20. Efecto del Carbofurán sobre adultos de <u>Eriopis</u> sp. -	85

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Porcentaje de daño en cada parcela	101
ANEXO 2. Producción por parcela en kg	102
ANEXO 3. Índice de daño en cada parcela	103
ANEXO 4. Porcentaje de control en cada parcela	104
ANEXO 5. Resultados de las correlaciones entre las diferentes variables	105

1. INTRODUCCION

En la constante búsqueda de soluciones a los numerosos problemas de diversa índole que aquejan la agricultura colombiana, ocupa un destacado lugar la lucha contra los insectos plagas, los cuales causan cuantiosas pérdidas no sólo mermando la producción y calidad de los productos, sino también demandando un elevado costo en la implementación de su control.

Colombia, considerado un país de vocación agrícola, tiene el privilegio de poseer en sus zonas de clima frío, el ecosistema propio para cultivar papa Solanum tuberosum sp. andígena J. C. Hawkes, que es probablemente el tubérculo de mayor consumo, pero su cultivo, es uno de los más delicados en cuanto al manejo de los problemas fitosanitarios.

Existen diferentes factores difíciles ante los cuales los productores de papa se ven frecuentemente enfrentados, en un trabajo que va desde el mismo momento en que deciden cultivar el producto, hasta cuando éste debe ser entre-

gado al consumidor en un mercado que adolece de garantías tanto para vendedores como para compradores.

En el área entomológica, la plaga de mayor importancia económica en todo el país dentro del cultivo de la papa, es el gusano blanco Premnotypes vorax (Hustache) (Coleóptera : Curculionidae). Esta importancia se refleja en la reducción de los precios del tubérculo en el mercado, cuando presenta síntomas de daño por el mencionado insecto.

Si se tienen en cuenta los datos numéricos que reflejan la importancia del cultivo en Colombia, se puede acentuar aún más la necesidad de buscar solución al problema que representa el gusano blanco, ya que el cultivo se ubica desde los 2000 a 3500 m.s.n.m. y en una extensión que según los cálculos de Fedepapa alcanza unas 160.000 hectáreas, en todo el territorio nacional, produciendo al año dos millones de toneladas aproximadamente, labor en la cual se hallan comprometidas unas 90.000 familias.

Boyacá, Cundinamarca y Nariño, constituyen entre otras, las zonas paperas más importantes del país, y por tanto en ellas se presenta una alta incidencia de la plaga, la cual ha llegado a provocar pérdidas que alcanzan hasta el 100%, fenómeno este que incide directamente en el bienestar del agricultor.

Muchos han sido los trabajos que se han adelantado sobre el control químico del gusano blanco P. vorax. Indudablemente, la utilización de los plaguicidas ha sido y será una de las soluciones técnicas determinantes en el control de dicha plaga. Sin embargo, la toxicidad para las diferentes formas de vida terrestre, su persistencia en la naturaleza y otros factores derivados del uso y abuso de estas sustancias químicas, han hecho que el hombre pierda paulatinamente su confianza en ellas y se vea obligado a buscar otras soluciones. Por esta razón, las empresas productoras de plaguicidas, han centrado su investigación en la búsqueda de sustancias capaces de producir el mismo o mayor efecto que los químicos empleados tradicionalmente en cuanto a efectividad en el control, pero que causen el mínimo daño en los organismos considerados como "nontarget". Entre estas sustancias, los inhibidores de la síntesis de quitina han llamado poderosamente la atención, y en pruebas realizadas en otros países, han demostrado que pueden llegar a constituirse en la mejor alternativa para la solución de los problemas entomológicos del agro.

La importancia de estos productos radica en que representan menos riesgos que los químicos usados tradicionalmente, por cuanto no actúan como venenos, sino que alteran la fisiología del insecto, asegurando además la disminución de la contaminación ambiental y los riesgos para el hombre y animales domésticos.

Debido a que son muy pocos los ensayos realizados en Colombia y especialmente en el departamento de Boyacá, utilizando los inhibidores de quitina, los resultados que se anotan en este texto como consecuencia de la investigación encaminada a contribuir en la solución del problema que representa el gusano blanco de la papa, mediante la utilización del insecticida biológico CME 13406 (Teflubenzurón), no pueden ser tomados como norma definitiva debido a que el campo investigativo referente a la plaga es muy amplio y a que las condiciones imperantes en el ecosistema propio del cultivo están sujetas a variaciones no controlables por el hombre, presentándose por lo tanto cambios que afectan en mayor o menor grado el comportamiento de plaga y producto a través de cada ciclo vegetativo.

Básicamente, los objetivos perseguidos al realizar esta investigación fueron los siguientes :

- Ensayar y analizar la incidencia de un nuevo insecticida biológico en el control de gusano blanco Premnotrypes vorax (Hustache) - (Coleóptera : Curculionidae), y su efecto sobre poblaciones de fauna benéfica.

- Cualificar y cuantificar la capacidad de control de gusano blanco P. vorax por parte del nuevo producto, frente al testigo comercial, tanto en el campo como en el laboratorio.

- Determinar si las cantidades del producto en ensayo son las más adecuadas y establecer cuáles son las épocas de aplicación más convenientes.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCION DEL GUSANO BLANCO DE LA PAPA Premnotypes vorax (Hustache) (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE).

2.1.1 Clasificación taxonómica.

Villamizar, Becerra y Vergara (31), en su trabajo sobre Biología, ciclo de vida y control químico del P. vorax, anotan que según R. E. Warner, citado por Zenner y Posada, la clasificación taxonómica es la siguiente :

Orden	:	Coleóptera
Suborden	:	Poliphaga
Familia	:	Curculionidae
Subfamilia	:	Otiorrhynchinae
Género	:	Premnotypes
Especie	:	<u>Premnotypes vorax</u> (Hustache)

En igual forma, Villamizar, Becerra y Vergara (31), en la misma investigación, dicen que diferentes autores, tales como Kuschel, citado por Zenner y Posada, anotan como sinonimias las siguientes :

Tripopremnon lattithorax (Pierce)

Solanophagus vorax (Hustache)

Plastoleptops solanivorax (Heller)

2.1.2 Ciclo de vida.

Estudios realizados por Camacho, Fajardo y Vergara (4), indican que la plaga presenta metamorfosis completa u holometabólica, la cual comprende los estados de huevo, larva, pupa y adulto.

Al relacionar el ciclo de vida de la planta, con los hábitos y ciclo de vida del gusano blanco, se ha podido establecer que en el período comprendido entre la siembra y el inicio de la germinación, el cultivo debe permanecer totalmente libre de la presencia de adultos de esta plaga. Durante este período, bajo condiciones naturales, la población del insecto en estado adulto se incrementa aumentando la oviposición, la cual se realiza cerca de las plantas en crecimiento. La eclosión de estos huevos se lleva a cabo 30 días

después, o sea desde la iniciación de la formación de tubérculos en adelante, garantizando adecuado alimento para las larvas (2).

Zenner y Posada (33), afirman que el ciclo de vida del gusano blanco es variable de acuerdo a la humedad del suelo y a la presencia de alimento. Desde la oviposición hasta el momento de emerger de la cámara pupal, pueden transcurrir de 2.5 a 4 meses.

El adulto puede vivir más de cuatro meses. Adultos sometidos a cautiverio y sin ningún tipo de alimentación, supervivieron por más de 40 días (4).

2.1.2.1 Huevo.

Calvache y Alvarado (2), afirman que los huevos son cilíndricos, ligeramente ovalados, con una longitud de 1.7 mm. y un diámetro de 0.5 mm en promedio. Recién ovipositados son de color blancobrilante, recubiertos por una sustancia mucilaginosa y a medida que se desarrollan se tornan de color ámbar opaco, pudiéndose diferenciar la cabeza de la larva.

La oviposición es realizada sobre tallos secos de cebada y trigo, residuos de cosecha, en el suelo o en el tubérculo dentro de pequeñas perforaciones que

realiza la hembra con el pico (33).

El gusano blanco P. vorax, es diferente a otras especies que atacan el mismo cultivo en otros países de Sur América. Como hospedero principal tiene la papa, pero posiblemente ataca otras solanáceas y algunas gramíneas, entre ellas cebada Hordeum vulgare L., trigo Triticum vulgare L., kikuyo - Pennisetum clandestinum Hochst., y otros pastos que al menos le sirven de lugar de refugio para ovipositar (34).

Se encuentran de 15 a 30 huevos que son incorporados mediante la preparación del suelo. Eclosionan luego de la oviposición cuando han transcurrido de 20 a 30 días (33).

2.1.2.2 Larva.

Zenner y Posada (33), la describen como la fase más conocida debido a su presencia en el tubérculo. Recién eclosionadas miden de 1.12 a 1.25 mm de largo. La cabeza es amarilla y fácilmente diferenciable. El resto del cuerpo es inicialmente ámbar y luego se va tornando cremoso; posee setas largas en cada segmento. Son ápodas pero de movimientos rápidos en sus primeros estados y a medida que se va acercando el período pupal, se tornan

lentas. Para entonces el cuerpo ha tomado forma de "C".

Esta larva pasa por cinco instares; carece de verdaderas patas torácicas, pero en su reemplazo posee abultamientos provistos de setas (33).

El gusano blanco P. vorax, es sin lugar a dudas y hasta el presente la plaga más severa e importante del cultivo de la papa. Los daños son de tal naturaleza que pueden causar la pérdida total de la cosecha. Las larvas penetran a los tubérculos perforando galerías sinuosas y profundas (33).

El estado larval oscila entre 33 y 51 días; una vez que se aproxima el final del estado larval, sale del tubérculo para empupar en cámaras que elabora en el suelo (33).

2.1.2.3 Pupa.

Es de color blanco, típicamente exarata o libre, puesto que sus apéndices se encuentran expuestos exteriormente, doblados hacia atrás y adentro (33).

La larva previa a empupar sale del tubérculo y empupa en el suelo a una profundidad de 10 a 25 cm de la superficie, en una celda pupal de tierra.

Este estado tiene una duración aproximada de 15 a 25 días (8).

2.1.2.4 Adulto.

El adulto de P. vorax se alimenta de follaje y tallos; el daño puede ser importante en estado de plántula cuando se presentan altas poblaciones de los adultos (31).

El adulto de gusano blanco presenta coloraciones que van desde el café rojizo a pardo oscuro o casi negro; su tamaño varía entre 5 y 7 mm de largo, por 2 a 4 mm de ancho; su cabeza posee un pico corto desviado hacia abajo; posee antenas geniculadas que constan de nueve segmentos; sus ojos son compuestos, de color negro y forma ovalada (33).

El tórax, escultrado con cuatro protuberancias dorsales : dos ubicadas en el mesotórax y dos en el metatórax. Posee además otras cuatro salientes laterales con igual distribución. Todas las salientes son cubiertas de escamas y setas en forma de espinas (33).

Las coxas de las patas son globosas y en el fémur y la tibia se presentan vellocidades y escamas. Fórmula tarsal 4-4-4; el tercer segmento dorsal es bilobulado y el último presenta dos garras fuertes (31).

Los élitros son coriáceos con estrías longitudinales y pubescentes. No posee alas membranosas, por tanto no vuela. Su habilidad para mimetizarse le protege de sus enemigos y le ayuda en la supervivencia; posee una adaptabilidad total a la vida subterránea y a las condiciones de su hábitat. Se mimetiza en todas las etapas de su desarrollo y en el estado adulto puede confundirse fácilmente con los terrones (4).

Al emerger el adulto de la cámara pupal, pasa por un pequeño período de inmovilidad, que tiene una duración de 12 a 25 días, período conocido como de melanización, tiempo en el cual el adulto adquiere su color oscuro normal; luego sale y en la superficie realiza la cópula (8).

Los adultos de P. vorax durante el día se refugian bajo la tierra o cerca de los tallos de la papa, ya que presentan fototropismo negativo (2).

Su vida nocturna trasciende muy activa, pues sube a las ramas para alimentarse de las hojas. Al ser perturbado se deja caer para fingirse muerto (33).

2.2 CONTROLADORES DEL GUSANO BLANCO DE LA PAPA -

Premnotypes vorax (Hustache) (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE).

Tanto en Colombia como en los demás países productores de papa, son numerosos los ensayos que en control de sus plagas se han realizado.

Uno de los primeros trabajos conocidos para controlar gusano blanco, se realizó en el Ecuador, en donde se utilizaron los organoclorados Aldrín, Dieldrín y Heptacloro, los cuales en su momento obtuvieron muy buenos resultados, pero a la postre demostraron su alta toxicidad, por lo cual han ido desapareciendo del mercado (18).

Referente a las investigaciones realizadas en el país, Zenner y Posada, citados por Calvache y Alvarado (2), formularon las siguientes medidas de control encaminadas a reducir las poblaciones de la plaga :

- Realizar una buena preparación del suelo.
- Controlar las malezas gramíneas.
- Aplicar un insecticida residual al suelo antes de la última rastrillada

o al momento de la siembra.

- Aplicar un insecticida de contacto a la germinación completa.
- Hacer una segunda aplicación antes del aporque, para el control de larvas recién nacidas.

En 1969 Zenner y Posada, citados igualmente por Calvache y Alvarado (2), son quienes establecen que para obtenerse un control satisfactorio, deben hacerse tres aplicaciones de insecticidas, norma que actualmente es recomendada por el ICA.

En trabajos de investigación realizados por Calvache en la estación experimental de Obonuco y otros previos, por Zenner y Posada, éstos coinciden con la necesidad de adelantar un plan de control integrado conformado por :

- Control cultural
- Control biológico
- Control químico.

2.2.1 Control cultural.

La buena preparación del suelo debe ser una práctica obligada en el intento de controlar la plaga. Las dos características más importantes a tener en cuenta son : la profundidad, ya que una arada bien profunda puede llegar a destruir celdas pupales, y la eliminación de terrones, ya que en ausencia de éstos, el adulto se ve obligado a refugiarse debajo de la planta donde es más vulnerable a ser alcanzado por el control químico. La eliminación de malezas, especialmente las de hoja ancha, deja al insecto sin protección, pues le brindan al insecto ambiente oscuro y fresco, además, le sirven como depositarias de los huevos. (13).

La práctica del aporque realizada debida y oportunamente, es un modo de separar los adultos y sus posturas de la zona de tubérculos. Esta práctica aunada a un buen control químico constituye el método más eficiente para el control de la plaga (2).

Zenner y Posada, citados por Calvache y Alvarado (2), recomiendan una cosecha temprana cuando se ha comprobado que los tubérculos tienen gusano blanco; así se elimina en parte el daño causado por la larva y se interrumpe el ciclo del insecto.

Zenner, en sus aportes a los informes de temas de orientación agropecuaria TOA (28), anota que como regla general no debe dejarse una cosecha afectada en el suelo, ya que constituye el medio ideal para la multiplicación de la plaga. Además debe tenerse en cuenta que el uso de semillas libres de larvas de gusano blanco, es una medida cultural indispensable para evitar la distribución de esta plaga en áreas nuevas.

Calvache y Posada (3) en trabajos realizados muy recientemente, evaluaron el efecto de barreras naturales en el control de gusano blanco y concluyeron que las ibias Oxalis tuberosa, constituyen una especie vegetal con características promisorias para el tratamiento del problema del gusano blanco.

2.2.2 Control biológico.

Con referencia a este tipo de control, Amaya y Bustamante, citados por Calvache y Alvarado (2), realizaron un reconocimiento en las zonas paperas de la Sabana de Bogotá y encontraron que las larvas de gusano blanco, eran atacadas por los hongos Geotrichum sp. y Spicaria sp.

Posada y García, citados por Calvache y Alvarado (2), reportan el hongo Cephalosporium sp. parasitando larvas. En Obonuco se encontró un hongo

que parasita adultos; fue identificado como un entomófago del género Fusarium .

Martínez y Calvache, igualmente nombrados por Calvache y Alvarado (2), afirman que se ha podido determinar que la humedad incide en la eficacia del hongo para controlar los adultos de gusano sin perjudicar los procesos de desarrollo de la planta.

2.2.3 Control químico.

Desde el punto de vista médico, la bondad de un insecticida estriba en su alta efectividad para los insectos y baja toxicidad para los mamíferos; entre mayor sea el margen de la dosis efectiva (contra insectos), y la dosis tóxica (para el hombre), mayor será la seguridad que brinde. Los efectos tóxicos dependen de una diversidad de factores inherentes al agente mismo, al ambiente y al huésped, que introducen numerosas variables en la labor de calificar la peligrosidad de un compuesto (7).

Según Vergara (29), el control químico no es más eficaz y sí más costoso y debe ser utilizado según las recomendaciones del ICA, por cuanto la plaga no tiene establecido su índice de umbral económico.

Entre los productos investigados y que han arrojado resultados aceptables en el control del insecto plaga, merecen citarse :

Aldicab, Carbofurán y Metamidofox, recomendados por Calvache y Alvarado (2), quienes aconsejan una aplicación antes de la deshierba con un insecticida de contacto y otra al momento del aporque con un producto granular, sistémico y de contacto.

Agronexit lindano, trabajado en Boyacá por Villamizar, Becerra y Vergara (31), demostró un aceptable grado de eficacia; ellos recomienda aplicarlo en forma de polvo mojable al momento de la deshierba, en una dosis de 60 kg/ha para control de adultos, o la formulación de polvo soluble al 25%.

Lura, Sandoval y Varela (18), trabajando Difotane 7.5 g, obtuvieron una efectividad del 86.9%. Se aplicó una dosis de 60 kg por hectárea de producto comercial, distribuído por partes iguales al momento de la siembra y al aporque.

Calvache y Alvarado (2), en sus estudios comparativos sobre control de P. vorax, establecen que el producto que ha mostrado mayor efectividad -

es el Furadán (Carbofurán), usando cualquiera de sus formulaciones aplicadas en las tres épocas ya establecidas.

2.3 LOS INHIBIDORES DE LA SINTESIS DE QUITINA.

Una característica de los insectos que ha sido importante en su evolución, es la naturaleza de la pared de su cuerpo. Los insectos no tienen huesos, sino que están cubiertos externamente por un exoesqueleto duro y flexible, la cutícula. Este exoesqueleto es más ligero y fuerte que el hueso, pero notablemente resistente a la solución o corrosión, no siendo afectado visiblemente por cualquiera de las sustancias químicas ordinarias tales como el agua, solventes orgánicos, ácidos fuertes, álcalis y los líquidos digestivos de los animales (20).

Aparte de las funciones estructurales, la cutícula es uno de los sistemas orgánicos estructurales y un sitio de actividad bioquímica completa. Morfológicamente está compuesta por una sola capa de células hipodérmicas; éstas son las fuentes de secreciones que forman las capas exteriores de la cutícula y también el fluído de las mudas, conteniendo una mezcla de enzimas quitinosas y la proteasa, la cual disuelve la cutícula vieja (20).

La cutícula quitinosa es la estructura principal de exoesqueleto. La quitina es un polisacárido formado de unidades de cadena larga de N-Acetil D-Glucosamina. Este material constituye del 30 al 60% del peso promedio de la exo y endocutícula (24).

También se han detectado concentraciones de quitina en la tráquea, glándulas, sistema digestivo y genitales (20).

Durante el desarrollo de los insectos, éstos padecen cambios en los cuales forman nuevas cutículas y mudan las viejas; en la actualidad se han desarrollado productos capaces de interferir en este proceso, ya que inhiben la síntesis de quitina, al actuar sobre la quitina sintetasa que es la enzima final en el proceso por medio del cual, la quitina es sintetizada a partir de la glucosa (20).

Sin embargo, el modo específico de acción de los inhibidores no ha podido ser comprobado con exactitud, por causa de dificultades técnicas para aislar la enzima pura (20).

No sólo la agricultura se verá beneficiada con el uso de los inhibidores de la síntesis de quitina (insecticidas biológicos), ya que en los últimos años

un nuevo grupo de componentes ha sido evaluado, utilizándolos contra insectos importantes desde el punto de vista médico (22).

En el departamento de Boyacá, Espinosa, Urrutía y Vergara (8), realizaron el primer trabajo, ensayando un inhibidor de quitina, el Triflumurón, el cual arrojó un porcentaje de control mayor del 90%.

En la Estación Experimental de Obonuco se ensayó el mismo producto (Triflumurón) y, el efecto se manifestó en la poca quitinización de los cóndilos y área incisiva de las mandíbulas del embrión, lo cual dificultó la eclosión (2).

La Compañía Celamerck Ingelheim de la República Federal de Alemania, ha venido desarrollando un nuevo regulador del crecimiento de los insectos (inhibidor de quitina), denominado según sus claves internas CME 134-06 y cuyo ingrediente activo es el Teflubenzurón.

Es un insecticida biológico compuesto a base de benzoyl úrea, con un excelente margen de producción, seguridad y una ausencia de toxicidad casi total para con los mamíferos (5).

La formulación en prueba ha resultado ser promisorio controlando las fases del desarrollo de lepidópteros y coleópteros dañinos. Entre las propiedades físico químicas de la formulación, está el ser viscosa, altamente líquida después de agitada, contiene 150 g de ingrediente activo por litro de solución y su compatibilidad no solo se extiende al agua, sino a la mayoría de los insecticidas y fungicidas (5).

3. MATERIALES Y METODOS

Durante el desarrollo de la investigación, se hizo uso de los siguientes materiales y métodos.

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Material vegetal.

La especie vegetal Solanum tuberosum sp. andígena J. C. Hawkes, cultivo en torno al cual gira la investigación, según Pérez citado por Espinosa, Urrutia y Vergara (8), se encuentra clasificada de la siguiente manera :

Reino	:	Vegetal
Sub-reino	:	Fanerógama
División	:	Angiosperma
Clase	:	Semipétala
Orden	:	Tubifloras
Familia	:	Solanaceae
Género	:	Solanum
Especie	:	<u>Solanum tuberosum</u> L.
Sub-especie	:	Andigena
Variedad	:	Tuquerreña

Aunque en la finca que se utilizó como campo de experimentación existen antecedentes de ataque de gusano blanco Premnotrypes vorax (Hustache) (Coleóptera : Curculionidae), se utilizó semilla infestada para asegurar la presencia de la plaga en el cultivo. Esto concuerda además con las condiciones en las cuales trabaja el agricultor, ya que generalmente utiliza semilla de muy baja calidad, que en la mayoría de los casos es portadora de la plaga, o luego de clasificar el tubérculo para llevarlo al mercado, deja aquel que no entra al mismo, una parte para el consumo familiar y la otra para su utilización como semilla en el siguiente cultivo.

El manejo de la semilla se hizo siguiendo las mismas pautas del agricultor, buscando una mayor representatividad de las condiciones en que se trabaja en la zona.

3.1.2 Material entomológico.

El gusano blanco de la papa P. vorax, es la especie insectil que se buscó controlar a lo largo de la investigación. Taxonómicamente está ubicado dentro del orden Coleóptera y familia Curculionidae.

Es actualmente considerado como plaga clave o más importante en el cultivo de la papa. Ataca los tubérculos demeritando su calidad, ya que fabrica dentro de ellos galerías de diferente profundidad, que van desde superficiales hasta aquellas que le atraviesan completamente.

El ataque del gusano blanco se diferencia del de otros insectos plaga, porque el orificio de entrada tiene forma circular bien definida, y en la mayoría de los casos se encuentra el insecto en su fase de larva.

Se ha establecido que el insecto pasa por cinco instares larvales, al final de los cuales abandona el tubérculo para continuar su ciclo de vida fuera de él.

Debido a que la investigación también se dirigió a analizar los efectos que sobre la fauna benéfica produce el insecticida biológico en prueba, se utilizaron insectos de la especie Eriopis connexa connexa (Germar) (Coleóptera : Coccinellidae).

3.1.3 Material químico.

3.1 3.1 Insecticida biológico CME 134-06 (Teflubenzurón).

La cutícula es uno de los componentes del integumento o pared de los insectos, importante debido a que suministra protección y soporte por medio de su rigidez y dureza, proporciona impermeabilidad y evita la desecación. Está formada por tres capas entre las cuales la más externa, denominada epicutícula, posee altas concentraciones de quitina, polisacárido importante en su constitución. Durante su desarrollo los insectos sufren transformaciones en las cuales renuevan su cutícula. En la actualidad se han desarrollado productos capaces de interrumpir este proceso; uno de ellos es el CME 134-06 (Teflubenzurón), el cual es presentado en forma de suspensión concentrada. La formulación debe ser guardada a temperatura ambiente, pero de ninguna manera por debajo de 0°C. Con aplicar una leve llovizna sobre el objetivo, se obtienen muy buenos resultados y sobresaliente efecto residual.

- Toxicología y seguridad ambiental.

Según los informes técnicos (5, 6), la formulación CME 134-06 (Teflubenzurón), fué probada en ratas, administrándola oralmente. No ocurrió mortalidad en la dosis probada de 5.000 mg/kg, ni se observó síntomas de envenenamiento en los animales tratados.

La toxicidad dérmica fué probada administrando el producto a la piel de ratas en una dosis de 5.000 mg/kg, no observándose toxicidad ni envenenamiento (5).

La toxicidad por inhalación se ensayó exponiendo ratas de ambos sexos en concentraciones de 1.524 y 1.712 mg/m³ de aire. No hubo mortalidad en ambas dosis (5).

In-vitro se evaluó el potencial mutagénico del producto, sobre una bacteria (5 razas de Salmonella typhimurium), en presencia y ausencia de un sistema metabolizante. No hubo actividad mutagénica alguna en la caja de petri utilizada para la prueba, a pesar de la gran cantidad de material usado (5.000 mg/caja) (5).

En forma similar el metabolismo puro del ingrediente activo no causó efectos mutagénicos. En pruebas filtradas, usando tres tipos de suelos como patrones (standar), el ingrediente no se detectó en la muestra; en el suelo, éste se separa rápidamente. El 50% del producto se descompuso después de dos semanas en arena con alto contenido de materia orgánica, y seis semanas después en una marga arenosa (utilizando acetona como solución).

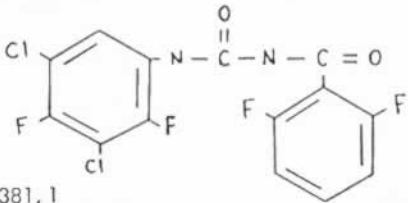
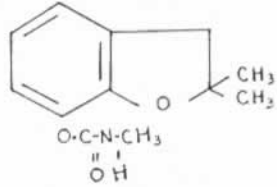
A causa de su modo de acción, CME 134-06 (Teflubenzurón) hasta la fecha no ha afectado insectos benéficos (5) (Ver Tabla 1).

- Propiedades insecticidas.

CME 134-06 (Teflubenzurón) actúa como veneno estomacal; además, pruebas de control en el laboratorio y en el campo, demuestran que el producto influye en la fertilidad del insecto. Tratamientos aplicados sobre escarabajos de la habichuela y gorgojos de la bellota del algodnero, redujeron la viabilidad de huevos e incrementaron la mortalidad de larvas (5).

Hasta ahora las experiencias en este campo sobre maracuyá Passiflora edulis L., frutas duras, uvas Vitis vinifera L., cítricos, algodón Gossypium hirsutum L., maíz Zea mayz L., tabaco Nicotiana tabacum L., tomate -

TABLA 1. Características físico químicas de los ingredientes activos.

Características	T e f l u b e n z u r ó n	C a r b o f u r á n
Nombre genérico	Teflubenzurón	Carbofurán
Nombre químico	1-(3,5-dicloro-2,4-difluorofenil) - 3 - (2,6-difluorobenzoyl) - Urea.	2,3-dihidro-2,2-dimetil - 7 - benzofuranil - n - metil carbamato.
Fórmula condensada	$C_{14}H_6Cl_2F_4N_2O_2$	$C_{12}H_{15}NO_3$
Fórmula estructural		
Peso molecular	381,1	221,26
Punto de fusión	223°C a 225°C	150°C a 152 °C
Estabilidad	Al frío : Baja a 0°C Al calor : a 37°C estable por mínimo un año En almacenamiento: retiene propiedades químicas físicas - biológicas por 2 años de 0° a 40°C.	Inestable en medios alcalinos, estable en - condiciones neutras o ácidas, se degrada a temperaturas superiores a 130°C
Presión de vapor	8 x 10 E - 12 mbar (a 20°C) 3 x 10 E - 10 mbar (a 20°C)	El producto no se evapora ya que la presión de vapor es baja.
Solubilidad	En agua, hexano, toluol, diclorometano, acetato, metanol, dimetilforamida y otros.	En solventes orgánicos, acetona, dimetilformamida, ciclohexanona, xileno, cloruro de metilo, benceno y otros.
Color - otras	Crema a gris - No inflamable, no corrosivo no explosivo, inoloro.	Las formulaciones se desarrollan a base de - Furadán 75%, polvo color gris oscuro no inflamable, no corrosivo

Lycopersicum esculentum Miller , sorgo Sorghum vulgare L., repollo - Brassica oleracea L., ornamentales, forestales y maderables, han demostrado que pueden principalmente ser controlados los lepidópteros y coleópteros (5).

El efecto de los tratamientos con CME 134-06 es visible solamente unos días después de la aplicación y depende del hábito alimenticio de las larvas, de la temperatura, del estado larval y de la época de aplicación (5).

Los ácaros no pueden ser controlados, pero que mientras sus enemigos naturales tampoco sean afectados por este regulador de crecimiento, se mantiene el equilibrio. Para que el control sea más efectivo, se debe preferir el tiempo más favorable a la aplicación. De acuerdo a las experiencias, esta debe coincidir con el estado adulto de los insectos (5).

Dentro del estudio de ensayos preliminares, se encuentran anotados cerca de 12 cultivos y 34 especies de plagas tratadas, que arrojan resultados positivos con respecto a la seguridad del cultivo y eficiencia biológica (5).

3.1.3.2. Testigo comercial.

De acuerdo con resultados obtenidos por investigadores en el Instituto Colombiano Agropecuario, el producto que ha resultado más efectivo para controlar gusano blanco es el Furadán (Carbofurán). Este fué el insecticida que se utilizó como testigo comercial en este trabajo (Ver Tabla 1).

El Carbofurán es empleado en forma granulada en el momento de la siembra y segundo aporque y en forma de dispersión en el primer aporque. Es el producto bandera para el control de la plaga en la zona de experimentación. Furadán es un insecticida nematocida del grupo de los carbamatos; es la marca registrada para las formulaciones que tienen como ingrediente activo el Carbofurán, por la compañía FMC. Es un plaguicida que actúa por ingestión, contacto y por acción sistémica a través de las raíces.(10).

Tanto las formulaciones granuladas como en dispersión o suspensión concentrada, pueden aplicarse al suelo para facilitar su traslocación a través de las zonas radiculares a los demás sitios de la planta, sin permanecer en los frutos y descomponiéndose en el suelo al cabo de 30 días (10).

- Modo de acción.

Cuando se aplica Furadán al suelo, bien en contacto con la semilla, o cerca de las raíces de la planta, el ingrediente activo es tomado en forma casi inmediata por el sistema radicular y translocado a través de la planta, - protegiendo tanto a los tubérculos como a las raíces de insectos y nemátodos, así como de masticadores y chupadores que se desarrollan en las hojas, protección que se puede prolongar por varias semanas, dependiendo de las condiciones de humedad, textura, temperatura y en especial del pH del suelo (10).

3.1.4 Marco geográfico.

Los trabajos se realizaron en el departamento de Boyacá, municipio de Toca, zona papera representativa del departamento en la vereda "Centro Arriba", finca denominada "el moro" (Ver Figura 1).

Las coordenadas geográficas del lugar son :

Latitud	:	05° 14' N
Longitud	:	73° 30' W
Altura	:	3.000 m.s.n.m.

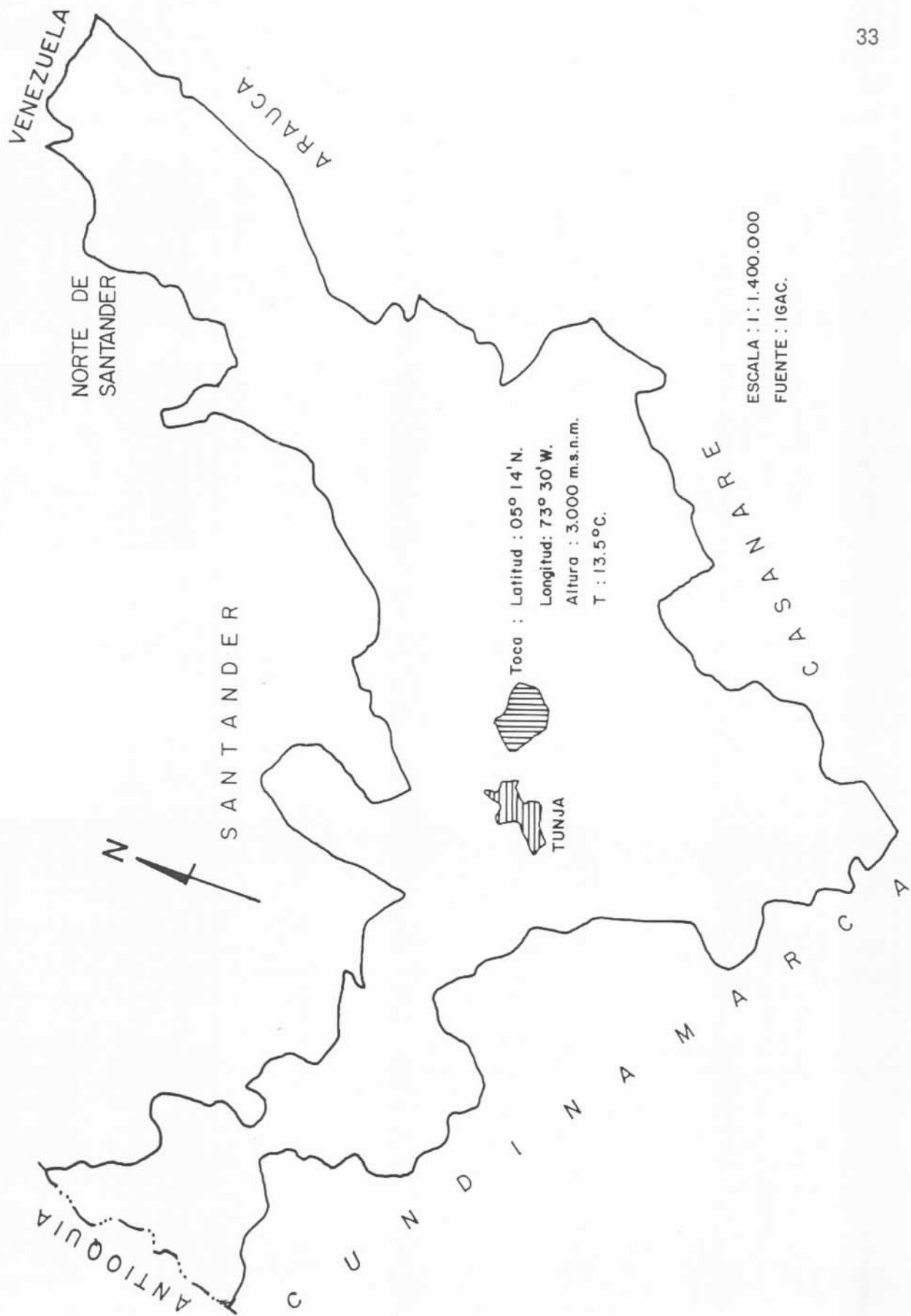


FIGURA 1. Localización geográfica del ensayo.

La temperatura promedio es de 13.5°C y una humedad relativa del 81 %. El área total del lote experimental fué de 1.200 m². Anteriormente también se cultivo papa en este lote, detectándose la presencia de gusano blanco.

La parte de investigación en el laboratorio, se llevó a cabo en las instalaciones que para tal efecto tiene la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la U.P.T.C. Estos laboratorios presentan las siguientes características :

Humedad relativa	:	76.8 %
Altura	:	2.690 m.s.n.m.
Temperatura	:	18.3°C

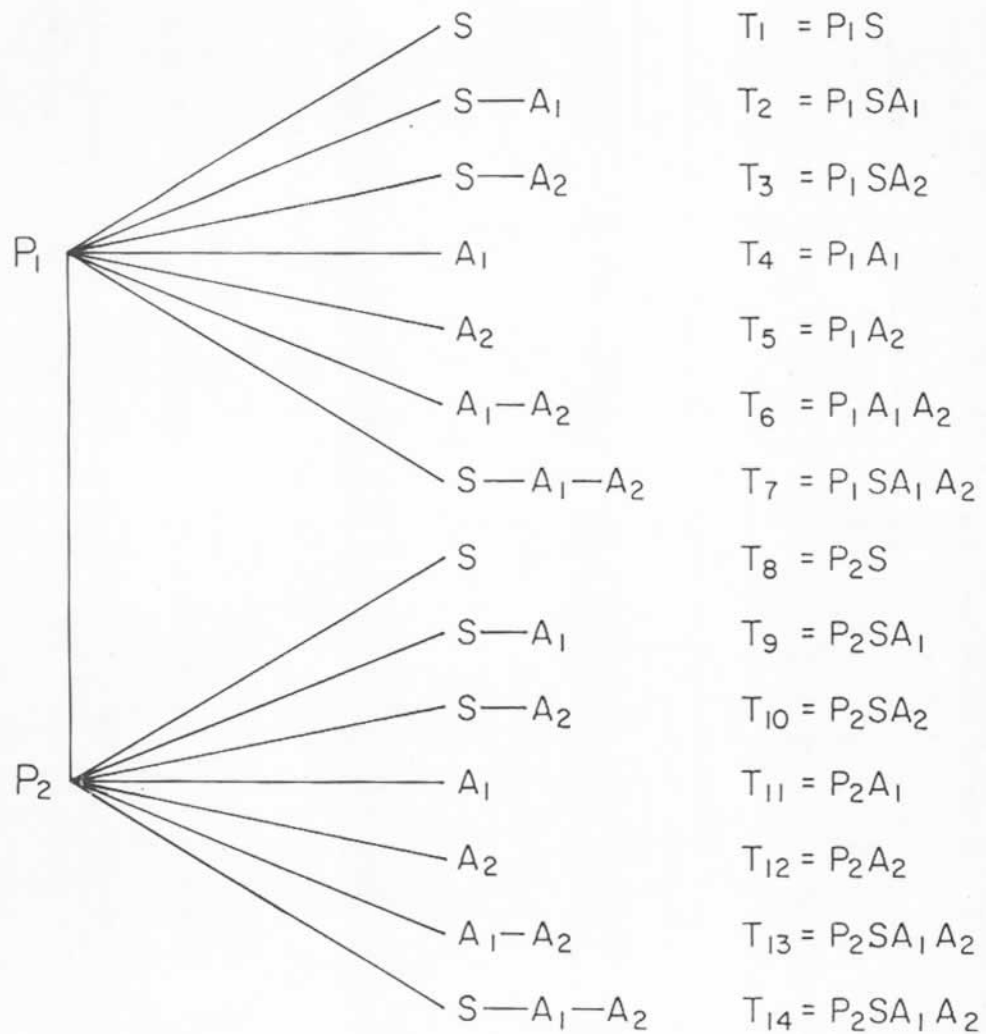
El trabajo de campo se desarrolló durante el semestre A de 1986 y los estudios de laboratorio en los primeros meses de 1987.

3.1.5 Desarrollo y manejo del cultivo.

- Preparación del terreno.

En el segundo semestre de 1972 el ICA realizó estudios bajo condiciones de

ESPACIO MUESTRAL



P_1 = Teflubenzurón (CME 134-06)

P_2 = Carbofurán (Furadán)

S = Aplicación al momento de la siembra

A_1 = Aplicación al momento del primer aporque

A_2 = Aplicación al momento del segundo aporque

FIGURA 2. Diagrama de árbol. Arreglo de tratamientos en bloques al azar.
Control de *P. vorax* con Teflubenzurón. 1.986A. Toca (Boyacá)

TABLA 2. Tratamientos - control de P. vorax con Teflubenzurón -
Semestre A 1986. Toca (Boyacá).

Tratamiento	750 ppm. Inmers. 10' Tratamiento semilla	75 g i.a./ha Primer aporque	75 g i.a./ha Segundo aporque
1	X	-	-
2	X	X	-
3	X	-	X
4	-	X	-
5	-	-	X
6	-	X	X
7	X	X	X
8	X (C)	-	-
9	X (C)	X (C)	-
10	X (C)	-	X (C)
11	-	X (C)	-
12	-	-	X (C)
13	-	X (C)	X (C)
14	X (C)	X (C)	X (C)
15	-	-	-

El tratamiento 15 corresponde al testigo absoluto.

(C) : Corresponde a Carbofurán (Furadán).

Este ensayo se realizo con semilla infestada.

páramo en el municipio de Pasca (Cundinamarca), con el fin de medir la posible interacción entre las prácticas de preparación del suelo y la efectividad de los productos químicos más comúnmente usados en el control de P. vorax en el cultivo de la papa. Los resultados de este estudio llegaron a concluir que los productos químicos pueden actuar mejor en suelos correctamente preparados (4).

La preparación del terreno se hizo de conformidad a las prácticas de los - agricultores, o sea una arada y una rastrillada (con una sola fué suficiente), durante la primera quincena del mes de enero de 1986.

- Siembra y tratamientos.

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo en las épocas establecidas por el ICA y que según Calvache y Alvarado (2) fueron enunciadas por - Zenner y Posada en 1969. Estas tres épocas son : a la siembra, a la germinación completa (30 a 40 días después de la siembra) y al aporque (60 a 70 días después de la siembra).

El número de aplicaciones es de uno, dos o tres según el sorteo respectivo (Véase Figura 2 y Tabla 2) y se respetan las épocas de aplicación debido a

que corresponden a fases muy definidas en el período vegetativo del cultivo, el cual está estrechamente relacionado con el ciclo biológico y la población de la plaga; además corresponden con labores del cultivo que reducen los costos de aplicación del producto.

La primera época de tratamiento coincide con la siembra, la cual se realizó manualmente el día 16 de enero de 1986. Este tratamiento se hizo a la semilla, dejándola sumergida por espacio de 10 minutos en una solución que contenía 750 ppm del producto CME 134-06 (Teflubenzurón) y 400 litros de agua por hectárea.

El Furadán (Carbofurán) utilizado en este primer tratamiento fué del tipo - granulado, según indicaciones técnicas y dosis recomendadas comercialmente de 32 kg/ha. La aplicación se hizo directamente al suelo alrededor de la semilla.

Los segundos tratamientos se realizaron en forma conjunta con el primer - aporque. El CME 134-06 fué asperjado en la base de las plantas correspondientes a las parcelas elegidas según el sorteo (Ver Figura 2 y Tabla 2).



FIGURA 3. Estado del cultivo a los 80 días.

Para esta ocasión, la formulación de testigo empleada fué en dispersión, en una dosis de 3 l/ha.

La tercera y última aplicación se realizó el 15 de mayo de 1986. La aplicación de CME 134-06 fué en forma semejante a lo hecho en el primer aporque.

El testigo comercial se utilizó siguiendo las recomendaciones de la casa distribuidora, o sea en forma granular y en dosis de 32 kg/ha.

- Otras labores.

El cultivo de la papa requiere otras labores además de las ya descritas, tales como control de enfermedades, riegos y fertilización.

La fertilización se realizó 20 días después de la siembra, utilizando para ello el 10-30-10 en dosis de 1.500 kg/ha mediante la técnica denominada en "corona".

Durante su desarrollo, el cultivo fué atacado por pulgilla Epitrix sp. (Coleóptera : Chrysomelidae), la cual fué necesario controlar; para tal fin

se utilizó el producto Dimetoato en la dosis recomendada comercialmente de 450 cc/ha, obteniéndose el resultado deseado.

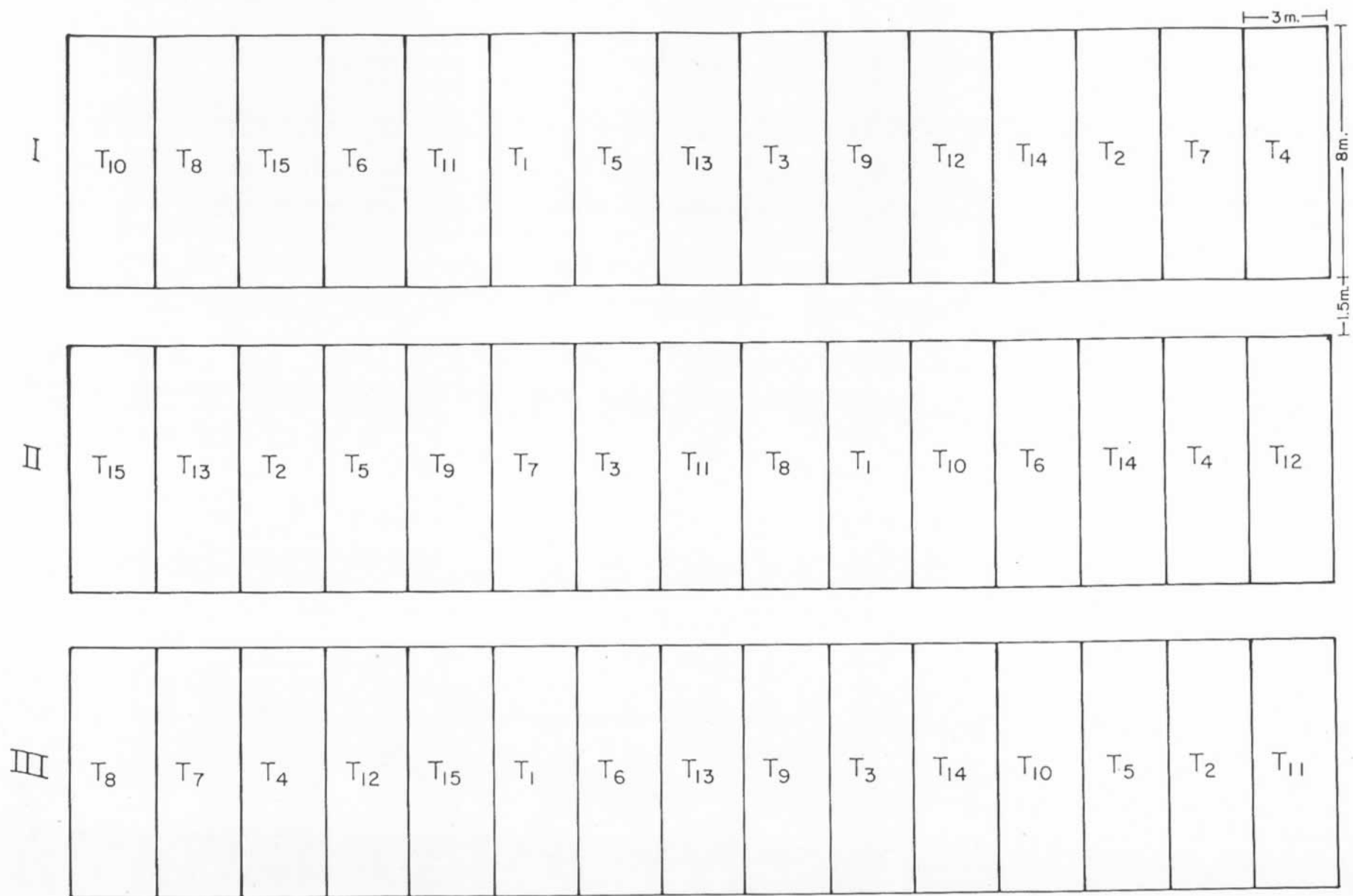
3.2 METODOLOGIA.

3.2.1 Diseño metodológico.

Se utilizó, por ser el más adecuado a las áreas de minifundio, el diseño experimental de bloques al azar, con tres replicaciones, cada una de las cuales constituyó un bloque, éstos últimos conformados por 15 parcelas, para un total de 45 parcelas en todo el experimento. El número de tratamientos fué de 15, según Figura 2 y Tabla 2.

Cada parcela estuvo conformada por un total de 39 plantas, observándose una distancia de siembra de 60 cm entre plantas y 1 m entre surcos; las dimensiones establecidas para cada una de ellas fueron : 8 m de longitud por 3 m de amplitud (Ver plano de campo).

La distancia entre bloques fué 1.50 m y las parcelas se separaron entre sí por 1 m (distancia de un surco a otro).



Plano de campo. Control de P. vorax con Teflubenzurón. 1.986 A. Toca (Boyacá)

El sorteo de los tratamientos de cada bloque, se hizo completamente al azar. Dentro de los 15 tratamientos se incluyó el testigo comercial (tratado), y el testigo absoluto (no tratado) (Ver Figura 2 y Tabla 2).

El cultivo fué manejado convencionalmente, teniendo el cuidado de no aplicar insecticidas catalogados como controladores de la plaga motivo de estudio, a excepción del Furadán y el CME 134-06 (Teflubenzurón).

3.2.2 Métodos de campo.

3.2.2.1 Muestras y recuentos.

En el momento de la cosecha se hicieron los correspondientes recuentos. Se tomó como muestra de cada parcela la producción total de 6 plantas del surco central. En cada muestra se contó el número de tubérculos totales, luego, se determinó la cantidad de los mismos atacados por P. vorax; a cada muestra se le hizo un estudio especial para determinar el índice de daño, utilizando para ello el método denominado "calificación individual tubérculo por tubérculo".



FIGURA 4. Panorámica del lote experimental. Nótese la pendiente del terreno.

Dicho método consiste en clasificar cada tubérculo según el daño que presente (para lo cual hay que pelarlo) de acuerdo a los siguientes niveles o grados :

Grado	0	:	Tubérculos sanos
Grado	1	:	Daño inicial - superficial
Grado	2	:	Daño medio - poco profundo
Grado	3	:	Daño grave - severo
Grado	4	:	Daño muy grave - muy severo.

El grado 4 corresponde a aquellos tubérculos inservibles.

3.2.2.2 Evaluación de la eficiencia.

La eficiencia de cada tratamiento se determina mediante el porcentaje del control del producto utilizado, empleando para ello la fórmula de Abbott :

$$\% \text{ de control} = 100 - \frac{\% Tdt}{\% Tdt_0} \times 100$$

Donde :

% Tdt : % de tubérculos dañados en tratamiento
 % Tdt₀ : % de tubérculos dañados en testigo



FIGURA 5. Detalle de una parcela constituído por

Otros parámetros evaluados fueron el porcentaje de daño y la producción por parcela.

3.2.3 Métodos de laboratorio.

Las pruebas de laboratorio se hicieron con el fin de observar si el insecticida actúa por contacto en las dosis establecidas a nivel de campo. Para ello se trabajó con adultos de P. vorax los cuales se trajeron desde el lote experimental, donde fueron colectados manualmente.

Se utilizaron dos métodos diferentes a saber :

- Técnica del papel impregnado.

Se aplica la solución insecticida sobre un papel de filtro, el cual se deja secar y se coloca dentro de una caja de petri. Allí se introducen los adultos de P. vorax.

- Técnica de superficie tratada.

Con la solución insecticida se realiza un tratamiento a una lámina de vidrio de área conocida. Esta lámina se introduce en una caja de petri, a la cual se le añaden los insectos.

Para los dos métodos, los conteos de mortalidad se realizaron cada doce horas hasta que se produjo la mortalidad de la totalidad de insectos. Estas pruebas en el laboratorio fueron ejecutadas tanto con Teflubenzurón como con el testigo comercial Carbofurán.

Para las pruebas con Eriopis connexa connexa (Germar), se utilizaron frascos confiteros y las evaluaciones se hicieron cada 6 horas hasta que murió el 100% de los insectos.

Todos los datos procedentes de las respectivas evaluaciones, posteriormente se transformaron a porcentajes y se hicieron las respectivas figuras.

3.2.4 Métodos estadísticos.

A los datos de porcentaje de daño, producción, índice de daño, porcentaje de control, se les sometió a su respectivo análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente, cuando se presentaron diferencias significativas, a la correspondiente prueba de DUNCAN.

También se estableció la correlación existente entre el porcentaje de daño y el índice de daño; entre el porcentaje de daño y el porcentaje de control y entre el índice de daño y el porcentaje de control. Todos estos resultados tendrán su respectiva figura.

3.2.5 Métodos económicos.

Se determinaron los índices de evaluación Beneficio - Costo y Rentabilidad, tanto para el producto en prueba como para el testigo comercial utilizado.

Para la obtención de estos índices fué necesario tener en cuenta el precio de la papa y el precio de los químicos utilizados, de acuerdo de los tratamientos que resultaron mejores.

Los resultados de los dos índices hallados se compararon para los dos productos evaluados y los resultados se anotan en el capítulo de Resultados y Discusión.

Las fórmulas empleadas fueron las siguientes :

$$B/C = \frac{IT}{CT}$$

Donde :

B/C : Relación beneficio-costo

IT : Ingreso total

CT : Costo total

$$r = \frac{IT - CT}{CT} \times 100$$

Donde :

r : Rentabilidad

IT : Ingreso total

CT : Costo total

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS DE CAMPO.

En el presente trabajo fueron cuatro las variables analizadas, las cuales se hallaron de acuerdo con los datos tomados directamente en el campo experimental. Esas variables son : porcentaje de daño, producción por parcela, porcentaje de control e índice de daño; a cada una de ellas se le hizo su respectivo análisis estadístico, el cual consistió en análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de Duncan, según se recomienda para estos casos.

Además, con el fin de identificar la relación existente entre dos variables y qué tan estrecha es esa relación, se halló la correlación lineal entre las variables porcentaje de daño e índice de daño, entre el porcentaje de daño y el porcentaje de control y entre el porcentaje de control e índice de daño.

4.1.1 Análisis estadístico.

Se efectuó el análisis de varianza con el fin de detectar la posible presencia de diferencias significativas entre tratamientos, mediante el planteamiento de las siguientes hipótesis :

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 \dots T_{15}$: el comportamiento promedio de todos los tratamientos es igual.

H_a : $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \dots T_{15}$: existen diferencias significativas entre algunos tratamientos.

Los resultados obtenidos para cada una de las variables fueron :

4.1.1.1 Porcentaje de daño.

La Tabla de Anova para la variable "porcentaje de daño" indican que existen diferencias altamente significativas entre algunos tratamientos, puesto que F_c resultó mayor que F_t con un nivel de significancia del 1% ($\alpha = 0.01$); igualmente muestra que no se presentó significancia entre replicaciones, lo

que quiere decir que el terreno fué muy homogéneo y por eso el comportamiento de los bloques es muy similar (Ver Tabla 3).

Dado que para tratamientos se presentó significancia en el proceso Anova, se utilizó la prueba de Duncan con el fin de detectar cuáles entre ellos presentaban dicha significancia.

La tabla de diferencia de promedios (Tabla 4) y el Diagrama de Duncan - (Figura 6), muestran que el T₁₃(aplicaciones de Carbofurán al primero y segundo aporques) presentó diferencias significativas con el T₈, T₅, T₁₂, T₆, T₁₅, T₄, T₁₀, T₁ y T₂ y no presentó significancia con T₃, T₇, T₁₁, T₁₄ y T₉, considerándosele como el mejor, puesto que además de ser el tratamiento con menor promedio porcentual, presentó significancia en la mayoría de los tratamientos.

El T₅ (aplicación de Teflubenzurón al segundo aporque) no presentó diferencias significativas con el T₈ (aplicación de Carbofurán al momento de la siembra), considerándose estos dos tratamientos los de más baja calidad, pues poseen el promedio porcentual más alto.

TABLA 3. Anova Porcentaje de Daño

Fuentes de Variación	G.L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					5%	1%
REPLICACIONES	2	9.49	4.75	0.13275	3.34	5.45
TRATAMIENTOS	14	4122.57	294.47	8.23 **	2.06	2.80
ERROR	28	1001.80	35.78			
TOTAL	44	5133.86				

** Significancia al 1%

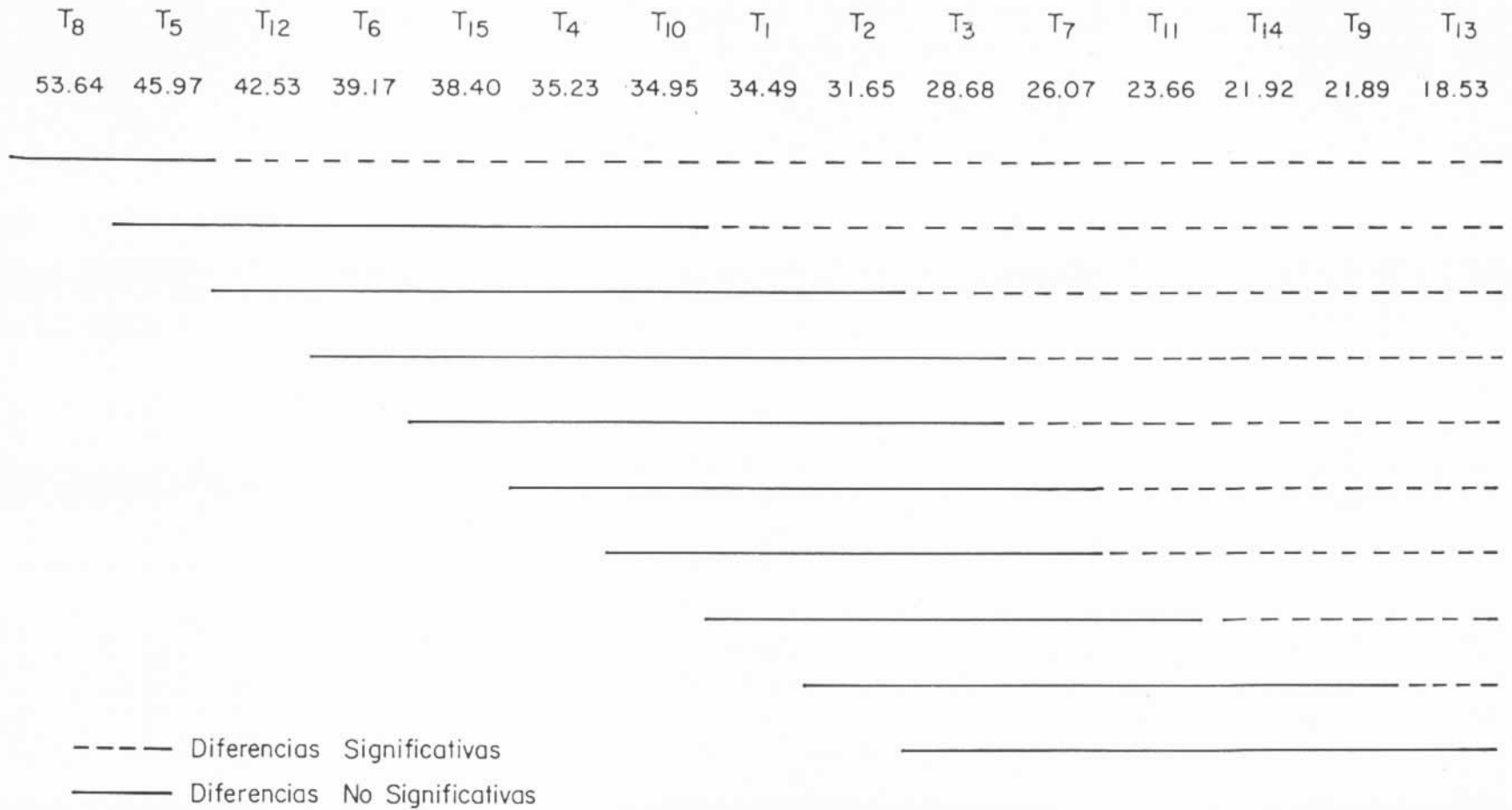
TABLA 4. Tabla de Duncan para porcentaje de daño.

TRATAM.	T8	T5	T12	T6	T15	T4	T10	T1	T2	T3	T7	T11	T14	T9	T13
T13 18.53	** 53.64	** 45.97	** 42.53	** 39.17	** 38.40	** 35.23	** 34.95	** 34.49	* 31.65	28.68	26.07	23.66	21.92	21.89	18.53
T9 21.89	** 35.11	** 27.44	** 24.00	** 20.64	** 19.87	* 16.70	* 16.42	* 15.96	13.12	10.15	7.54	5.13	3.39	3.36	0
T14 21.92	** 31.75	** 24.08	** 20.64	** 17.28	** 16.51	* 13.34	* 13.06	* 12.60	9.76	6.79	4.18	1.77	0.03	0	
T11 23.66	** 31.72	** 24.05	** 20.61	** 17.25	** 16.48	* 13.31	* 13.03	* 12.57	9.73	6.76	4.15	1.74	0		
T7 26.07	** 29.98	** 22.31	** 18.87	** 15.51	* 14.74	* 11.57	* 11.29	10.83	7.99	5.02	2.41	0			
T3 28.68	** 27.57	** 19.90	** 16.46	* 13.10	* 12.33	9.16	8.88	8.42	5.58	2.61	0				
T2 31.65	** 24.96	** 17.29	* 13.85	10.49	9.72	6.55	6.27	5.81	2.97	0					
T1 34.49	** 21.99	* 14.32	10.88	7.52	6.75	3.58	3.30	2.84	0						
T10 34.95	** 19.15	* 11.48	8.04	4.68	3.91	0.74	0.46	0							
T4 35.23	** 18.69	11.02	7.58	4.22	3.45	0.28	0								
T15 38.40	** 18.41	10.74	7.30	3.94	3.17	0									
T6 39.17	** 15.24	7.57	4.13	0.77	0										
T12 42.53	* 14.47	6.80	3.36	0											
T5 45.97	* 11.11	3.44	0												
T8 53.64	7.67	0													
	0														

* Significancia al 5%

** Significancia al 1%

FIGURA 6. Diagrama de Duncan para Porcentaje de Daño



Los restantes tratamientos se comportaron como lo muestra la Tabla 4 y la Figura 6. La Figura 7, ilustra de una forma más clara sobre los resultados obtenidos para esta variable. Los datos correspondientes a porcentaje de daño, se pueden observar en el Anexo 1.

4.1.1.2 Producción.

La Tabla de Anova para esta segunda variable en estudio permite ver que no se presentó significancia a ningún nivel tanto para las replicaciones como para los tratamientos (Ver Tabla 5).

Debido a la ausencia de significancia, no se hace necesario desarrollar la prueba de Duncan, pues se considera que todos los tratamientos se comportaron estadísticamente igual.

La producción promedio de cada tratamiento permite elaborar la Figura 8, en la cual se puede observar con mayor claridad las cantidades en kilogramos obtenidas en este ensayo. Los valores correspondientes a la producción por parcela en kilogramos, pueden observarse en el Anexo 2.

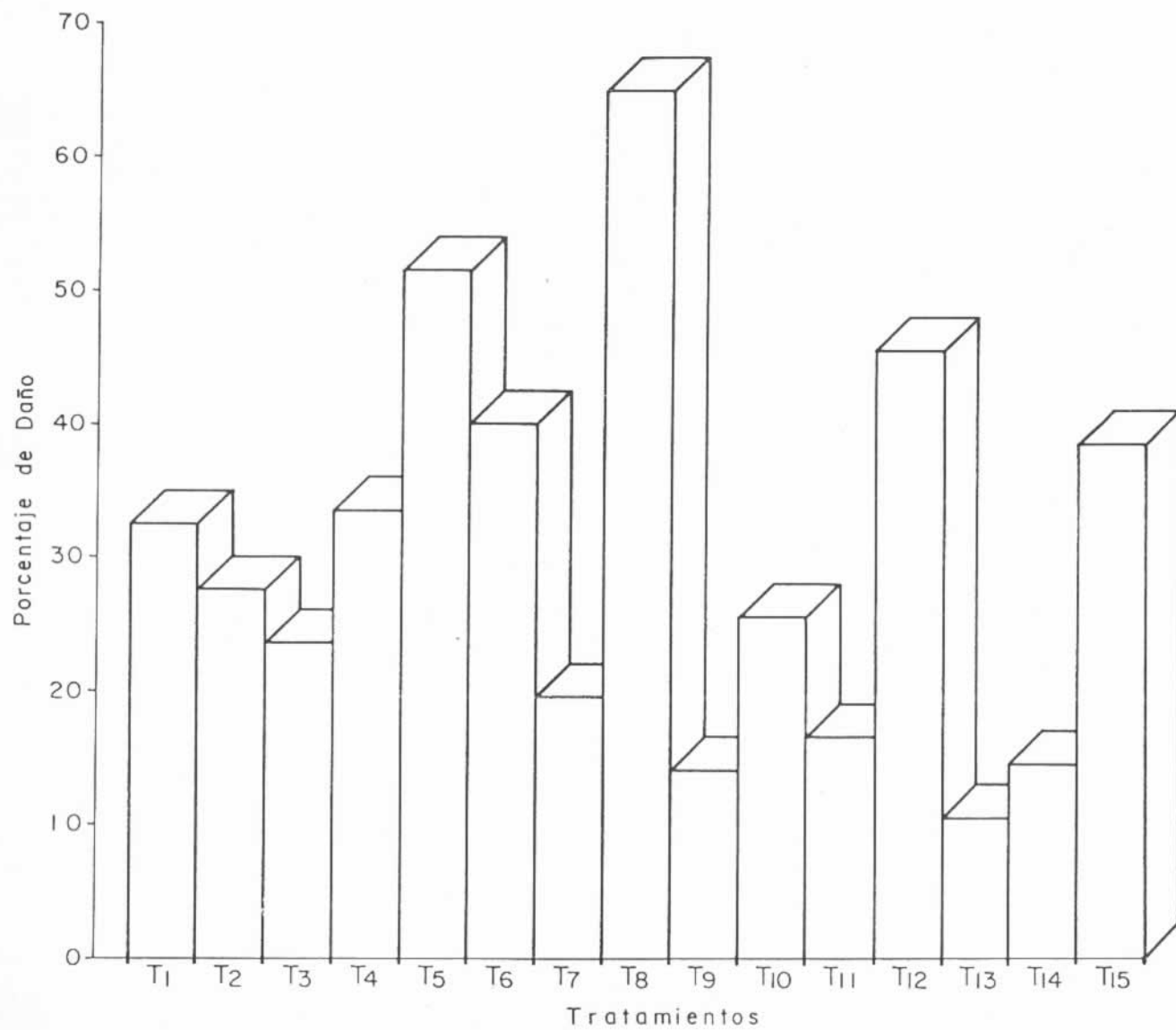


FIGURA 7. Porcentaje de Daño. Histograma.

TABLA 5. Anova Producción

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					5%	1%
REPLICACIONES	2	415.9	207.95	0.84224	3.34	5.45
TRATAMIENTOS	14	5391.67	385.12	1.5598	2.06	2.80
ERROR	28	6913.25	246.9			
TOTAL	44	12720.82				

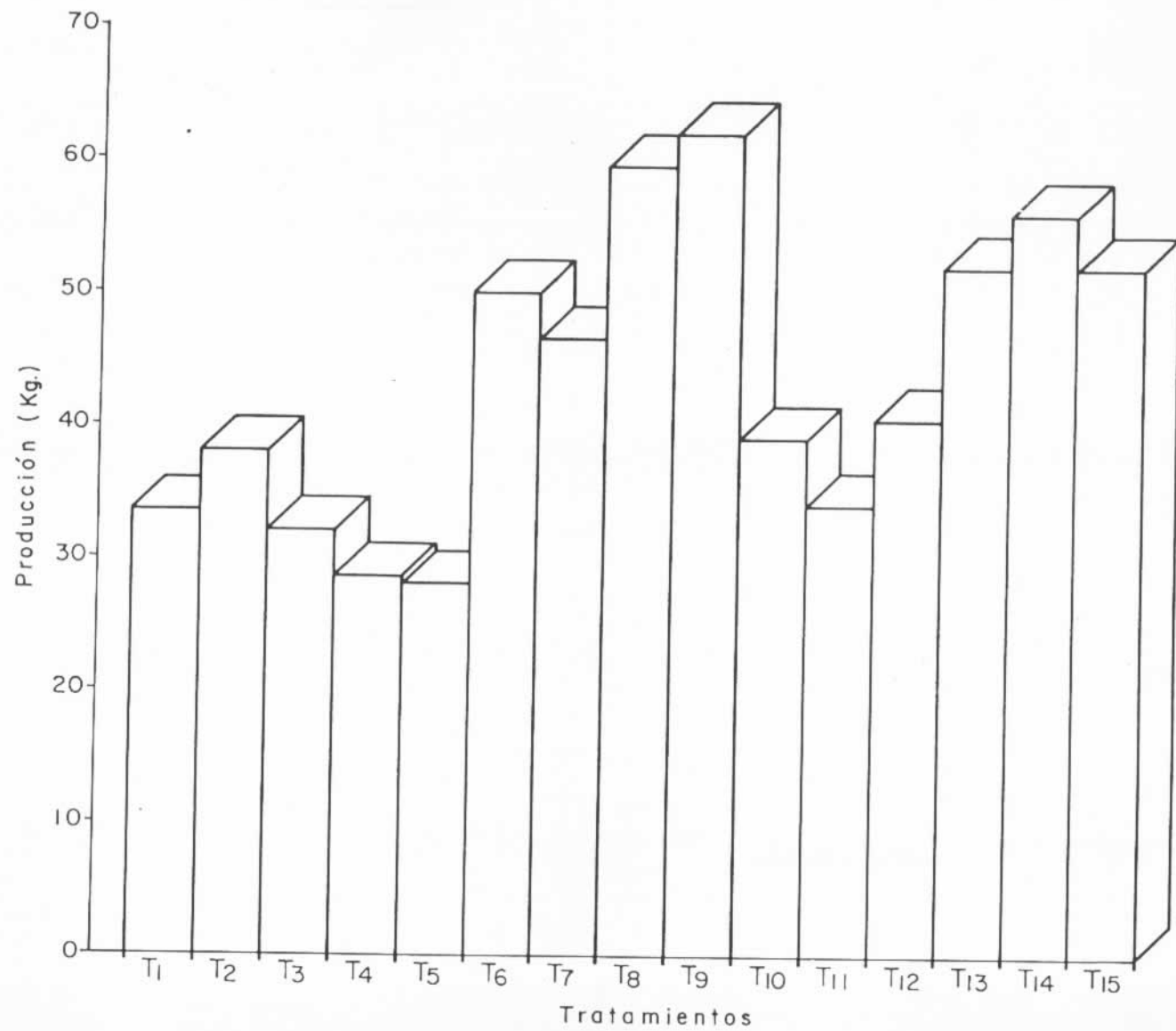


FIGURA 8. Producción en Kg. Histograma.

4.1.1.3 Índice de daño.

Como puede verse en la respectiva Tabla de Anova (Tabla 6), no se presentaron diferencias entre replicaciones; por el contrario, entre algunos tratamientos las diferencias fueron altamente significativas. Con el fin de detectar entre cuáles tratamientos se presentaron dichas diferencias, se aplicó la prueba de Duncan.

La Tabla de diferencia de promedio (Tabla 7) y el diagrama de Duncan (Figura 9), permiten observar que el T₈ (aplicación de Carbofurán al momento de la siembra), presenta diferencias significativas con todos los demás tratamientos, además de tener el mayor índice de daño; por esto se le considera como el tratamiento de menor calidad para esta variable.

Aunque el T₁₃ (aplicaciones de Carbofurán al primero y segundo aporques) no presenta diferencias significativas con T₂, T₃, T₇, T₁₁, T₉ y T₁₄, se le considera estadísticamente como el mejor, debido a que el promedio de índice de daño es el más bajo.

El comportamiento de los demás tratamientos se ilustra en la Tabla 7 y la Figura 9, al igual que en la Figura 10, donde se presenta una idea más

TABLA 6. Anova Índice de Daño

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft	
					5%	1%
REPLICACIONES	2	0.05	0.025	0.9	3.34	5.45
TRATAMIENTOS	14	2.77	0.198	8.8 ^{**}	2.06	2.80
ERROR	28	0.63	0.0225			
TOTAL	44	3.45				

** Significancia al 1%

TABLA 7. Tabla de Duncan para Índice de daño.

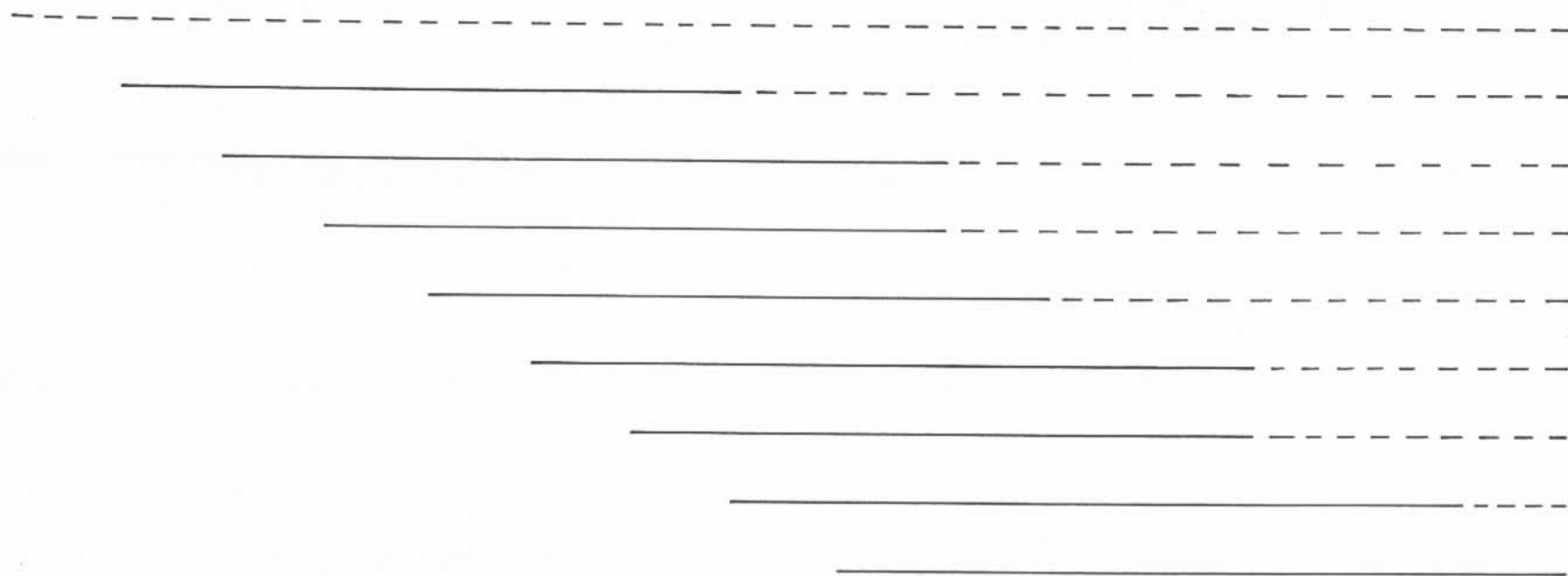
TRATAM.	T8 1.06	T5 0.776	T12 0.663	T6 0.636	T15 0.623	T4 0.526	T1 0.513	T10 0.426	T2 0.393	T3 0.350	T7 0.250	T11 0.243	T9 0.213	T14 0.176	T13 0.136
T13 0.136	** 0.924	** 0.640	** 0.527	** 0.500	** 0.487	** 0.390	* 0.377	* 0.290	0.257	0.214	0.114	0.107	0.077	0.040	0
T14 0.176	** 0.884	** 0.600	** 0.487	** 0.460	** 0.447	* 0.350	* 0.337	0.250	0.217	0.174	0.074	0.067	0.037	0	
T9 0.213	** 0.847	** 0.563	** 0.450	** 0.423	** 0.410	* 0.313	* 0.300	0.213	0.180	0.137	0.037	0.030	0		
T11 0.243	** 0.817	** 0.533	** 0.420	** 0.393	* 0.380	0.283	0.270	0.183	0.150	0.107	0.007	0			
T7 0.250	** 0.810	** 0.526	** 0.413	** 0.386	* 0.373	0.276	0.263	0.176	0.143	0.100	0				
T3 0.350	** 0.710	** 0.426	* 0.313	* 0.286	0.273	0.176	0.163	0.076	0.043	0					
T2 0.393	** 0.667	* 0.383	0.270	0.243	0.230	0.133	0.120	0.033	0						
T10 0.426	** 0.634	* 0.350	0.237	0.210	0.197	0.100	0.087	0							
T1 0.513	** 0.547	0.263	0.150	0.123	0.110	0.013	0								
T4 0.526	** 0.534	0.250	0.137	0.110	0.097	0									
T15 0.623	** 0.437	0.153	0.040	0.013	0										
T6 0.636	** 0.424	0.140	0.027	0											
T12 0.663	** 0.397	0.113	0												
T5 0.776	* 0.284	0													
T8 1.06	0														

* Significancia al 5%

** Significancia al 1%

FIGURA 9. Diagrama de Duncan para Índice de Daño

T ₈	T ₅	T ₁₂	T ₆	T ₁₅	T ₄	T ₁	T ₁₀	T ₂	T ₃	T ₇	T ₁₁	T ₉	T ₁₄	T ₁₃
1.060	0.776	0.663	0.636	0.623	0.526	0.513	0.426	0.393	0.350	0.250	0.243	0.213	0.176	0.136



----- Diferencias Significativas
 ————— Diferencias No Significativas

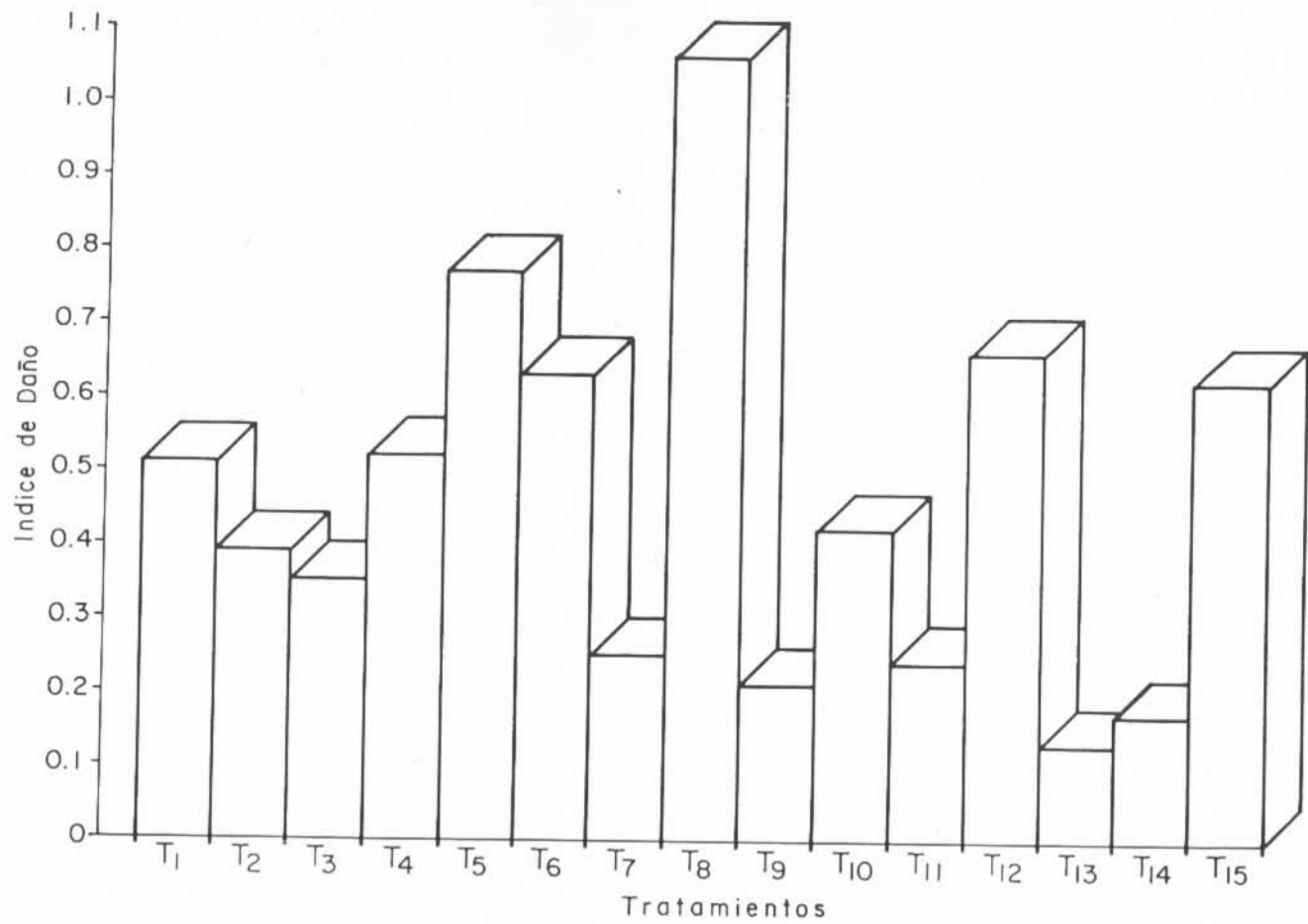


FIGURA 10. Índice de Daño. Histograma.

exacta sobre los resultados obtenidos para esta variable. Los datos correspondientes a la variable Índice de daño para cada uno de los tratamientos se puede ver en el Anexo 3.

4.1.1.4 Porcentaje de control.

De la misma manera que para las tres variables anteriores, para porcentaje de control, se hizo la correspondiente Tabla de Anova (Tabla 8), en la cual se puede observar que se presentaron diferencias altamente significativas (con $\alpha = 0.01$) tanto para replicaciones como para tratamientos; debido a lo anterior, hubo necesidad de realizar la prueba de Duncan para cada una de las dos fuentes de variación por separado.

La Tabla 9 y la Figura 11, corresponden a la tabla de diferencias de promedios y al diagrama de Duncan respectivamente, para la fuente de variación "tratamientos". En ellas se puede observar que el T₁₃ (aplicaciones de Carbofurán al primero y segundo aporques), presenta el promedio de control más alto; estadísticamente se comportó igual a los tratamientos T₃, T₇, T₁₁, T₁₄ y T₉, o sea que no se presentaron diferencias significativas con ellos; por el contrario, tuvo diferencias significativas con el T₈, T₅, T₆, T₁₂, T₁₀, T₄, T₁ y T₂; de acuerdo al análisis hecho, *este tratamiento es el mejor.*

TABLA 8. Anova Porcentaje de Control.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					5%	1%
REPLICACIONES	2	2723.65	1361.83	7.387 ^{**}	3.37	5.53
TRATAMIENTOS	13	15900.19	1223.09	6.634 ^{**}	2.125	2.91
ERROR	26	4793.55	184.36			
TOTAL	41	23417.39				

** Significancia al 1%

TABLA 9. Tabla de Duncan para porcentaje de control (Tratamientos)

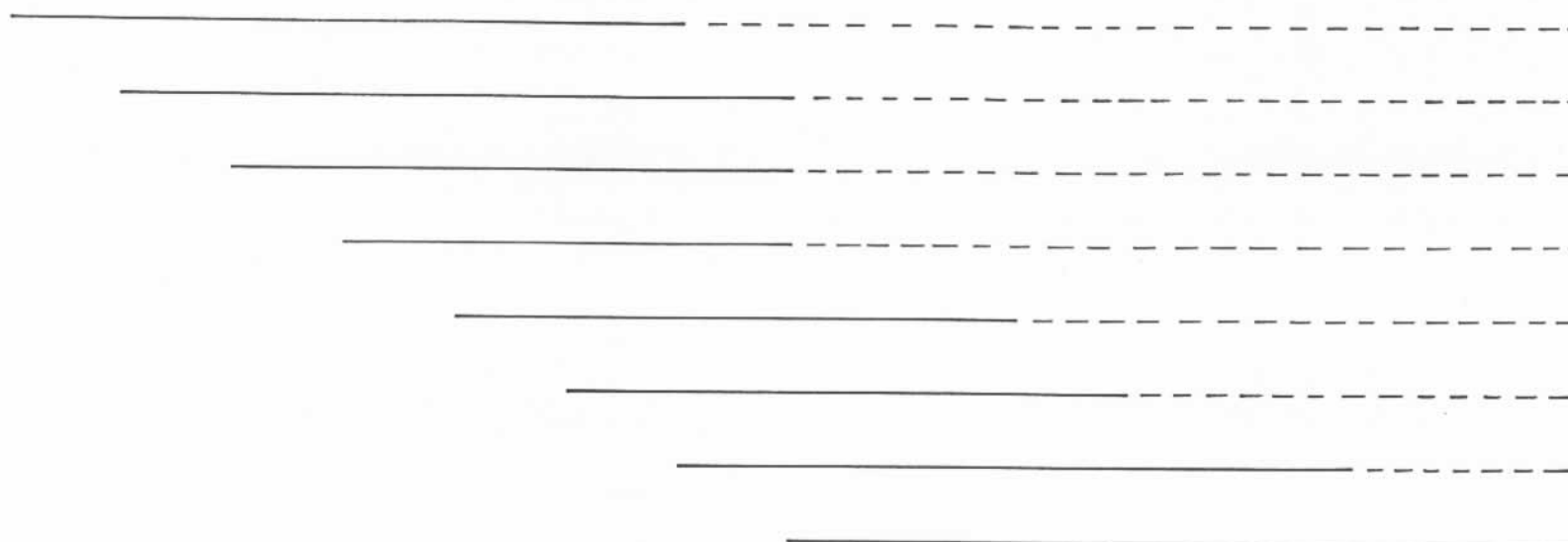
TRATAM.	T13	T9	T14	T11	T7	T3	T2	T1	T4	T10	T12	T6	T5	T8
	57.74	52.47	51.15	48.63	43.28	35.56	28.07	21.66	20.31	15.65	8.73	8.68	0	0
T8 0	** 57.74	** 52.47	** 51.15	** 48.63	** 43.28	** 35.56	* 28.07	21.66	20.31	15.65	8.73	8.68	0	0
T5 0	** 57.74	** 52.47	** 51.15	** 48.63	** 43.28	** 35.56	* 28.07	21.66	20.31	15.65	8.73	8.68	0	
T6 8.68	** 49.06	** 43.79	** 42.47	** 39.95	* 34.60	* 26.88	19.39	12.98	11.63	6.97	0.05	0		
T12 8.73	** 49.01	** 43.74	** 42.42	** 39.90	* 34.55	* 26.83	19.34	12.93	11.58	6.92	0			
T10 15.65	** 42.09	** 36.82	** 35.50	* 32.98	* 27.63	19.91	12.42	6.01	4.66	0				
T4 20.31	** 37.43	* 32.16	* 30.84	* 28.32	22.97	15.25	7.76	1.35	0					
T1 21.66	** 36.08	* 30.81	* 29.49	* 26.97	21.62	13.90	6.41	0						
T2 28.07	* 29.67	24.40	23.08	20.56	15.21	7.49	0							
T3 35.56	22.18	16.91	15.59	13.07	7.72	0								
T7 43.28	14.46	9.19	7.87	5.35	0									
T11 48.63	9.11	3.84	2.52	0										
T14 51.15	6.59	1.32	0											
T9 52.47	5.27	0												
T13 57.74	0													

* Significancia al 5%

** Significancia al 1%

FIGURA II. Diagrama de Duncan para Porcentaje de Control (Tratamientos)

T ₁₃	T ₉	T ₁₄	T ₁₁	T ₇	T ₃	T ₂	T ₁	T ₄	T ₁₀	T ₁₂	T ₆	T ₅	T ₈
57.74	52.47	51.15	48.63	43.28	35.56	28.07	21.66	20.31	15.65	8.73	8.68	0	0



----- Diferencias Significativas
 ————— Diferencias No Significativas

Los tratamientos T_3 y T_5 , no presentaron control positivo, o sea que fué nulo; por ello son considerados como los tratamientos de menor calidad.

Para la fuente de variación "replicaciones", se tiene que la tabla de diferencia de promedios (Tabla 10) y el diagrama de Duncan (Figura 12), señalan que el bloque III presentó diferencias significativas con el bloque I y II, además de poseer el promedio de control más alto. El comportamiento de los tratamientos en general, puede verse en la Figura 13 que corresponde a los datos promedios obtenidos para esta variable en cada tratamiento. Dichos datos promedios se encuentran consignados en el Anexo 4.

4.1.2 Correlaciones lineales.

Para hallar las correlaciones entre las variables enunciadas en un principio, se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0 : \rho = 0$: No existe correlación entre las dos variables.

$H_a : \rho \neq 0$: Si existe correlación entre las dos variables.

El análisis de significancia estadística se realizó utilizando para ello la distribución "t de student". Los resultados obtenidos fueron:

TABLA 10. Tabla de Duncan para porcentaje de control (Bloques)

Promedios Bloques	Bloque III 38.65	Bloque II 26.15	Bloque I 19.18
Bloque I 19.18	** 19.47	6.97	0
Bloque II 26.15	* 12.50	0	
Bloque III 38.65	0		

* Significancia al 5%

** Significancia al 1%

FIGURA 12. Diagrama de Duncan para porcentaje de control (Bloques)

Promedios Bloques Bloque III 38.65 Bloque II 26.15 Bloque I 19.18

----- Diferencias Significativas
 _____ Diferencias No Significativas

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
 DE COLOMBIA

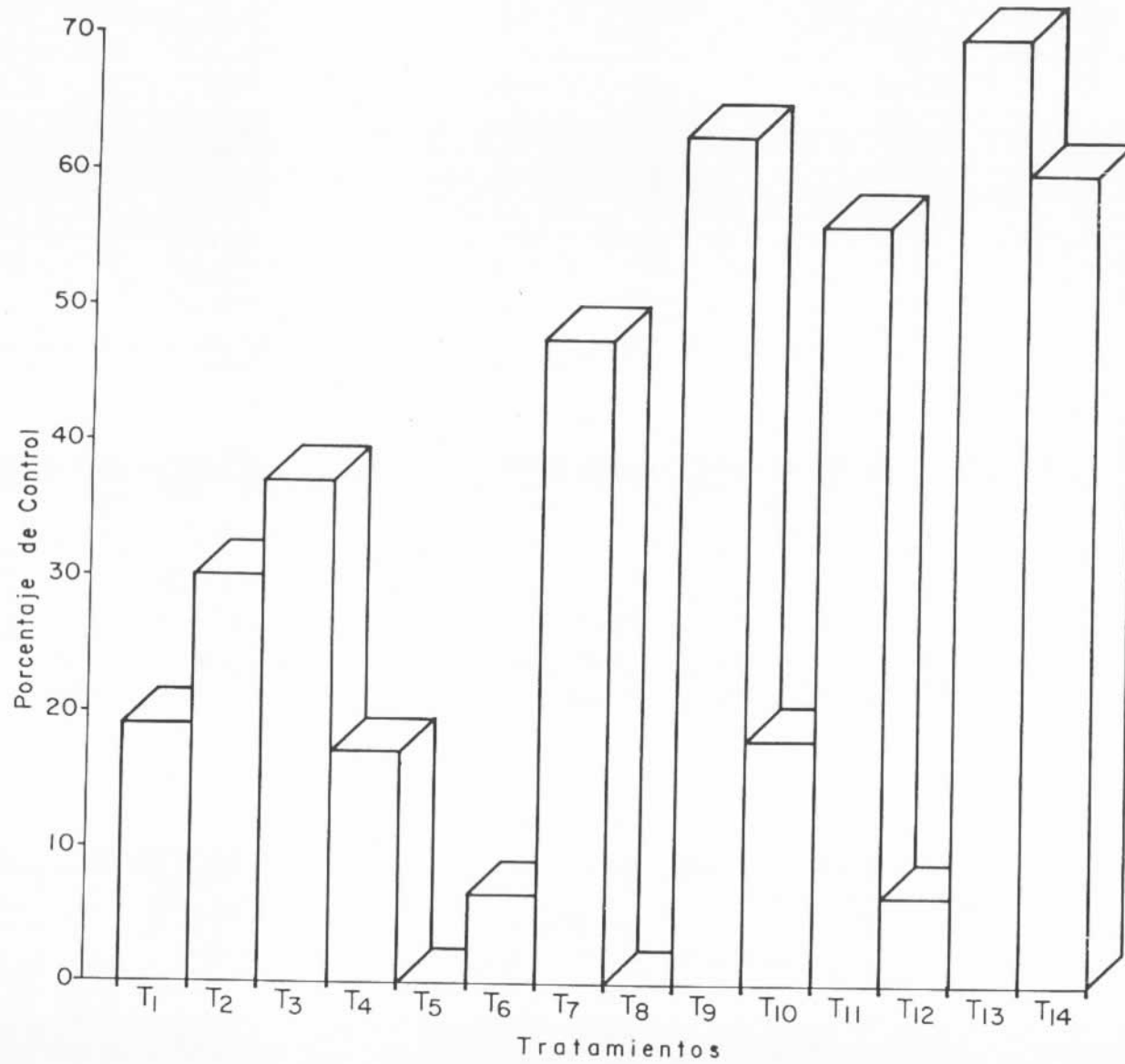


FIGURA 13. Porcentaje de Control. Histograma.

La correlación entre porcentaje de daño e índice de daño, resultó ser positiva o directa y el coeficiente de correlación ($r = 0.9923$) altamente significativo, o sea que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que a medida que el daño de los tubérculos se hace mayor, también el índice de daño aumenta; esto se puede ver claramente si se analiza la Figura 14, la cual corresponde a dicha correlación.

Para porcentaje de daño y porcentaje de control, la correlación resultó inversa o negativa y el coeficiente de correlación ($r = -0.9375$), de acuerdo al análisis de significancia, es altamente significativo, lo que permite afirmar que efectivamente, ante un alto daño, el control es muy bajo o, donde se presenta un control muy bajo, se manifiesta un daño muy alto. La Figura 15 correspondiente a esta correlación corrobora lo dicho anteriormente.

La correlación entre las variables porcentaje de control e índice de daño es inversa o negativa y el respectivo coeficiente de correlación ($r = -0.9112$) altamente significativo; esto quiere decir que al igual que con las otras variables, con estas dos también se presenta una estrecha relación y a medida que una variable se aumenta o se sube, la otra se disminuye o se baja. La

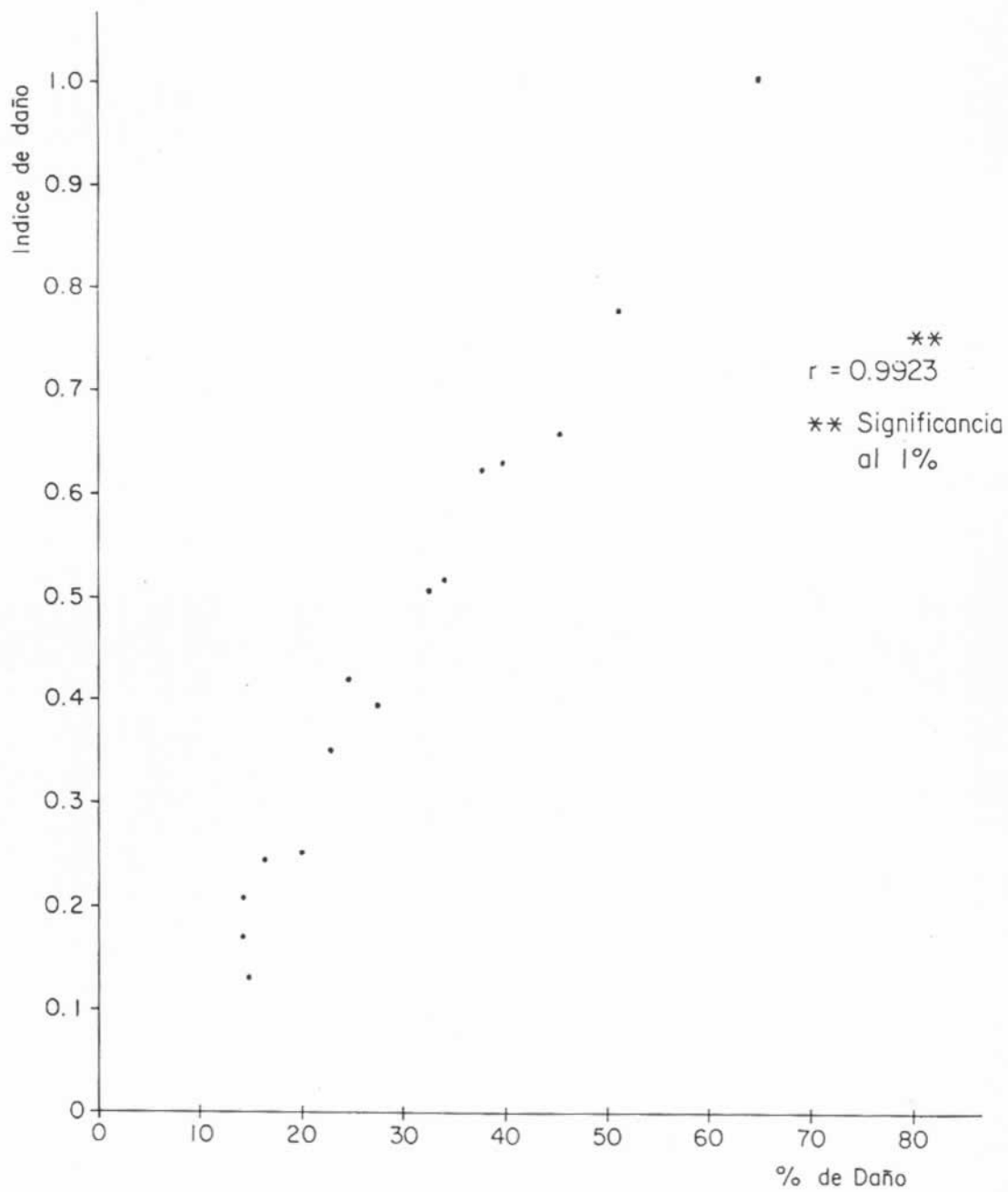


FIGURA 14. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre el % de daño y el Índice de daño (promedios) del mismo ensayo.

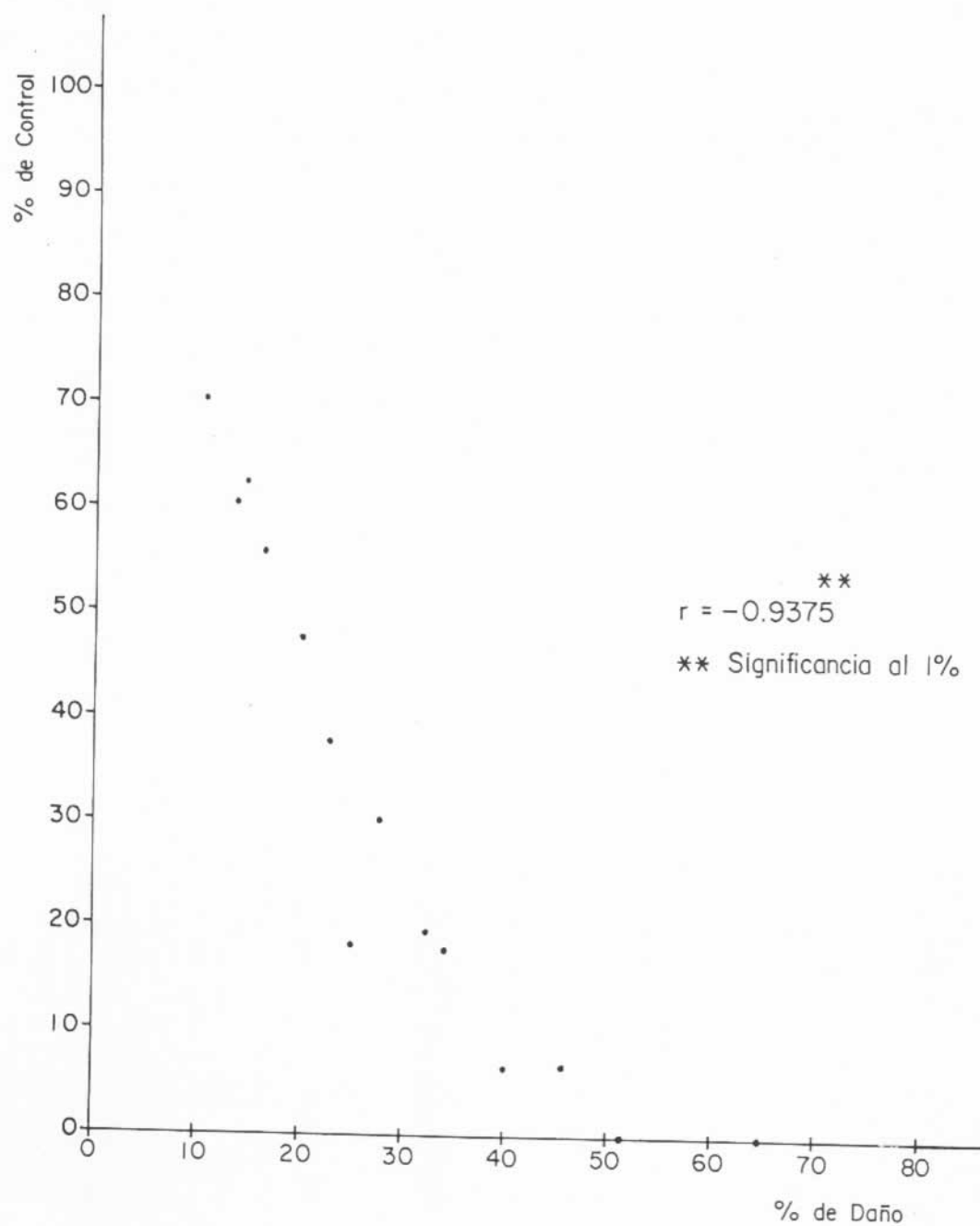


FIGURA 15. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre el % de daño y el % de control (promedios) en el mismo ensayo.

Figura 16 permite visualizar de manera clara el comportamiento de dichas variables.

El Anexo 5, resume los resultados obtenidos de las correlaciones entre estas variables. Considerando que la producción es una variable que no depende ni se relaciona estrechamente con las demás, puesto que el insecto plaga no afecta la producción sino la calidad, las correlaciones correspondientes no se efectuaron.

4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO.

En la realización de las pruebas de exposición en el laboratorio se utilizaron adultos de P. vorax y como insectos benéficos se colectaron adultos de Eriopis connexa connexa (Germar); de igual forma se ensayaron los dos productos químicos que se usaron en el trabajo de campo, con el fin de - comparar los efectos sobre estas dos especies insectiles y más que todo, poder ver la reacción de la fauna benéfica ante aplicaciones de insecticidas reguladores del crecimiento como el Teflubenzurón.

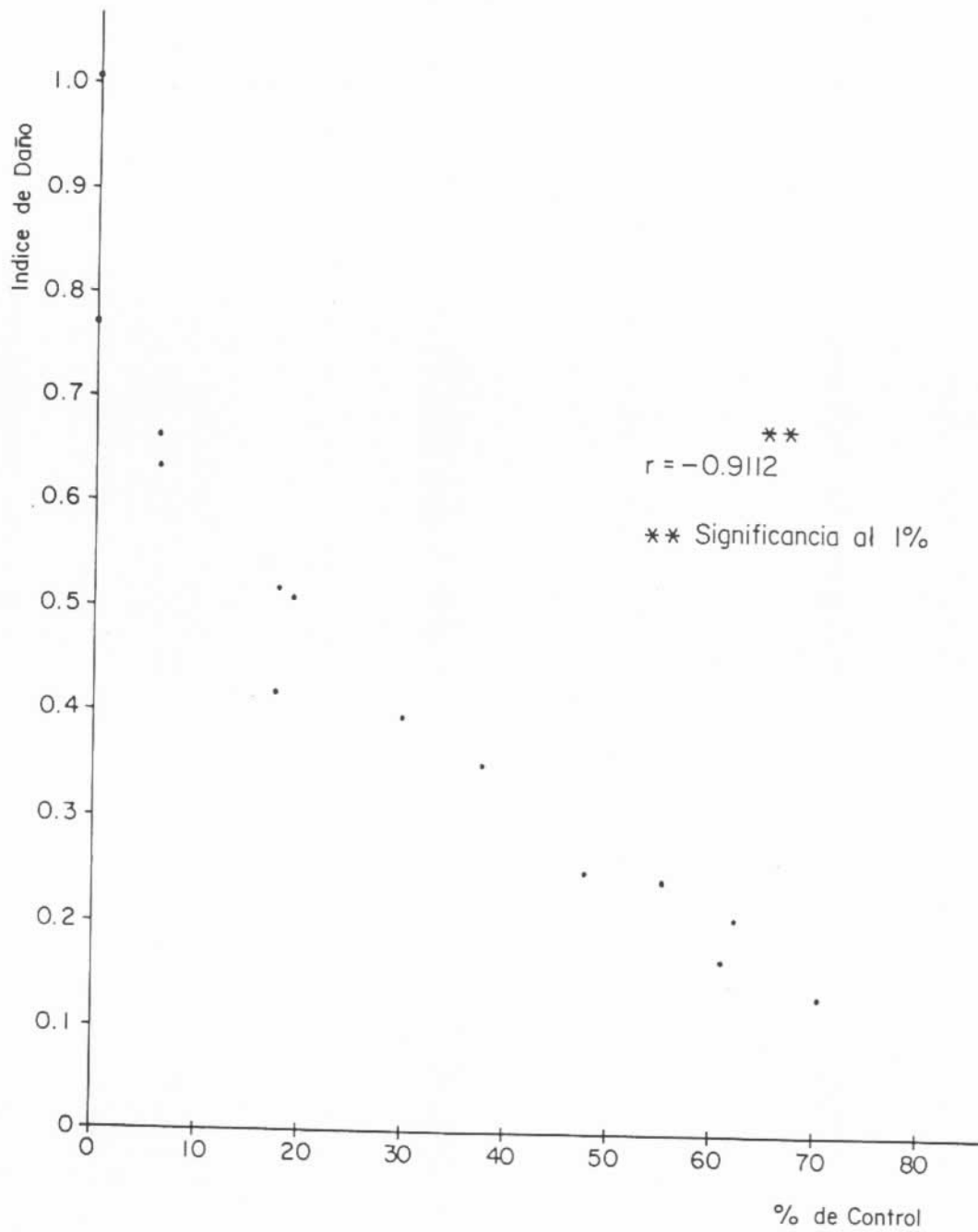


FIGURA 16. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre las variables % de Control e Índice de Daño.

4.2.1 Pruebas con adultos de P. vorax .

Las técnicas utilizadas fueron descritas anteriormente en el capítulo de Materiales y Métodos. Los resultados finales se encuentran anotados en la Tabla 11.

La Figura 17, muestra el porcentaje de mortalidad con Teflubenzurón para cada técnica. Se puede observar que a las 12 horas la mortalidad fué mayor para la superficie tratada y en general, en la técnica de papel impregnado, los insectos permanecieron vivos durante un lapso de tiempo mayor.

En la Figura 18, se representa la acción del Carbofurán para ambas técnicas. Aunque el 100% de mortalidad se produjo para ambos casos en las 48 horas, puede observarse que para la técnica de superficie tratada la mortalidad se produjo en forma más rápida.

4.2.2 Pruebas con adultos de Eriopis connexa connexa G.

La metodología utilizada en el laboratorio para la realización de estas pruebas fue diferente a la que se puso en prácticas con los adultos de P. vorax,

TABLA II. Resultados de las pruebas de exposición en el laboratorio. Porcentaje de mortalidad.

Hora de Lecturas	% MORTALIDAD - CME. 13406		% MORTALIDAD - FURADAN	
	Papel Impregnado	Superficie Tratada	Papel Impregnado	Superficie Tratada
0 horas	0	0	0	0
12 horas	30	40	40	45
24 horas	50	50	75	70
36 horas	65	70	90	95
48 horas	80	100	100	100
60 horas	100			

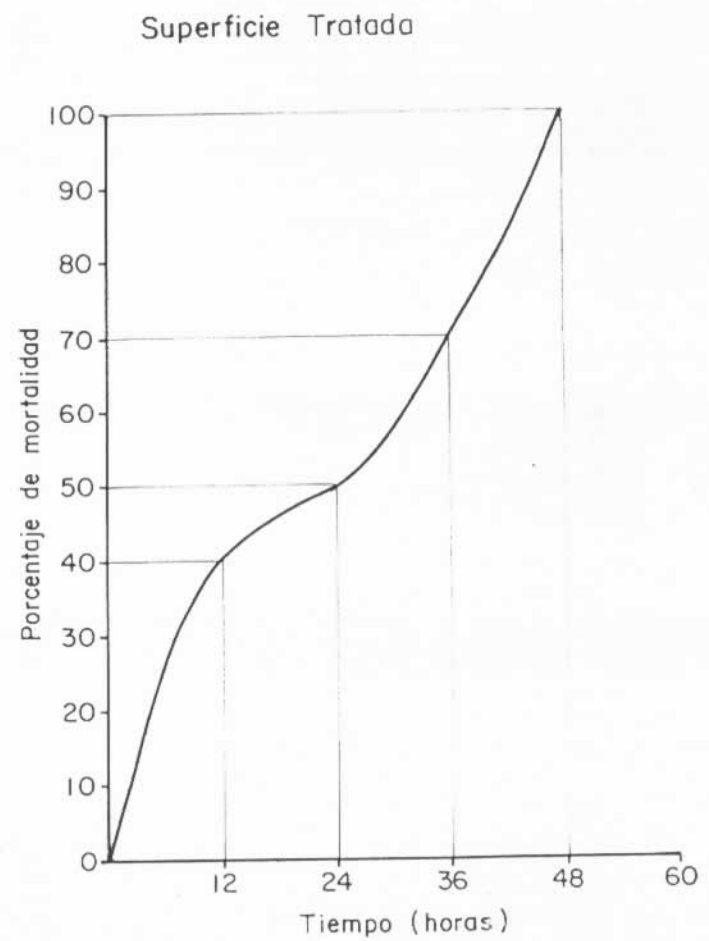
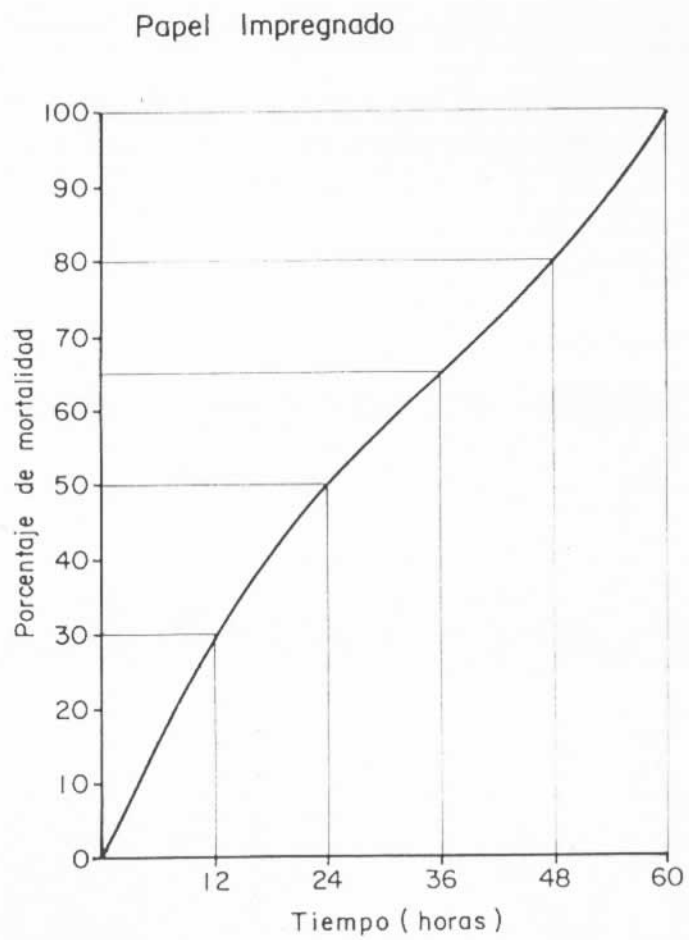


FIGURA 17. Curvas de mortalidad de P. vorax con Teflubenzurón.

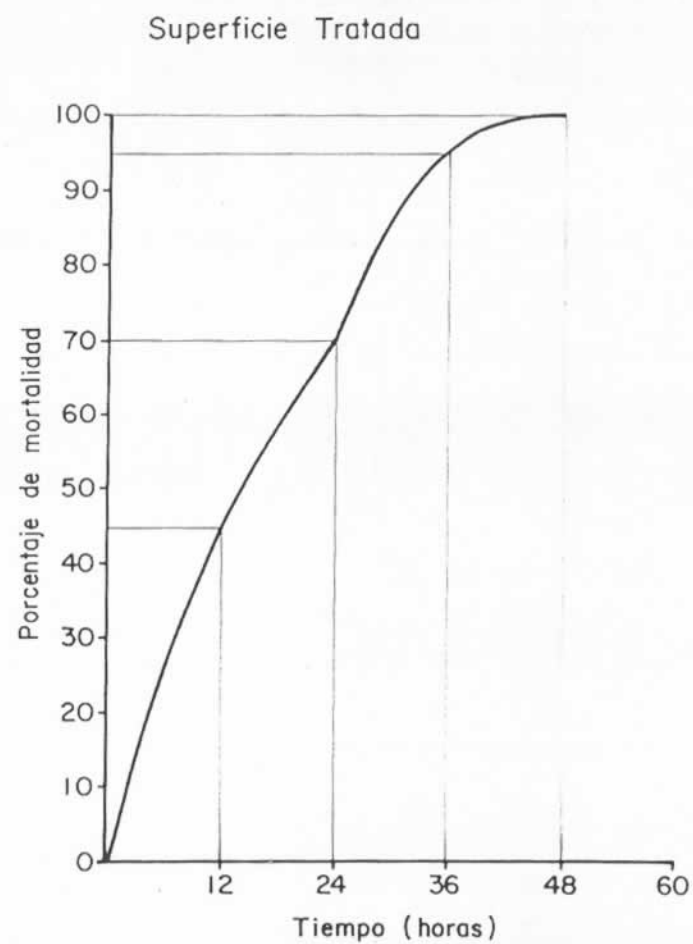
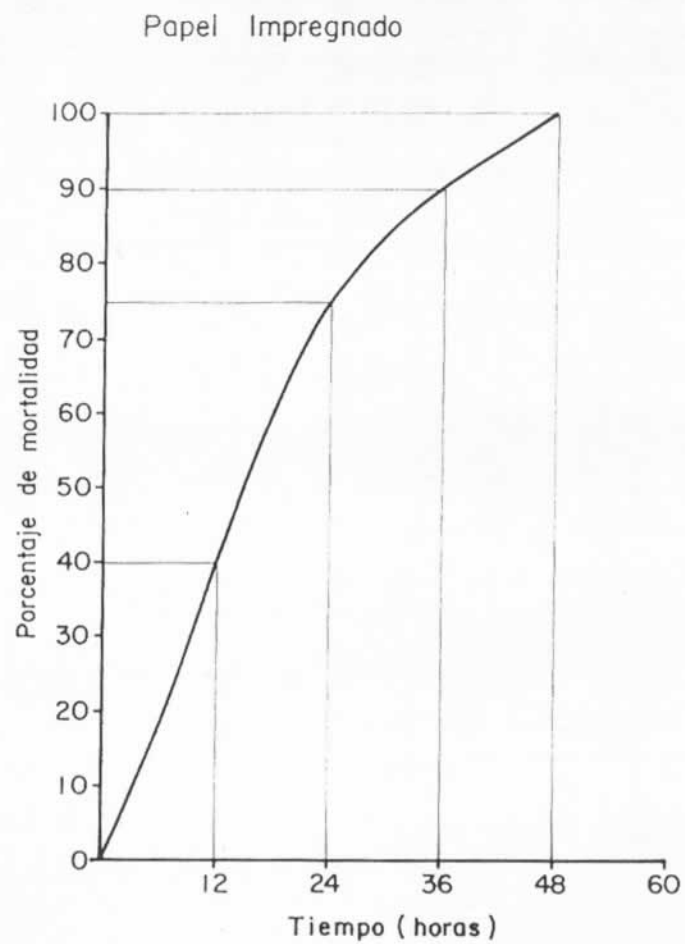


FIGURA 18. Curvas de mortalidad de P. vorax con Carbofurán.

aunque también se utilizaron los dos productos químicos en ensayo.

Se necesitaron en este ensayo seis frascos confiteros para experimentar con cada producto, o sea 12 en total. Teniendo en cuenta la capacidad de cada unidad experimental (frasco), se realizaron aplicaciones de cada producto a sus respectivos seis frascos. Se esperó algún tiempo a que se secaran y en este momento, se llamó la hora cero. Cada seis horas, hasta las 30, se iban depositando adultos de E. connexa connexa en cada uno de los frascos y la mortalidad se contabilizó cada 15 minutos hasta que todos los insectos fallecieron; esta toma de lectura fué para cada frasco y los resultados se ilustran en la Tabla 12, tanto para el Teflubenzurón como para el Carbofurán.

Comparando los resultados obtenidos, se puede ver claramente que la mortalidad fué mucho más rápida con Carbofurán, pues inclusive después de 30 horas de aplicado el producto, los insectos solo duraron con vida por espacio de una hora.

Por el contrario, se observa claramente la acción nula del Teflubenzurón sobre este tipo de insectos benéficos, lo que nos demuestra claramente las

TABLA 12. Resultados de las pruebas de exposicion con Eriopis sp. Porcentajes de mortalidad.

C A R B O F U R A N

Tiempo de Lecturas Tiempo de	15'	30'	45'	60'
0 horas	71.4	100		
6 horas	71.4	100		
12 horas	57.1	85.7	100	
18 horas	28.5	85.7	100	
24 horas	28.5	57.1	85.7	100
30 horas	14.2	42.8	85.7	100

T E F L U B E N Z U R O N

Tiempo de Lecturas Tiempo de	1 h 15'	1 h 30'	3 h 00'	3 h 30'	10 h	15 h	20 h	24 h	30 h
0 horas	14.2		28.5				100		
6 horas		14.2				57.1		100	
12 horas				14.2	28.5		42.8		100

bondades que posee este tipo de insecticida regulador del crecimiento, específicamente el Teflubenzurón. Después de las 12 horas de aplicación no se hicieron más lecturas, pues se consideró que la mortalidad se producía - prácticamente por falta de alimentación.

Los resultados se pueden visualizar de manera más clara en las Figuras 19 y 20, las cuales corroboran lo anotado anteriormente.

4.3 ANALISIS ECONOMICO.

Dentro de este análisis económico del ensayo, se hallaron los índices de - evaluación relación Beneficio - Costo y la rentabilidad, según las fórmulas anotadas en capítulos anteriores.

Para ello, se tuvieron en cuenta los precios del producto en el mes en que se realizó la cosecha. Debido a las fuertes oscilaciones que sufre la papa en el mercado, en cortos períodos de tiempo se tomaron tres clases de precios : precio mínimo de \$ 2.500; un precio modal de \$ 3.000 y un precio máximo de \$ 3.500.

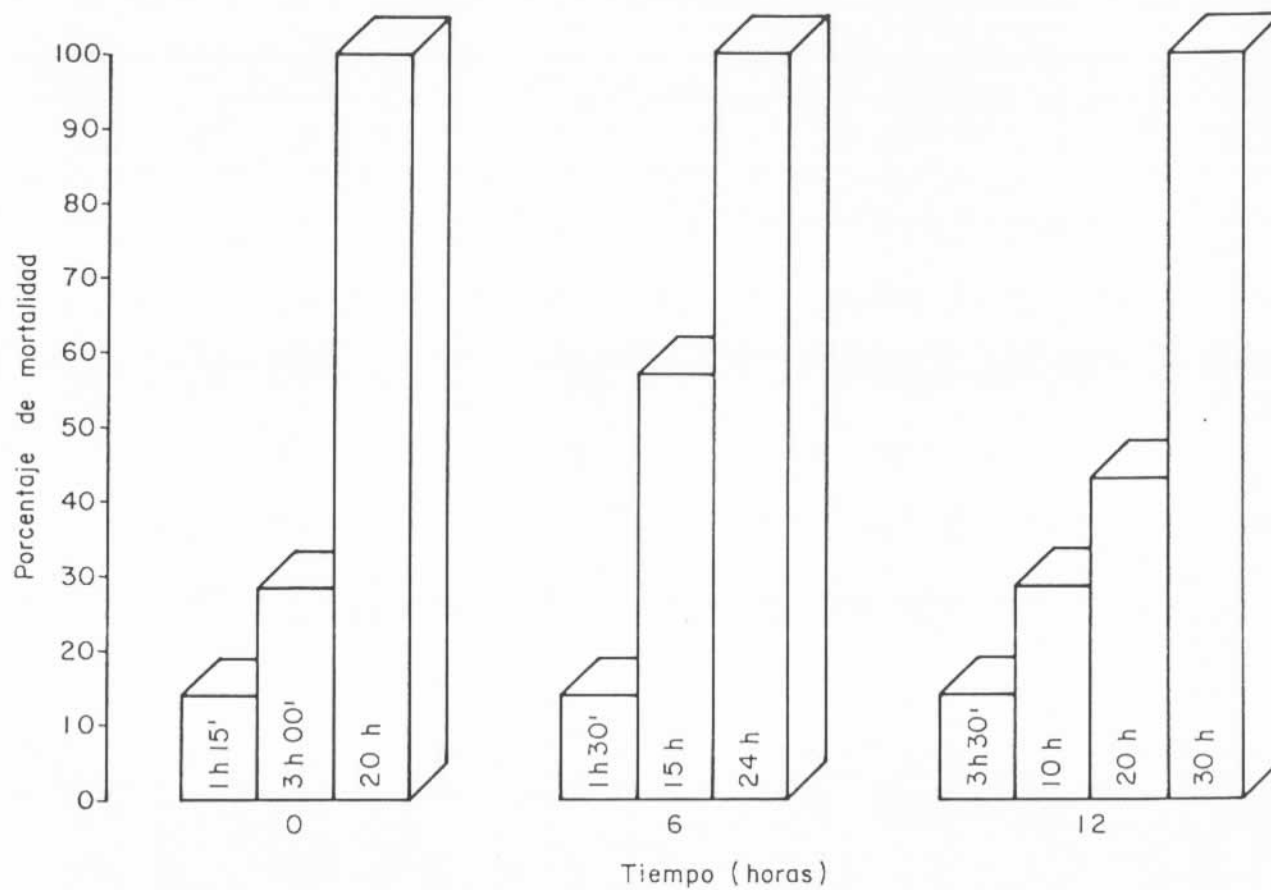


FIGURA 19. Efecto del Teflubenzurón sobre *Eriopis* sp.

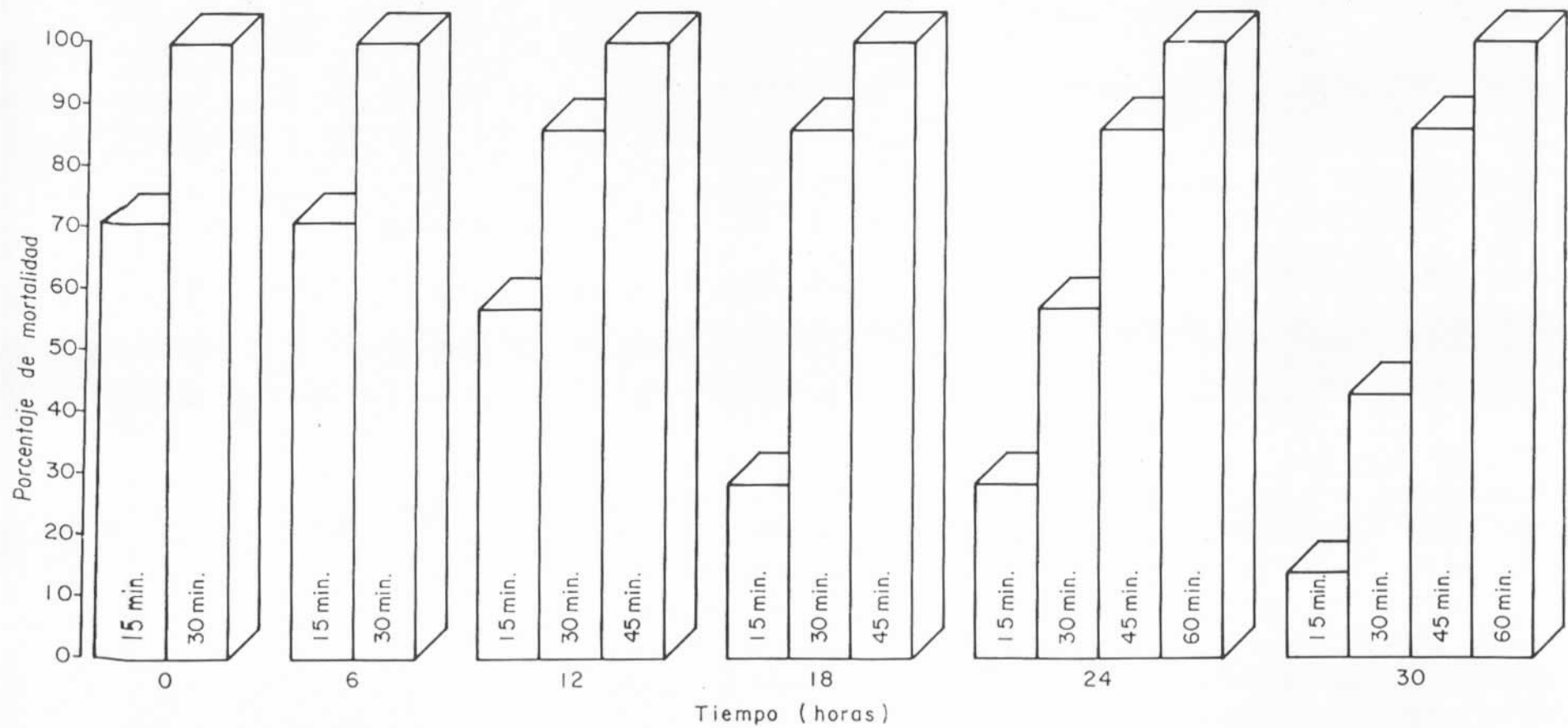


FIGURA 20. Efecto del Carbofurán sobre adultos de Eriopis sp.

Para encontrar la producción, se promediaron todos los tratamientos a los cuales se les aplicó Teflubenzurón y ese dato se redujo a producción por hectárea. Lo mismo se hizo con los tratamientos donde se utilizó Carbofurán. La producción con aplicación de Teflubenzurón fué de 120.3 cargas/hectárea y el resultado de las parcelas con Carbofurán fué de 153.8 cargas/hectárea.

El costo total de producción por hectárea se tomó de los boletines Informativos de FEDEPAPA correspondientes al semestre A de 1.987. Los resultados de este análisis económico se encuentran consignados en la Tabla 13.

Como puede observarse, tanto la relación Beneficio - Costo como la Rentabilidad, son mucho más bajas para el caso en que se utilizó Teflubenzurón comparado con los resultados obtenidos con Carbofurán.

TABLA 13. Resultados del análisis económico del ensayo.

INDICES DE EVALUACION	P R E C I O S	TEFLUBENZURON	CARBOFURAN
Relación Beneficio - Costo B / C.	Mínimo	0.75	0.96
	Modal	0.91	1.15
	Máximo	1.06	1.35
Rentabilidad (%) r	Mínimo	- 24.5	- 3.7
	Modal	- 9.3	15.8
	Máximo	5.8	35.1

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados anotados anteriormente y producto de los respectivos análisis, se pueden indicar las siguientes conclusiones :

- El gusano blanco de la papa, de conformidad a los resultados de este trabajo, sigue comportándose como un insecto plaga de este cultivo. Es así como inclusive en el mejor tratamiento de control o sea el T₁₃ (aplicaciones de Carbofurán al primero y segundo aporque), se presentó un porcentaje de daño promedio de 10.53%.
- Como muy bien es conocido, Premnotrypes vorax (Hustache) es una plaga que no afecta la producción sino la calidad del tubérculo y esto es corroborado con los resultados hallados en los diferentes tratamientos, donde se presentaron diferencias significativas entre ellos.

- Una de las dificultades principales en los estudios ecológicos y económicos sobre el gusano blanco de la papa, es la de hallar un índice de daño que permita modificar los tratamientos convencionales con productos químicos que imperan en el país desde hace más de 30 años. En el desarrollo de esta investigación puede concluirse con respecto al índice de daño, que este insecto plaga tiene un comportamiento variable con relación al daño, de acuerdo a su distribución espacial en el campo, la cual puede decirse que es posiblemente al azar. El comportamiento del insecto plaga en cuanto al índice de daño, presentó mayor incidencia en los tratamientos T₈ (aplicación de Carbofurán al momento de la siembra), T₅ (aplicación de Teflubenzurón en el segundo aporque), pero es necesario profundizar con más detenimiento en un análisis sobre el particular para poder adelantar una conclusión concreta.

- A pesar de existir en la práctica muchos factores que afectan la efectividad de un producto en cuanto al porcentaje de control de la plaga, en este estudio puede afirmarse que el mayor porcentaje de control lo ofrece el tratamiento T₁₃ que corresponde a aplicaciones de Carbofurán al primero y segundo aporque, lo cual confirma

lo expresado por Calvache y Alvarado de que el producto que ha demostrado mayor efectividad es el Furadán (Carbofurán) en cualquiera de sus formulaciones.

- La afirmación general que puntualiza : el daño de un insecto plaga es una función de la población plaga y ésta del tiempo, se cumple en el trabajo por cuanto los análisis de regresión y correlación demuestran una estrecha relación entre las variables.
- Es necesario seguir adelantando investigaciones que conlleven a definir tratamientos económicos contra el gusano blanco de la papa , - por cuanto con los precios del tubérculo en el mercado, los costos de producción de los tratamientos, la relación beneficio-costo no demuestra un comportamiento aceptable para los agricultores.
- De los ensayos a nivel de laboratorio puede señalarse que los inhibidores de quitina permiten un mayor espacio de tiempo para la - sobrevivencia de los insectos benéficos con relación a las plagas, - comparados con los productos utilizados convencionalmente.

5.2 RECOMENDACIONES.

- En el uso de plaguicidas contra el gusano blanco de la papa se debe enfatizar en la investigación con los productos inhibidores de quitina, por ser una alternativa a los problemas de resurgencia y resistencia que se presentan en esta plaga.

- Es necesario insistir que el uso de productos plaguicidas contra el gusano blanco de la papa debe basarse en un conocimiento adecuado de la biología de la plaga y del ciclo del cultivo.

6. RESUMEN

Para contribuir a la solución del problema ocasionado por el gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache), se han venido empleando insecticidas de diferentes grupos químicos. Los ensayos con inhibidores de quitina hasta ahora se inician en Boyacá.

Este estudio pretende buscar una alternativa de solución que contemple eficiencia en el control con un mínimo de riesgo para los agricultores y el medio ambiente. Por esto se realizó un experimento con el inhibidor de quitina Teflubenzurón bajo condiciones de campo en el municipio de Toca (Boyacá), durante el semestre A de 1986 y complementado con pruebas de laboratorio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el semestre A de 1987, con una temperatura promedio de 13.5°C, humedad relativa del 81% para la zona de Toca, y una temperatura de 18.3°C, humedad relativa del 76.8% para el laboratorio de la Universidad.

Los principales objetivos fueron evaluar la eficiencia del insecticida regulador del crecimiento Teflubenzurón en el control de Premnotrypes vorax (Hustache) y por otra parte, observar la acción sobre fauna benéfica. Para ello se utilizó un diseño de bloques al azar con tres replicaciones y quince tratamientos, incluido un testigo absoluto. Como testigo comercial se empleó el insecticida Carbamato Furadán (Carbofurán) en las dosis recomendadas por sus productores. El Teflubenzurón se aplicó al momento de la siembra en dosis de 750 ppm (Inmersión de la semilla durante 10 minutos en una solución), y al primero y segundo aporques 75 g de ingrediente activo por hectárea, aspersión dirigida a la base de la planta.

En el momento de la cosecha se tomaron los datos que fueron procesados hasta obtener las variables que se querían evaluar: porcentaje de daño, porcentaje de control, producción e índice de daño. Estas se sometieron al análisis estadístico recomendado, o sea análisis de varianza (Anova) y prueba de comparación múltiple (Duncan); también se realizaron las correlaciones respectivas y el análisis económico que consistió en encontrar la relación beneficio costo y la rentabilidad.

Los resultados encontrados permiten señalar que el Teflubenzurón, insecticida de los llamados de la tercera generación, es un producto promisorio en el

control de este insecto plaga, lo cual abre un amplio camino dentro de la investigación sobre nuevas alternativas en el control de Premnotrypes vorax (Hustache). A lo anterior se agrega el bajo efecto que tiene sobre fauna benéfica, específicamente sobre Eriopis connexa connexa (Germar).

BIBLIOGRAFIA

1. CALVACHE, H. Determinación del período crítico del cultivo de la papa en relación con el gusano blanco Premnotrypes vorax (Hustache) en Nariño. VI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología - SOCOLEN : Resúmenes . Cali. Julio de 1979.
2. CALVACHE, H. y ALVARADO, L. F. El gusano blanco de la papa - Premnotrypes vorax (Hustache) y su control. Compendio : subgerencia de investigaciones. ICA. Bogotá. 1980; 26 p.
3. CALVACHE, H. y POSADA, L. Nota científica : efecto de barreras vegetales en el control del gusano blanco. Boletín de la Sociedad - Colombiana de Entomología. SOCOLEN. No. 55, Febrero de 1987. 6 p.
4. CAMACHO, O.; FAJARDO, S. y VERGARA, R. Evaluación de insecticidas en el control del gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. 1975; 85 p. (Tesis Ing. Agr.).
5. CELAMERCK. Informe técnico sobre CME 13406 (teflubenzurón), un nuevo regulador del crecimiento de los insectos en experimentación. Celamerck Departamento de Desarrollo. República Federal Alemana. 1983; 5 p. (Mimeografiado).
6. CELAMERCK. Información técnica, Teflubenzurón (CME 134)/Nomolf CME 13406. Data for registration. Confidential. Celamerck. Ingelheim, Federal Republic of Germany. 1985; 17 p. (Mimeografiado).

7. CUÑAT, P. Plaguicidas no contaminantes. En : Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Valencia España. 1984; p 289-299.
8. ESPINOSA, S.; URRUTIA, G. y VERGARA, R. Control químico del - gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache) con el inhibidor de quitina Triflumurón. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. 1985. p 93 (Tesis Ing. Agr.).
9. FEDEPAPA. Cuarto curso de actualización de conocimientos en el cultivo de la papa. Federación Colombiana de Productores de Papa. Bogotá, Noviembre de 1986; 179 p.
10. HOECHST COLOMBIANA. Informe Técnico : Furadán Insecticida Nematicida Sistémico. Marca Registrada de FMC Corporation. Bogotá. (s.f.) p 4.
11. HUNTER, E. and J. F. VINCENT. The effects of a novel insecticide on insect cuticle. Department of Zoology, The University, Reading - (England), 28 Mayo 1974. n.r. 12, p 1432-1433.
12. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo de la papa. Compendio No. 24. Regional No. 4. Programa de Tuberosas. 1978. 330 p.
13. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Subgerencia de investigación y transferencia agropecuaria. Sección de Entomología. Proyecto Pracipa. Bogotá. (s.f.) p 23.
14. JARAMILLO, A. La papa : Control de sus enfermedades y plagas en América Latina. Rohm and Hass Company. Philadelphia (s.f.) 40 p.
15. KER, R. F. The effects of diflubenzuron on the growth of insect cuticle. Pestic Science. 1978. 9 : 259-265 p.
16. FREYSZIG, G. Introducción a la estadística matemática : Principios y métodos. Ed. Limusa. México. 1979. p 168-169.
17. LITTLE, T. M. y JACKSON, F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. 1976. p 60-78 y 145-164.

18. LUNA, G.; SANDOVAL, A. y VARELA, A. Control químico del gusano blanco Premnotypes vorax (Hustache) en el cultivo de la papa. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. 1975. 80 p. (Tesis Ing. Agr.).
19. LUJAN, L. Tecnología de la producción de semilla de papa. El cultivo de la papa. Federación Nacional de Productores de Papa FEDEPAPA. Bogotá 1980. p 15-25.
20. MARX, S. L. Chitin synthesis inhibitors : New class of insecticides . - Science 197 : 1170-1172. 1977. (s.f.) (Reprint).
21. MATCALF, L. C. y FLINT, F. W. Insectos destructivos e insectos útiles : sus costumbres y su control. 6a. ed. México. edit. Continental. 1975. 1208 p.
22. MULLA, M. S. and MIAN, L. S. Biological and environmental dynamics of insect growth regulators (IGRs) as used against Diptera of public health importance. Departament of Entomology, University of California, USA. Residue Reviews, Vol. 84. 1982. p 28-112.
23. OLIVARES, N., JIMENEZ, P., CRUZ, A. y CANCELADO, F. Estudio preliminar de reconocimiento y distribución geográfica del nemátodo dorado Heterodera rostochiensis (Wollen - Weber) y gusano blanco Premnotypes vorax (Hustache). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, 1973. p5 p. (Tesis Ing. Agr.).
24. OPPRNOORTH, F. J. and VAN ECK, W. H. Mode of action of diflufenzuron. Institute for Pesticide Research, Wageningen, the Netherlands. 1980. p 224-225.
25. PARELLA, M. P., et al. Control of Liriomiza trifolii with biological agents and insect growth regulators. Departament of Entomology, University of California, Riverside. California Agriculture. November - December. 1982. p 17-19.
26. SACHICA, J. A.; VARGAS, J. J. y VERGARA, R. Estudios básicos de Eriopsis connexa connexa (Germar) (Coleóptera : Coccinellidae). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 1984. 119 p. (Tesis Ing. Agr.).

27. SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA. XII Congreso : Resúmenes. Medellín, Julio de 1985. Impresión : Sección de divulgación ICA Regional 4; 95 p.
28. TEMAS DE ORIENTACION AGROPECUARIA. Manual de papa. No. 130. Seg. Ed. Bogotá 1982; p 105.
29. VERGARA, R. Plagas en el cultivo de la papa. Documento CENIA No. 14. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. 1983. 22 p.
30. VELEZ A., Raúl. Notas sinópticas de entomología económica colombiana. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín. 1985. 258 p.
31. VILLAMIZAR, T.; BECERRA, E. y VERGARA, R. Biología, ciclo de vida y control químico del gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache) con distintas formulaciones de Lindano. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. 1983. p 114. - (Tesis Ing. Agr.).
32. ZENNER, I. Y POSADA, L. Control químico del gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache). Separata de Agricultura - Tropical. 1969. 25(4) : 195-205 p.
33. _____ . Generalidades sobre el gusano blanco de la papa Premnotrypes vorax (Hustache). Separata de Agricultura - Tropical. 1968. 24(1) : 33 - 40 p.
34. _____ . Plagas más importantes que atacan el cultivo de la papa. En : ICA Informa No. 6. 1973. p 25. (Mimeografiado).

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

A N E X O S

BIBLIOTECA
DE COLOMBIA

ANEXO 1. Porcentaje de daño en cada parcela.

Tratamientos	Replicaciones		
	I	II	III
1	22,2	40,7	34,1
2	37,1	22,1	24,1
3	29,5	11,3	30,5
4	26,4	44,2	29,8
5	37,6	47,7	69,4
6	31,7	49,5	38,8
7	24,1	12,9	21,7
8	65,6	61,5	67,4
9	9,9	20,1	12,5
10	31,6	44,9	22,9
11	20,3	10,0	18,9
12	39,2	59,3	38,7
13	14,6	12,1	4,9
14	21,6	8,9	12,5
15	31,1	36,9	48,1

ANEXO 2. Producción por parcela en kilogramos.

Tratamientos	Replicaciones		
	I	II	III
1	39,0	37,4	24,4
2	50,4	34,1	29,2
3	24,4	30,9	40,6
4	30,9	29,3	26,0
5	39,0	29,3	16,2
6	42,3	39,0	68,2
7	53,6	52,0	34,1
8	74,8	55,2	48,7
9	73,1	42,2	71,5
10	60,9	37,4	19,5
11	43,9	35,7	22,8
12	29,2	27,6	65,0
13	47,1	48,7	60,1
14	73,1	43,8	52,0
15	34,1	91,0	30,9

ANEXO 3. Índice de daño en cada parcela.

Tratamiento	Replicaciones		
	I	II	III
1	0,31	0,60	0,63
2	0,47	0,38	0,33
3	0,46	0,20	0,39
4	0,33	0,83	0,42
5	0,60	0,69	1,04
6	0,47	0,78	0,66
7	0,27	0,15	0,33
8	1,09	0,98	1,11
9	0,15	0,35	0,14
10	0,40	0,64	0,24
11	0,26	0,12	0,35
12	0,56	0,88	0,55
13	0,16	0,20	0,05
14	0,25	0,11	0,17
15	0,54	0,58	0,75

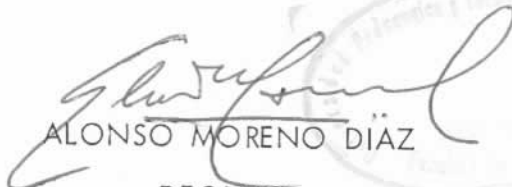
ANEXO 4. Porcentaje de control en cada parcela.

Tratamientos	Replicaciones		
	I	III	III
1	28,6	0	29,1
2	0	40,1	49,9
3	5,1	69,4	36,6
4	15,1	0	38,0
5	0	0	0
6	0	0	19,3
7	22,5	65,0	54,9
8	0	0	0
9	68,2	45,5	74,0
10	0	0	53,4
11	34,7	72,9	60,7
12	0	0	19,5
13	53,1	67,2	89,8
14	30,5	75,9	74,0


ANEXO 5. Resultado de las correlaciones entre las diferentes variables.

Variables	% daño	% control	Indice de daño
% de daño	1,00	- 0,9375**	0,9923**
% de control		1,00	- 0,9112**
Indice de daño			1,00

El presente trabajo fué revisado y aprobado por :



ALONSO MORENO DÍAZ
DECANO



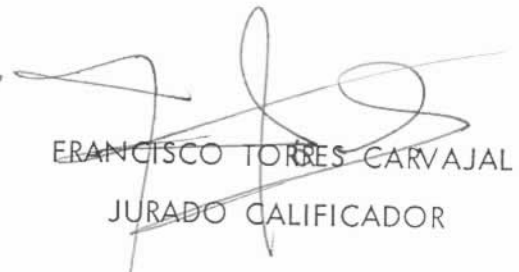
HERNANDO HURTADO VARGAS
SECRETARIO



RODRIGO VERGARA RUIZ
PRESIDENTE DE TESIS



ADOLFO LEON VARELA LOPEZ
JURADO CALIFICADOR



FRANCISCO TORRES CARVAJAL
JURADO CALIFICADOR

AUTORES :



MARTIN BERNARDO GUERRERO R.

ELSA RUBIELA PINZON R.