

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

DETERMINACION DE LA ETAPA FENOLOGICA MAS SUSCEPTIBLE AL
APARECIMIENTO DE POBLACION DE AFIDOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA
(Solanum tuberosum L.) TACTIC, ALTA VERAPAZ.

TESIS

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

POR:

VICTOR MANUEL TOBAR DOMINGUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO DE LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DE 1995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

R
01
T(497)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO: Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz
VOCAL CUARTO: Prof. Gabriel Amado Rosales
VOCAL QUINTO: Br. Augusto Saúl Guerra Gutierrez
SECRETARIO: Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy



Guatemala, febrero de 1995.

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

Respetables Señores:

En cumplimiento de las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACION DE LA ETAPA FENOLOGICA MAS SUSCEPTIBLE A POBLACIONES DE AFIDOS EN CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.), TACTIC, ALTA VERAPAZ."

Como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, aprovecho la oportunidad para suscribirme de ustedes,

Atentamente,


VICTOR MANUEL TOBAR DOMINGUEZ



ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

MIS PADRES: CESARIO TOBAR GARCIA
ROSALIA DOMINGUEZ DE TOBAR

Sea este un significativo tributo a su trabajo, a sus desvelos, a sus sacrificios, a sus oraciones, con profunda gratitud.

MI ESPOSA: MARICELA ANZUETO DE TOBAR

Como una prueba de amor por el esfuerzo y sacrificio que ambos hemos compartido para lograr nuestros objetivos.

MIS HIJOS: ROSA MARICELA Y EDY MANUEL

Razón de mi existir y dicha que me prodiga. Que el esfuerzo de sus padres sea ejemplo para alcanzar las metas que se propongan.

MIS HERMANOS: ETELVINA, EDY ROLANDO Y MARIO RENE

Agradeciéndoles los estímulos recibidos y esperando que cada uno se realice plenamente en su vida.

MIS SOBRINOS: KAREN, EDER, ALEXANDER, KATERIN, PAOLA,
KEVIN, WALESKA Y LENIN

Deseando que en su vida tengan triunfos y sacrificios.

MIS TIOS Y TIAS: con todo respeto.

MIS CUÑADOS Y CUÑADAS: en especial a RONY ORLANDO SOSA,
por el apoyo recibido.

MIS ABUELITOS (Q.E.P.D.)

MI SUEGRA: ISIDRA TOBAR

Con mucho respeto y cariño.



TESIS QUE DEDICO

A

GUATEMALA

TACTIC, ALTA VERAPAZ

ESCUELA DE FORMACION AGRICOLA DE COBAN

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, BARCENAS, VILLA
NUEVA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIDAD DE FORMACION DE RECURSOS HUMANOS, MINISTERIO DE
AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION, Y BAYER DE
GUATEMALA COMO INSTITUCIONES FINANCIANTES DE LA
INVESTIGACION

MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DEL AREA DE FORMACION

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE ESTUDIO: GUILLERMO SIERRA,
IRVIN TEJADA, EVAL SALES, JUAN JOSE CORADO, OSCAR
HERNANDEZ, JOSE MASAYA Y MARVIN TURCIOS.



AGRADECIMIENTOS

A los Ing. Agr. Alvaro Hernández y William Escobar, por su valiosa asesoría en la presente tesis.

Al Ing. Agr. Eugenio Orozco y al Dr. José de Jesús Castro, por las sugerencias hechas a la presente tesis.

A los Técnicos Alicia Aidana, Herberth Castellanos, Juan Carlos Gálvez, personal del Laboratorio de Parasitología Vegetal de DIGESA.

Al Ing. Agr. Héctor Aidana, Encargado de Investigación y Desarrollo de Bayer de Guatemala.

Al Ing. Agr. Alvaro Aguilar, División Agrícola, Bayer de Guatemala.

Al Sr. Rolando Amado, Gerente Técnico, División Agrícola, Bayer de Guatemala.

Por haber facilitado la asesoría y el material experimental utilizado para la elaboración de la presente tesis.

Al TUPP Víctor Hugo Monzón por permitirme realizar la investigación en su granja.

A los Bachilleres Mario Masaya y Wellington Palencia, por su valiosa asesoría en lo referente al trabajo de computación.



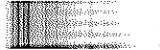
INDICE

PAG.

CONTENIDO	
INDICE DE FIGURAS.....	i
INDICE DE CUADROS.....	i
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	3
4. MARCO TEORICO.....	4
4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
4.1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	4
4.1.2 PLAGAS MAS IMPORTANTES DEL CULTIVO DE LA PAPA (<u>Solanum tuberosum</u> L.).....	5
4.1.2.1 AFIDOS O PULGONES.....	7
a. PULGON VERDE DEL DURAZNO (<u>Myzus</u> <u>persicae</u> Sulzer).....	9
b. AFIDO DE LA PAPA (<u>Macrosiphum</u> <u>euphorbiae</u>).....	10
4.1.2.2 RELACION AFIDOS-TRANSMISION DE VIRUS... ..	11
4.1.3 DETERMINACION DE LA RELACION ENTRE DENSIDAD DE POBLACION Y EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD.....	12
4.1.4 MUESTREO DE AFIDOS.....	14
4.1.5 CARACTERISTICAS DEL INSECTICIDA PARA EL CONTROL DE AFIDOS.....	16
4.2 MARCO REFERENCIAL.....	18
4.2.1 UBICACION GEOGRAFICA.....	18
4.2.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	19
4.2.3 CONDICIONES EDAFICAS.....	19
5. OBJETIVOS.....	20
6. HIPOTESIS.....	21
7. METODOLOGIA.....	22
7.1 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	23
7.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23

7.2.1	MODELO ESTADISTICO.....	23
7.2.2	TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	23
7.2.3	ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO.....	24
7.3	VARIABLES A EVALUAR.....	24
7.4	TOMA DE DATOS PARA CADA VARIABLE.....	24
7.4.1	METODOLOGIA DE MUESTREO PARA DETERMINAR EL NU- MERO DE COLONIAS DE AFIDOS.....	24
7.4.2	METODOLOGIA PARA RECuento DE PLANTAS VIROTICAS.	24
7.4.3	OBTENCION DE DATOS DE RENDIMIENTO EN KG/HA.....	25
7.5	ANALISIS DE INFORMACION.....	25
7.5.1	DENSIDAD POBLACIONAL DE AFIDOS.....	25
7.5.2	RELACION ENTRE DENSIDAD POBLACIONAL DE AFIDOS Y RENDIMIENTO BRUTO.....	25
7.5.3	RELACION ENTRE PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS DURANTE TODO EL CICLO Y DIAS DESPUES DE SIEMBRA.....	25
7.5.4	NIVEL DE DAÑO ECONOMICO.....	26
7.6	MANEJO DEL CULTIVO.....	26
7.6.1	SEMILLA.....	26
7.6.2	PREPARACION DEL TERRENO.....	26
7.6.3	SIEMBRA.....	27
7.6.4	FERTILIZACION.....	27
7.6.5	CONTROL DE ENFERMEDADES.....	27
7.6.6	CONTROL DE PLAGAS.....	27
7.6.7	CONTROL DE MALEZAS.....	28
7.6.8	COSECHA.....	29
8.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
8.1	DENSIDAD POBLACIONAL DE AFIDOS.....	29
8.2	EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES POBLACIONALES DE AFIDOS SOBRE EL RENDIMIENTO.....	33
8.3	NIVELES DE DAÑO ECONOMICO.....	37
8.4	INCIDENCIA DE PLANTAS VIROTICAS.....	38
9.	CONCLUSIONES.....	44
10.	RECOMENDACIONES.....	45
11.	BIBLIOGRAFIA.....	46
12.	APENDICE.....	50

APENDICE A: MAPA DEL MUNICIPIO DE TACTIC, A.V.....	51
APENDICE B: DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DE CAMPO EN CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.....	53



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Poblaciones de áfidos/planta y por tratamientos 1,2 y 3 respecto a días después de las siembra, del cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	31
FIGURA 2	Poblaciones de áfidos/planta y por tratamientos 4,5 y 6 respecto a días después de las siembra, del cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	32
FIGURA 3	Efecto de diferentes densidades poblacionales de áfidos sobre el rendimiento de papa, en Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	34
FIGURA 4	Modelo lineal del número de áfidos por planta y rendimiento, en diferentes etapas fenológicas del cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	36
FIGURA 5	Efecto de incidencia de plantas viróticas sobre el rendimiento de papa, en Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	39
FIGURA 6	Modelo lineal de proporción de plantas viróticas y días después de la siembra, tratamientos 1,2 y 3, cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	42
FIGURA 7	Modelo lineal de proporción de plantas viróticas y días después de la siembra, tratamientos 4,5 y 6, cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	43

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Plagas más importantes del cultivo de la papa (<u>Solanum tuberosum</u> L.).....	6
CUADRO 2	Especies de insectos que transmiten virus al cultivo de la papa (<u>Solanum tuberosum</u> L.).....	7
CUADRO 3	Media de áfidos por planta, en cada muestreo, por tratamiento, cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	30

CUADRO 4	Comparación de medias poblacionales de áfidos por planta (Tuckey 0.05), para diferentes etapas del cultivo de papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	32
CUADRO 5	Rendimiento de papa bajo 6 densidades poblacionales de áfidos, en Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	33
CUADRO 6	Resumen de resultados de análisis de regresión lineal en las diferentes fases fenológicas del cultivo de la papa, rendimiento vrs. número de áfidos por planta, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	35
CUADRO 7	Tasa marginal de retorno por hectárea del cultivo de la papa, para diferentes tratamientos, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	36
CUADRO 8	Niveles de daño económico para áfidos en papa, por etapas fenológicas y costo de control, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	38
CUADRO 9	Número de plantas viróticas en cada conteo por tratamiento, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	40
CUADRO 10	Resumen de resultados de análisis de regresión lineal de proporción de plantas viróticas y días después de la siembra, cultivo de la papa, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	41
CUADRO 11	Etapas fenológicas del cultivo de la papa y actividades culturales realizadas, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	52
CUADRO 12	Boleta de muestreo de áfidos de cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	54
CUADRO 13	Boleta de recuento de plantas viróticas de cultivo de papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	55

CUADRO 14	Análisis estadístico del promedio de áfidos por planta, en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994...	56
CUADRO 15	Análisis estadístico del promedio de áfidos por planta, durante la fase vegetativa en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	56
CUADRO 16	Análisis estadístico del promedio de áfidos por planta durante la fase de prefloración en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	57
CUADRO 17	Análisis estadístico del promedio de áfidos por planta durante la fase de floración en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	57
CUADRO 18	Análisis estadístico del rendimiento kg/ha del cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	58
CUADRO 19	Análisis de regresión lineal de promedio de áfidos por planta durante todo el ciclo y el rendimiento, del cultivo de papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	58
CUADRO 20	Análisis de regresión lineal de promedio de áfidos por planta durante la fase vegetativa y rendimiento, en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994...	59
CUADRO 21	Análisis de regresión lineal entre promedio de áfidos/planta durante fase de prefloración y rendimiento, en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz 1994....	59
CUADRO 22	Análisis de regresión lineal entre promedio de áfidos/planta durante fase de floración y rendimiento, en el cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	60
CUADRO 23	Análisis de regresión lineal entre número de plantas viróticas y rendimiento, en el cultivo	

	de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	60
CUADRO 24	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viroticas, tratamiento 1, cultivo de papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	61
CUADRO 25	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viróticas, tratamiento 2, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	61
CUADRO 26	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viróticas, tratamiento 3, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	62
CUADRO 27	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viróticas, tratamiento 4, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	62
CUADRO 28	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viróticas, tratamiento 5, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	63
CUADRO 29	Análisis de regresión lineal para el número de días después de siembra y proporción de plantas viróticas, tratamiento 6, cultivo de la papa, variedad Loman, Tactic, Alta Verapaz, 1994.....	63
CUADRO 30	Costo por hectárea de cultivo de la papa, para diferentes tratamientos, Tactic, Alta Verapaz, 1994 estructura costos directos y costos indirectos.....	64

CUADRO 31. Costo por hectárea de cultivo de la papa, para diferentes tratamientos, Tactic, Alta Verapaz, 1994 (estructura costos variables y costos fijos).....	64
--	----



DETERMINACION DE LA ETAPA FENOLOGICA MAS SUSCEPTIBLE
A POBLACIONES DE AFIDOS EN CULTIVO DE
PAPA (Solanum tuberosum L.), TACTIC, ALTA VERAPAZ

DETERMINATION OF THE MOST SUSCEPTIBLE PHENOLOGIC STAGE OF
POTATOE CULTURE FIELDS TO APHID POPULATIONS
(Solanum tuberosum L.) TACTIC, ALTA VERAPAZ

El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.), depende del control a base de insecticidas sintéticos, que en muchas ocasiones es utilizado en forma indiscriminada. Esto rompe el control natural de plagas que se ha logrado para larvas de lepidópteros, impidiendo que los insectos benéficos puedan controlarlos. Actualmente no se cuenta con una opción biológica inmediata para el control de áfidos en papa. El objetivo principal de este trabajo, fue determinar el efecto de diferentes densidades poblacionales de áfidos sobre el rendimiento del tubérculo de papa, para conocer que etapa fenológica es más susceptible al daño de áfidos.

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Tactic, A.V. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en seis frecuencias de aspersión de insecticida Imidacloprid, hechos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Para conocer la fluctuación de los áfidos en las etapas fenológicas del cultivo, se muestreó semanalmente, diez plantas al azar, por unidad experimental y tratamiento, donde se obtuvo promedio de áfidos por planta. Se tomó una muestra de doscientos áfidos y se llevó al Laboratorio de Parasitología Vegetal de DIGESA, donde reportaron dos especies: Myzus spp y Macrosiphum spp en un 80% y 20% respectivamente.

El mayor rendimiento alcanzó una producción de 26,485.71 Kg/Ha correspondiente al tratamiento cinco, donde se aplicó cinco aspersiones en la etapa de desarrollo vegetativo y prefloración, con un promedio de áfidos por planta de 4.62. El testigo presentó un promedio 29.68 áfidos por planta, alcanzando un rendimiento menor de 18,803.57 Kg/Ha.

En cuanto al nivel de daño económico obtenido, de acuerdo a la metodología planteada por Hruska y Rosset, se observa que en la etapa vegetativa el nivel de daño económico es de 1.53 áfidos por planta, en la etapa de prefloración correspondió a 5.53 y floración 7.32. De acuerdo a estos resultados se sugiere que el control de áfidos debe realizarse desde la etapa vegetativa, 42 días después de la siembra.

1. INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum L.) es importante como fuente de carbohidratos en la alimentación humana, es de amplia adaptación, y constituye un fuerte renglón de ingresos económicos para pequeños, medianos y grandes agricultores del país. En Guatemala se siembra aproximadamente 10,000 hectáreas, con un rendimiento de tubérculos promedio de 5.7 TM/Ha (8).

Los áfidos constituyen uno de los problemas plaga más importantes debido a que transmiten virus, reducen la producción de azúcares y de tubérculos. Los virus también afectan la calidad de tubérculos destinados para semilla, por efecto de la degeneración de los nuevos brotes. Entre las especies de áfidos que más se encuentran asociados al cultivo de la papa tenemos: Myzus persicae y Macrosiphum euphorbiae (16).

El control de áfidos-plaga en el cultivo de la papa es problemático, debido a que especies como Myzus persicae aparentemente ha generado posible resistencia a insecticidas sintéticos (17). El uso de insecticidas sintéticos en forma indiscriminada contra áfidos, altera el equilibrio natural y los insectos benéficos no pueden mantener bajas las poblaciones de áfidos. Para afectar lo menos posible la entomofauna benéfica, es necesario aplicar los insecticidas sintéticos únicamente cuando las poblaciones de áfidos sean suficientemente altas y puedan ocasionar bajas en rendimiento y calidad de los tubérculos.

El propósito principal del trabajo fue determinar la etapa fenológica más afectada por la infestación de áfidos en el cultivo de la papa. Dicho trabajo se realizó en la Aldea Guaxpac, municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz.

Se utilizó el Diseño Bloques al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables a evaluar fueron: número de áfidos por planta en cada tratamiento a través de la duración del ensayo, número de plantas viróticas y rendimiento de tubérculos en Kg/Ha.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Los áfidos constituyen una de las plagas más importantes de los cultivos hortícolas y en especial del cultivo de la papa. Debido al daño directo que causan, al succionar savia y por el daño indirecto, al transmitir los virus del enrollamiento de las hojas (PLRV), el virus X de la papa (PVX) y el virus Y de la papa (PVY).

El efecto de las enfermedades virosas sobre el rendimiento de tubérculos de la papa, depende del tipo de virus presente, de la combinación de ellos en una determinada planta, de la etapa fenológica del cultivo y de la población de áfidos.

La mejor medida recomendada para el control de las enfermedades virosas y de los áfidos es un plan de manejo integrado de vectores. Actualmente el control de áfidos vectores se hace con insecticidas sintéticos y sistémicos, con aplicaciones calendarizadas y sin tomar en cuenta la densidad poblacional de la plaga.

El control inadecuado de áfidos en el cultivo de la papa tiene varias consecuencias: el aumento de costos de producción, mayor impacto en la contaminación del ambiente y el posible riesgo de que los áfidos generen resistencia a los plaguicidas.

Por ello es necesario buscar alternativas mas efectivas y su combinación con la fluctuación de las poblaciones de vectores. También es necesario conocer la relación entre la densidad de población de áfidos y el rendimiento para las fases: vegetativa, prefloración y floración. Al determinar estas relaciones se podrá conocer la etapa fenológica más susceptible al aparecimiento de áfidos, en donde amerita para aplicar prácticas de control.

3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La papa en Guatemala, está caracterizada como una hortaliza de suma importancia en la dieta diaria, después del maíz y frijol. En Guatemala se siembran aproximadamente 10,000 hectáreas al año, con un rendimiento promedio de 5.7 TM/Ha de lo cual el 35% se exporta a países vecinos (8).

Los principales problemas del cultivo de la papa son: baja tecnología del cultivo, falta de semilla mejorada, ataque de plagas y enfermedades y falta de normas de comercialización.

Entre las plagas más importantes que afectan el cultivo se encuentran los áfidos, debido a su relación con el proceso de transmisión de virus y por considerárseles los vectores principales. Los virus transmitidos reducen la producción de tubérculos, así como el desarrollo y la densidad de plantas por hectárea.

Actualmente el control de áfidos se efectúa con insecticidas sintéticos, sin tomar en cuenta la densidad de población de la plaga. Como consecuencia aumentan los costos, se produce mayor contaminación del ambiente: además aumenta el riesgo de que los áfidos adquieran resistencia.

Es importante determinar la etapa fenológica más afectada como consecuencia de la colonización de áfidos y cuantificar en función del rendimiento, que tratamiento es más económico. Con ello se podrá disminuir la población de áfidos, además de la incidencia de plantas viróticas transmitidas por el complejo de áfidos.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1. Generalidades del cultivo:

La papa, (Solanum tuberosum L.), pertenece a la familia de las Solanaceas. Es originaria de las regiones andinas de Sudamérica, y en la actualidad se cultiva en todo el mundo. Los principales productores son los países europeos, Canadá y Estados Unidos. Por su cultivo se clasifica como una planta anual, aunque puede comportarse vegetativamente como perenne en el campo, de un año a otro, en las regiones muy frías. Sus tallos son llenos, con hojas muy hendidas, flores que varían del blanco al violeta, según la variedad, existen algunas variedades que no florecen y otras que aunque florecen no forman semillas. La papa es un tubérculo que se forma en las puntas de una ramificación subterránea del tallo, llamada estolón o rizomas, ocasionalmente se forman a lo largo de los propios tallos subterráneos. La formación de los tubérculos se inicia generalmente cuando las plantas alcanzan 25 cms de altura o de 5 a 6 semanas después de la siembra y están listos para cosechar a los 120 días. Su reproducción se hace por medio de tubérculos utilizándose ya sea enteros o seccionados (6,8).

El cultivo de la papa es de gran importancia en Guatemala. Como fuente de carbohidratos es necesaria en la alimentación de la población Guatemalteca. Además de su utilización como producto alimenticio, también es importante por su uso industrial, empleándose la fécula en la industria textil (12).

Se adapta bien desde alturas comprendidas entre los 1,200 a 3,000 metros de altitud, en climas templados y fríos. Las temperaturas óptimas para su desarrollo son de 16 a 24°C, pudiendo soportar hasta temperaturas medias de 12 grados centígrados (6,12).

Los suelos ideales son los francos y franco arenosos,

fértiles, sueltos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de 4.5 a 6.5. Se desarrolla bien en otra clase de suelos siempre que sean sueltos (8,6).

Al momento de la siembra, la semilla debe haber alcanzado un grado de madurez que le permita desarrollarse rápidamente y formar varios tallos por planta. En las primeras semanas después de la cosecha, las yemas del tubérculo no producen brotes pues la papa se encuentra en un estado de latencia. La latencia es seguida por un período de dominancia apical, durante el cual sólo brota el ojo del ápice y por consiguiente, se obtiene únicamente un brote por tubérculo. Terminando este período, los demás ojos pueden también brotar. Tubérculos demasiado viejos producen muchos tallos, pero débiles y en consecuencia. Son poco adecuados para ser utilizados como semilla. La duración del período de latencia depende de la variedad (12).

4.1.2 Plagas y enfermedades más importantes del cultivo de la papa.

La importancia de los insectos del cultivo de la papa en Guatemala estriba en las pérdidas que causan al follaje durante su crecimiento activo, en la pérdida de calidad de los tubérculos causado por las barrenaduras, y en el debilitamiento general causado a la planta a través de su penetración en sistemas radiculares y/o base del tallo, ver Cuadro 1, así como por la pérdida de savia y la transmisión de virus al follaje, ver Cuadro 2.

CUADRO 1

Plagas más importantes del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)

PLAGAS	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ORDEN
Del follaje	Tortuguilas	<u>Diphaulaca</u> sp.,	Chrysomelidae	Coleóptera
Del suelo	Gusano listado	<u>Spodoptera</u> <u>sunia</u>	Noctuidae	Lepidoptera
	Gusano verde de bandas amarillas.	<u>Prodenia</u> sp	Noctuidae	Lepidoptera
Del tubérculo	Palomilla	<u>Phthorimaea</u> <u>operculella</u>	Gelechiidae	Lepidóptera
		<u>Scrobipal-</u> <u>popsis</u> <u>solanivora</u>	Gelechiidae	Lepidóptera

FUENTE:

I Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) 1980.

CUADRO 2

Especies de insectos que transmiten virus al cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)

PLAGAS	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ORDEN
Del follaje	Chicharrita verde	<u>Empoasca sp.</u>	Cicadellidae	Homóptera
	Afido de la col	<u>Myzus persicae</u>	Aphididae	Homóptera
	Afido de la papa y tomate	<u>Macrosiphum solanifolii</u>	Aphididae	Homóptera

FUENTE:

I Curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) 1980.

4.1.2.1. Afidos o pulgones.

Los áfidos son capaces de dañar severamente o destruir toda clase de hortalizas. Estos insectos son de cuerpo blando, miden de 1 a 2 mm de largo y son generalmente de color verde. Algunas especies son de color café, amarillo, rosado o negro. Para alimentarse introducen sus estiletes, aparato bucal picador-chupador, en los tejidos de las plantas y chupan la savia; durante el proceso alimenticio inyectan una saliva tóxica en la planta. Esto causa que las yemas se marchiten, los frutos se enjuten o se manifiesten un rizado de las hojas o aparezcan manchas de distinto color en el follaje. En donde está presente un número considerable de pulgones, las plantas se pueden marchitar gradualmente, se vuelven amarillentas o café y se mueren (19).

Los áfidos pueden ser importantes transmisores de virus en las plantas. Entre ellos se reconoce como a los más

dañinos a las especies: Myzus persicae y Macrosiphum euphorbiae (5,17).

Los áfidos comúnmente segregan una sustancia viscosa, azucarada, que se pega a las hojas de las plantas y sirve como sustrato adecuado para el crecimiento de hongos que forman "fumagina", a veces, dando a los productos hortícolas un aspecto ahumado (5).

a) Ciclo de vida, apariencia y hábitos:

El ciclo de vida de los áfidos varía según que estos se desarrollen en latitudes con invierno frío y latitudes subtropicales como la de Guatemala (18).

En latitudes donde el invierno es demasiado frío, los áfidos invernan típicamente como huevecillos fertilizados, en algunas plantas perennes; otros invernan sobre los remanentes muertos de las hierbas anuales. Los huevecillos son ovaes, negruscos y se encuentran pegados por sus lados generalmente a los tallos de las plantas o entre las yemas. En la primavera es cuando la temperatura se eleva, nacen las ninfas, las que crecen rápidamente hasta su tamaño, (adulto). Estos son ápteras, se les llama troncos madre; todas son hembras que luego se reproducen por partenogénesis, produciendo ninfas vivas por ovoviparidad (18).

Las subsiguientes generaciones son similares, de hembras ápteras, que se reproducen partenogenéticamente y son ovovivíparas, son gregarias y se reproduce una sucesión de generaciones; las ninfas se agrupan alrededor de las madres, hasta que porciones de la planta resultan cubiertas por ellas (18).

En algún tiempo durante este período, puede producirse adultos con alas capaces de volar a otras plantas, empieza

ahí una sucesión de generaciones, todas producidas como antes, de huevecillos no fertilizados que incuban dentro del cuerpo de la madre (18).

En latitudes subtropicales (climas cálidos), sólo hay reproducción partenogenética y no se producen machos. Existen hembras aladas y ápteras y una generación se puede completar entre 7 y 15 días. Las aladas se producen en respuesta a condiciones de hacinamiento y/o falta de alimentos que concuerda con la senescencia de los tejidos. La duración de una generación depende de la temperatura, a mayor temperatura mas corto el ciclo. Una hembra puede producir hasta 100 ninfas, son más abundantes durante las condiciones de sequía a temperaturas moderadas (5,18).

b) Descripción de las especies de áfidos más importantes que atacan a la papa.

b.1) Pulgón verde del durazno: Myzus persicae

El pulgón verde del durazno, es denominado también áfido verde o pulgón verde. Es cosmopolita, se puede alimentar de la savia de brote tiernos y hojas de diferentes hortalizas, como lechuga, ejote, arveja, papa y crucíferas (5,19,21).

Las ninfas y los adultos son pequeños, de color amarillo a verde amarillento, algunas veces rosados; el adulto es de color verde pálido a amarillo, y no tiene cubierta de polvillo ceroso. Es fácil distinguirlo de los otros áfidos, en revisar la base de la antena bajo una lupa o lente de aumento. El áfido verde es el único en las hortalizas, cuyos cornículos frontales en la base de la antena crecen el uno del otro en lugar de divergir (16).

Forman grandes colonias (que incluyen todos los grupos de edad), sobre el envés de las hojas tiernas, los brotes y

a veces las hojas senescentes amarillentas. En los cultivos de coles ésta especie es usualmente encontrada en hojas adultas. Es común en semillero, plantas jóvenes y hojas bajas de plantas adultas, pero rara vez encontrada en cabezas de brócoli, coliflor y repollo (16).

Myzus persicae se reproduce partenogénicamente y en climas cálidos no se reproducen machos, las hembras son vivíparas, tanto los alados como los sin alas. Las aladas se producen como respuesta a condiciones de hacinamiento y/o falta de alimento y a la senescencia de los tejidos, la duración de una generación depende de la temperatura, siendo de 10 o menos días en climas cálidos. Pueden ser visitados por hormigas, pero producen muy poca melaza; las hormigas pueden transportar a las ninfas a plantas que no estén infestadas y así establecer nuevas colonias (16,21).

Todos los estadios chupan savia de la hoja y los brotes; inyectan una saliva, tóxica que provoca el bolseado de las hojas de las cuales se alimentan. El daño causa reducción de vigor de la planta, achaparramiento de las mismas, marchitez, amarillamiento, encrespamiento de las hojas y caída (16,21).

b.2) Afido de la papa: Macrosiphum euphorbiae

Es casi cosmopolita, frecuentemente se encuentra en colonias mixtas con el áfido verde. Se presenta en gran variedad de hortalizas. Son de color verde o rosado; generalmente forman pequeñas colonias. El adulto de M. euphorbiae es más grande que Myzus persicae, mide 4 mm de largo; pueden ser alados o ápteros, con patas y cornículos largos (17,18).

Se reproducen sólo por partenogénesis en climas cálidos. Las colonias de este áfido están compuestas de adultos con descendencia estrictamente agrupada alrededor de ellos y

usualmente están en las hojas jóvenes (17,18).

4.1.2.2 Relación de áfidos-transmisión de virus.

Los áfidos constituyen una de las plagas más importantes de los cultivos hortícolas y en especial de la papa, por su activa participación en la transmisión de virus. Los virus por su parte, se han adaptado de maneras tan especiales a ser llevados por los áfidos, que en algunos casos se multiplican dentro del insecto, como si lo hicieran en la célula vegetal, estableciéndose una verdadera especificidad (16).

Los virus de mayor importancia económica en el cultivo de la papa el enrollamiento de las hojas (PLRV), el virus X de la papa (PVX), el virus Y de la papa (PVY) y el virus S de la papa (PVS). De ellos, solamente el PVX no es transmitido por áfidos pero se transmite fácilmente en forma mecánica (17).

El efecto de las enfermedades virosas sobre el rendimiento de la papa, depende del tipo de virus presente o de la combinación de ellos en una determinada planta.

Las enfermedades viróticas de la papa, a pesar de que en muy pocos casos son de carácter letal, generalmente reducen el vigor de la planta y la posibilidad de usar tubérculos como semilla (16).

Los virus pueden transmitirse de manera diferente, éstas son: por tubérculos infectados, mediante el contacto de plantas infectadas o herramientas contaminadas, o por vectores como insectos, nemátodos y hongos. Los virus más dañinos de papa son transmitidos por insectos vectores, especialmente áfidos, los cuales causan más daño al transmitir virus que al alimentarse de plantas (16).

Una de las medidas recomendadas para el control de las enfermedades virosas dentro de un plan de manejo integrado de plagas es el combate de los vectores (17).

4.1.3. Determinación de la relación entre densidad de población y efectos sobre el rendimiento y calidad.

"Una plaga se define como el insecto herbívoro o cualquier organismo, cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas", (14).

a) Relación entre densidad de población y rendimiento:

La meta principal para determinar la relación entre densidad de población y rendimiento, consiste en definir la pérdida económica, para un cultivo dado y calcular el nivel poblacional de la plaga que provocaría la pérdida. El primer paso hacia la racionalización del control de plagas, es la estimación de las pérdidas que las mismas provocan en los cultivos (14).

Los datos que se obtengan permitirán estimar el nivel de daño económico, el cual constituye información básica para la implementación del manejo integrado de plagas. "El nivel de daño económico es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del control es igual al beneficio económico esperado del mismo", (14). "Este nivel es relativamente fácil de estimar, servir como primer paso para obtener un umbral económico que divida las acciones de control en dos grupos: las que se implementan por debajo del nivel del daño económico, que no son rentables; y las que se implementan en el nivel de daño económico que sí son rentables". La densidad óptima para iniciar un control será difícil de calcular pero permite eliminar las aplicaciones no rentables, innecesarias, disminuyendo el uso y las aplicaciones de insecticidas sintéticos (14).

"El concepto de un nivel crítico de daño es la columna vertebral de la filosofía y práctica del Manejo Integrado de Plagas". Ello se define el nivel crítico de daño como "aquella densidad poblacional en la cual tiene sentido económico iniciar actividades para suprimir la población de plagas, por que los costos de combate son iguales al valor del rendimiento rescatado", (2). Esto coincide con Rosset (1987) en donde debajo de este nivel es antieconómico aplicar ya que se gasta más de lo que se recupera en rendimiento adicional. Arriba de ésta densidad se gana ya que la inversión es menor que el valor del aumento en el rendimiento.

El concepto del nivel de daño económico (Rosset 1987) implica dos tipos de datos: En el primer dato biológico, proveniente de la experimentación se ha de estimar la relación entre la densidad poblacional de la plaga y el rendimiento del cultivo y la reducción de la densidad de la plaga ocasionada por el método de control. En el segundo dato económico incluye el cálculo de: el precio de venta de la cosecha y el costo del método del control (materiales, equipo y mano de obra) (14).

Como se indicó en párrafos anteriores el nivel de daño económico es dado como "la densidad de la plaga donde el costo del control es igual al beneficio obtenido, como resultado del control".

Esta última relación entomológica puede expresarse como:

$$C = m \text{ DSP} \quad \text{Donde:}$$

C = costo del control, según mercado
m = Reducción en el rendimiento por unidad de plaga, tomando como valor absoluto, pendiente de la recta
D = densidad población de la plaga.

S = el grado de supresión de la plaga, valor 0 a 1
 P = precio de venta de la cosecha, según mercado

El término mDS representa el rendimiento salvado por unidad de plaga, debido a la aplicación del control. Al multiplicar ésta cantidad por P se obtiene el valor monetario de dicho rendimiento salvado.

La constante "m" igual a "b" en la ecuación del modelo $Y = a + bX$ es la reducción causada en el rendimiento por unidad de la plaga. Esta constante de la plaga se obtiene de la función que relaciona rendimiento/densidad de la plaga, donde "m" es el valor absoluto de la pendiente de la línea que representa la relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de la plaga. La función $Y = a + bX$ es la ecuación de regresión entre las variables densidad y rendimiento.

Para calcular la densidad de plaga correspondiente al nivel de daño económico, se despeja la ecuación para D; queda así:

$$\text{Nivel de Daño Económico} = D = C/mSP$$

4.1.4. Muestreo de áfidos:

El muestreo es una idea implícita en el concepto y práctica del Manejo Integrado de Plagas: tiene una fase experimental y otra de extensión. Estas dos fases ilustran las razones para el muestreo, comparten componentes tales como:

a) Patrones de dispersión espacial de la población por muestrear: el conocimiento de los patrones espaciales de distribución de las poblaciones de plagas puede tener un impacto decisivo en la estrategia del muestreo. Tanto del número de muestras por tomar, como los puntos del campo en donde se efectúen, estarán determinados por el patrón de

dispersión de las plagas que se están muestreando (3).

Los patrones más comunes de distribución son: el azar, uniforme y agregado. El investigador puede adquirir una percepción de como están dispersas las poblaciones de la plaga al hacer un análisis de las relaciones entre la media (X) y la varianza (V) de la muestra (3).

$X/V = 1$ dispersión al azar

$X/V > 1$ el patrón de dispersión es uniforme

$X/V < 1$ el patrón es agregado.

Es obvio que los puntos del campo donde se tomen las muestras pueden causar diferencia significativas en las estimaciones de densidad de la plaga bajo los tres patrones de dispersión. Además bajo las condiciones en que las poblaciones se encuentran agregadas, la varianza asociada con el estimado de la densidad media resultará alta. Aún cuando el fitoproteccionista no puede controlar la dispersión de la plaga, debe ser capaz de comprender el patrón que existe, por que esto es muy importante para diseñar la estrategia de muestreo (3).

El patrón de distribución de la mayoría de los áfidos es agrupado (2,3).

b) Número de muestras por tomar: se consideran dos objetivos importantes, los que se toman en cuenta para tomar la decisión del número de muestras por tomar:

1. Cuando se desea hacer un estimado de la densidad media de la plaga, con un nivel de precisión tal que el error standar que dentro del 10% de la media.
2. Cuando se toman en cuenta un número máximo de muestreos que en la práctica se está en capacidad

de hacer. (3)

c) Localización espacial de las muestras:

Hay varios métodos de muestreo:

- Muestreo sistemático
- Muestreo al azar simple
- Muestreo al azar estratificado

El muestreo sistemático es el más apropiado y práctico para patrones de dispersión agregado.

4.1.5. Características del insecticida que se utilizó para el control de áfidos.

El insecticida que se utilizó para el control de áfidos, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de la papa fue el Imidacloprid, el cual posee las siguientes características:

- a. Nombre común: Imidacloprid
- b. Denominación química: 1 - ((6 - c l o r o - 3 - pyridinil)metil)4,5-dihidro-N-nitro-1H-imidazol-2-amina
- c. Fórmula estructural:
- d. Fórmula empírica: $C_9 H_{10} Cl N_5 O_2$
- e. Peso molecular: 255.7 g/mol
- f. Características físico-químicas:
 - apariciencia: sólido, cristales
 - Color: sin color
 - Olor: característico, débil
 - Punto de derretimiento/rango: 136.4-143.8 grados C
 - Presión de vapor: 2×10^{-9} hPa a 20 grados C
 - Densidad: 1.542 (gravedad específica)
 - Solubilidad en agua: 0.51
 - Solubilidad en solventes: 2-Propanol : 1-2
 - Coefficiente de partición: Log Pow: 0.57 a 22

grados C

Solubilidad en grasas: (g/100g grasa): 0.061 (en
grasa standar HB 307, NATEC, a 37 grados C)

Estabilidad hidrolítica: pH 3 - 5 25 grados C

(degradación en sistemas pH 7 25 grados C

buffer pH 9 25 grados C

g. Formulaciones:

Para el tratamiento de semilla: GAUCHO 70WS, 70% de
Imidacloprid/Kg, polvo dispersable en agua.

Para aplicación foliar o al pie de la planta: CONFIDOR
350 SC, 350 g de Imidacloprid/l, concentrado floable.

h. Propiedades toxicológicas y ecológicas:

El insecticida posee una toxicidad relativamente baja en
mamíferos y en general para el medio ambiente,
presentando los datos de toxicidad aguda siguiente:

LD ₅₀ Rata oral	450 mg/kg
LD ₅₀ Ratón oral	424 mg/kg
LD ₅₀ Rata dermal	5000 mg/kg

De las pruebas de irritación de la piel y de los ojos
del conejo resultó no irritante para ambas.

i. Mecanismo de acción:

La acción del imidacloprid se basa en una intervención
en la transmisión de estímulos en el sistema nervioso de
los insectos. De manera análoga a como actúan la
acetilcolina, que es un transmisor químico natural de
impulsos nerviosos. El imidacloprid excita ciertas
células nerviosas, atacando una proteína receptora. A
diferencia de la acetilcolina, que puede ser desdoblada
rápidamente por el enzima acetilcolinesterasa. El
imidacloprid no puede ser desdoblado o bien ese proceso
sólo se desarrolla despacio. El efecto prolongado del
producto transtorna el sistema nervioso de los insectos
y, en consecuencia, termina matándolos.

El mecanismo de acción del imidacloprid se diferencia

tanto de los ésteres de ácido fosfórico y de los carbamatos (ambos grupos de materias activas son inhibidores de la acetilcolinesterasa) como el de los piretroides, los cuales actúan sobre otras proteínas de la membrana de las fibras nerviosas.

j. Espectro de acción:

Las plagas más importantes contra las que el imidacloprid actúa, son las siguientes:

Plagas de suelo:

Gallina ciega Phyllophaga spp.

Gusano alambre Fam. Elateridae

Larvas de tortuguilla Diabrotica spp.

Conchudo o ronrón negro Euethiola sp.

Piojo de sope Atomaria spp.

Plagas del follaje:

Mosca blanca Bemisia tabaci

Pulgones o áfidos Aphis sp., Myzus persicae,

Macrosiphum

euphorbiae

Chicharritas o saltahojas Empoasca spp.,

Nilaparvata sp.

Sogata Sogata oryzicola,

S furcifera

Trips Thrips tabaci, T palmi

(Excepto Frankliniella spp) (4)

4.2 Marco referencial

4.2.1. Ubicación geográfica:

El experimento se llevó a cabo en el Caserío Chijí, aldea Guaxpac, municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz. Está localizado a 2 km. de la cabecera municipal y a 32 km. de la cabecera departamental. Sus coordenadas son: 15° 19' 46'' latitud norte y 90° 19' 14'' longitud oeste, a una altura de 1840 metros sobre el nivel del mar (9).

4.2.2. Características climáticas:

De acuerdo a la clasificación de Holdridge, la zona de vida es Bosque muy Húmedo Subtropical frío -bmh-s (f). La vegetación característica es Liquidambar styraciflua, Pinus maximinoi, Persea americana y Myruca cerifera (9). El clima del área es templado, con invierno benigno, muy húmedo, con una temperatura media anual de 17.3 grados centígrados, precipitación media anual es de 2,083 mm, distribuidos a lo largo de 240 días por año (9).

4.2.3. Condiciones edáficas:

El área de estudio presenta suelos que pertenecen a la serie de suelos Telemán, siendo estos moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados por esquistos en clima cálido, húmedo o húmedo seco, ocupan relieves inclinados, a altitudes medianas. Están asociados con los suelos Tamahú, Chacalté y Sebah, pero son más profundos que éstos (25).

El declive dominante de éstos suelos es del 30 al 40% con un drenaje a través del suelo moderado, una capacidad de abastecimiento de agua alta. Tienen la característica de un alto peligro de erosión y una fertilidad natural baja (25).

El suelo superficial es franco limoso, de color café o café oscuro, con un contenido de materia orgánica del 1 al 1.5%, una estructura granular y un espesor de 15-17 cms. (25).

5. OBJETIVOS

General

Generar información que pueda servir de base, para la investigación y práctica del Manejo Integrado de áfidos en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)

Específicos

1. Determinar que etapa fenológica del cultivo de la papa es más susceptible a la colonización y daño de áfidos.
2. Cuantificar la proporción de plantas viróticas, durante el ciclo de cultivo de la papa.

6. HIPOTESIS

- 6.1 Todas las etapas fenológicas del cultivo de la papa, son susceptibles a la colonización y daño de áfidos.
- 6.2 Todas las plantas del cultivo de la papa, son susceptibles al daño de virus.

7. METODOLOGIA

7.1 Descripción de los tratamientos.

Los tratamientos consistieron en, aspersión de insecticida Imidacloprid, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo (siembra, desarrollo vegetativo, prefloración y floración).

- Tratamiento 1. Una aspersión directamente al tubérculo, en el surco, antes de taparla, en la etapa fenológica de siembra, (0 a 10 días), 175 gr de i.a./ha (0.5 lt del producto comercial).
- Tratamiento 2. Dos aspersiones en la etapa fenológica de desarrollo vegetativo (7 a 45 días), o sea, a los 7 y a los 15 días después de la emergencia del brote del tuberculo en el campo definitivo, 175 gr de i.a./ha en cada aspersión (1 lt del producto comercial).
- Tratamiento 3. Tres aspersiones en la etapa fenológica de desarrollo vegetativo (7 a 45 días): a los 7, 15 y 30 días después de la emergencia del brote del tubérculo en el campo definitivo, 70 gr de i.a./ha (0.2 lt), 105 gr de i.a./ha (0.3 lt) y 175 gr i.a./ha (0.5 lt), respectivamente.
- Tratamiento 4. Cuatro aspersiones en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo (7 a 45 días) y prefloración (45 a 70 días); a los 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia del brote del tubérculo en el campo definitivo; 87.5 gr de i.a./ha (0.250 lt) en cada aspersión.
- Tratamiento 5. Cinco aspersiones en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo (7 a 45 días) y prefloración

(45 a 70 días); tres y dos respectivamente, a los 7, 15, 30, 45 y 60 días después de la emergencia del brote del tubérculo en el campo definitivo, 87.5 gr i.a./ha (0.250lt) en cada aspersión.

Tratamiento 6. Testigo, sin aspersión de insecticida. (Ver diagrama de etapas fenológicas, figura 1).

7.2 Diseño experimental.

El Diseño experimental que se utilizó en el presente ensayo fue Bloques al azar, con seis (6) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

7.2.1 Modelo estadístico.

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

Donde:

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

u = efecto de la media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

7.2.2 Tamaño de la unidad experimental.

La unidad experimental era de forma rectangular, cuyas dimensiones fueron de 3.20 metros de ancho, por 4.5 metros de largo. O sea 14.4 metros cuadrados de área, con 50 plantas por unidad experimental. Tendrá 5 surcos de 4.5 metros de largo con 10 plantas por surco. El área total del ensayo fue de 508.00 metros cuadrados. Habrá un total de 1,200 plantas en el ensayo. La parcela neta fue de 1.6 metros por 3.5 metros que hacen 5.6 metros cuadrados, con 24 plantas por parcela neta.

7.2.3 Arreglo de los tratamientos en el campo.

En el anexo aparece la forma en que, serán distribuidos los tratamientos en el campo.

7.3 Variables a evaluar:

1. Número de áfidos por planta
2. Número de plantas viróticas por parcela neta
3. Rendimiento en kg/ha de tubérculo

7.4 Toma de datos para cada variable.

7.4.1 Metodología de muestreo para determinar el número de áfidos:

Se utilizó el procedimiento de muestreo sistemático, con inicio al azar; se muestreó 10 plantas completas, una vez por semana antes de cada aspersión. Se utilizó lupa con aumento 4X en la hoja de campo se registró el número de áfidos por cada planta, para luego obtener un promedio de áfidos por planta y tratamiento.

7.4.2 Metodología para recuento de plantas viróticas.

Se hizo recuento de plantas viróticas a partir de los 7 días de brotado el tubérculo, y se siguieron cada 8 días, los cuales se anotaron en la boleta previamente diseñada (ver anexo).

Cada día que se hizo recuento de plantas viróticas se procedió a marcar las plantas, con plásticos de diferentes colores, para cada semana, así se identificaron las plantas que fueron apareciendo con síntomas de virus. Así mismo se obtuvo la proporción de plantas viróticas por tratamiento.

7.4.3 Obtención de datos de rendimiento en kg/ha.

Al momento de realizar la cosecha o arranque del tubérculo, se registró datos de peso y se clasificó en tres categorías, de acuerdo a tamaño, (1a, 2a y 3a).

7.5 Análisis de la información.

7.5.1 Densidad poblacional de áfidos.

Se obtuvo el promedio de áfidos por planta durante todo el ciclo del cultivo para cada tratamiento. Estos datos presentaron una relación media/varianza menor que 1, por lo la plaga manifiesta una distribución agrupada (3,24). Ambos autores recomiendan transformar los datos mediante el $\text{Log}(X + 1)$ para realizar análisis de varianza de poblaciones con patrón agrupado. Utilizando los datos transformados se realizó un análisis de varianza y como hubo diferencia significativa entre tratamientos, se realizó prueba de medias utilizando TUKEY al 0.05, para determinar si las poblaciones fueron estadísticamente distintas entre tratamientos.

7.5.2 Relación entre densidad poblacional de áfidos y rendimiento.

Se realizó análisis de regresión (modelo lineal) entre la densidad de población de áfidos durante todo el cultivo, durante la fase vegetativa, durante la fase de prefloración y durante la fase de floración como variables independientes y rendimiento como variable dependiente, con el propósito de determinar si las poblaciones que se presentaron en el ensayo causaban disminución en el rendimiento.

7.5.3 Relación entre proporción de plantas viróticas durante todo el ciclo y días después de siembra

Se realizó análisis de regresión (modelo lineal) entre la

proporción de plantas viróticas durante todo el cultivo como variable dependiente y días después de siembra como variable independiente, con el propósito de determinar la tasa de crecimiento de la enfermedad respecto al tiempo.

7.5.4 Nivel de daño económico

Las relaciones entre densidad poblacional de áfidos y fase vegetativa, prefloración y floración (análisis de regresión), permitió determinar el número de áfidos por planta que ocasionarían una pérdida igual al valor de los costos de control, estos podrían considerarse en forma preliminar, como un nivel de daño económico de acuerdo a la metodología planteada por Hruska y Rosset (14).

7.6 Manejo del cultivo:

7.6.1 Semilla (Tubérculo):

Se utilizó la variedad LOMAN, es muy popular, buena para consumo inmediatamente después de la cosecha y capacidad de almacenaje hasta 6 meses, produce tubérculos alargados. Se cosecha a los 120 días después de la siembra.

7.6.2 Preparación del terreno:

Quince días antes de la siembra, se iniciaron los trabajos de preparación del terreno, se picó bien el terreno a una profundidad de 20 a 30 cm.

Después del picado y desmenuzado se procedió a la hechura de camellones de 25 a 30 cm. de alto por 15 de ancho y largo de 4.5 m, con una separación entre camellones de 0.80 m.

7.6.3 Siembra:

La siembra se hizo a mano, directamente sobre los camellones separados, colocando un tubérculo entero a cada 50 cms, uno de otro, a una profundidad de 10 a 15 cms. La emergencia de los brotes del tubérculo se dió de 10 a 15 días después de la siembra.

7.6.4 Fertilización:

De acuerdo con el análisis del suelo y a la cantidad de nutrientes que el cultivo extrae. En este caso se aplicó 450 Kg/Ha de fórmula 15-15-15, al momento de la siembra, se distribuyó una onza de fertilizante por cada metro de hilera, colocándolo 5 cm. más a bajo de la semilla, sin que quedara en contacto con la misma.

A los 50 días después de la siembra, se suministró, 200 kg/ha de urea simple nitrogenada, colocando 14 grs. aproximadamente por cada metro de hilera, separado de la línea de plantas 8 cm y enterrado 5 cm.

7.6.5 Control de enfermedades:

Para prevenir o combatir la presencia de Alternaria sp o Phytophthora sp., se aplicó fungicida a base de diclofluanida, en dosis recomendadas por fabricantes cuando fue necesario.

7.6.6 Control de plagas:

Se encontró 2 tipos de áfidos: Myzus spp, Brevicoryne spp, ápteros en una proporción de 80% y 20% respectivamente. Según resultados del Laboratorio de Parasitología Vegetal de DIGESA. Se hizo control con Imidacloprid con dosis ya indicadas. Se utilizó bomba manual de mochila de 18 lts para

aspersión de pesticidas.

7.6.7 Control de malezas:

Se realizó una primera limpia a los 30 días después de la siembra, y la segunda 30 días después de la primera, aprovechando esta para efectuar el aporque.

7.6.8 Cosecha:

A los 110 días después de la siembra el follaje empezó a amarillarse, en este momento se cortaron los tallos a fin de lograr que los tubérculos maduren en forma uniforme. A las 2 semanas después se procedió a la cosecha.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 DENSIDAD POBLACIONAL DE AFIDOS

La población de áfidos en el cultivo de la papa fue creciente durante los 11 muestreos en cada tratamiento. El tratamiento 6 (Testigo) presentó la mayor población de áfidos con los siguientes resultados: $X = 28.54$; $S = 18.41$; $R = 53.00$ y $X/S^2 = 0.08$. Mientras que el tratamiento 5 con igual número de aspersiones al follaje presentó la menor población de áfidos con los siguientes resultados: $X = 4.64$; $S = 1.74$; $R = 6.00$ y $X/S^2 = 1.52$. La fase donde hubo menos diferencia fue al inicio de el desarrollo vegetativo, con un rango de 3 a los 21 días después de siembra y 20 pulgones a los 50 días después de siembra para el tratamiento 1 (Cuadro 3).

La colonización de áfidos se inició en la fase vegetativa en todos los tratamientos, 21 días después de la siembra (Figuras 1 y 2).

La fase fenológica donde hubo menor población de áfidos, fue al inicio del desarrollo vegetativo, con un rango de 3 a 20 áfidos por planta a los 21 y 50 días después de la siembra para el tratamiento 1, (Cuadro 3, Figura 1 y 2).

De acuerdo a los datos del Cuadro 3 se realizó análisis estadístico del promedio de áfidos por planta durante las fases vegetativa, prefloración, floración y ciclo total del cultivo. Los resultados obtenidos muestran diferencias altamente significativas de las medias de áfidos por planta para cada fase fenológica. Los valores de coeficiente de variación son relativamente bajos, (Cuadros 14, 15, 16 y 17).

El Cuadro 4 muestra que las poblaciones de áfidos son bastante más altas en la etapa de floración con un rango que va de 4.75 áfidos por planta para el tratamiento 5, a 49 áfidos por planta para el tratamiento 6; en comparación con la fase vegetativa con un rango que va de 2.75 áfidos por planta para el tratamiento 4, a 10.75 áfidos por planta para el tratamiento 6.

CUADRO 3. MEDIA DE AFIDOS POR PLANTA, EN CADA MUESTREO, POR TRATAMIENTO, CULTIVO DE PAPA, TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994.

No. MU. TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	X	S	S ²	R	X/S ²	CV
1	3	5	4	15	20	22	15	17	25	30	40	17.82	11.42	130.56	37	0.14	64%
2	2	4	2	10	12	15	14	10	18	22	30	12.64	8.60	74.05	28	0.17	58%
3	3	4	7	9	8	10	12	11	21	19	36	12.72	9.48	90.02	33	0.14	74%
4	3	3	2	5	7	5	7	8	12	15	18	7.72	5.20	27.02	16	0.28	67%
5	3	4	2	3	5	5	8	7	5	4	5	4.64	1.74	3.05	6	1.52	37%
6	2	3	8	19	25	30	35	40	45	50	55	28.54	18.41	339.07	53	0.08	64%

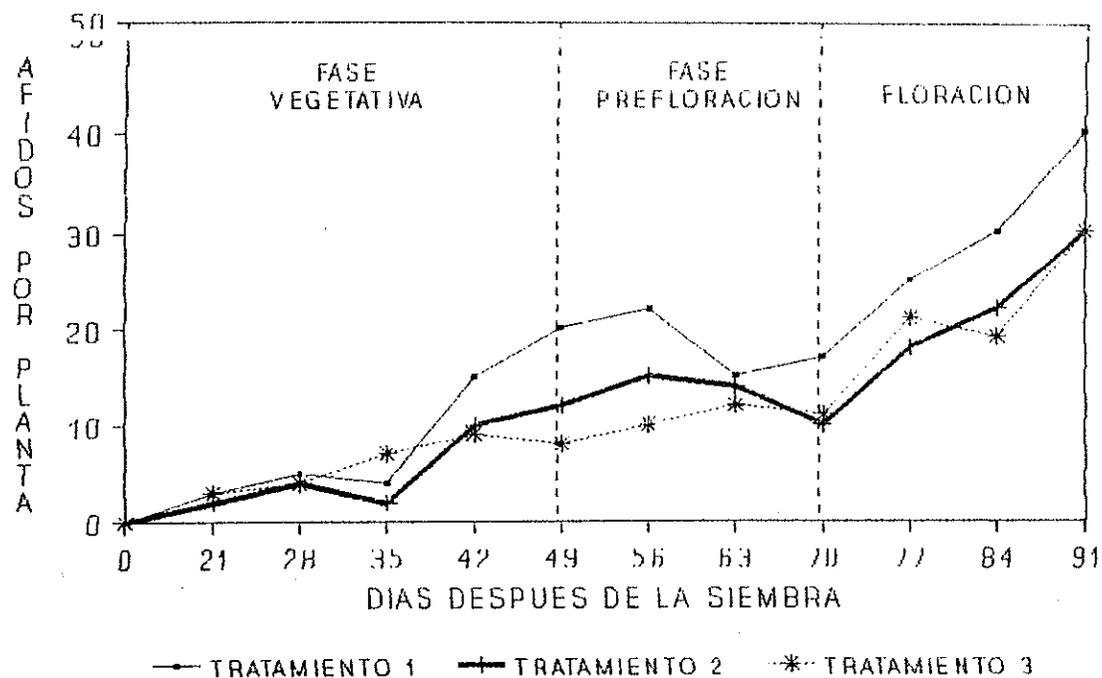


FIGURA 1. POBLACIONES DE AFIDOS POR PLANTA Y POR TRATAMIENTOS 1, 2 Y 3 RESPECTO A DIAS DESPUES DE SIEMBRA, DEL CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

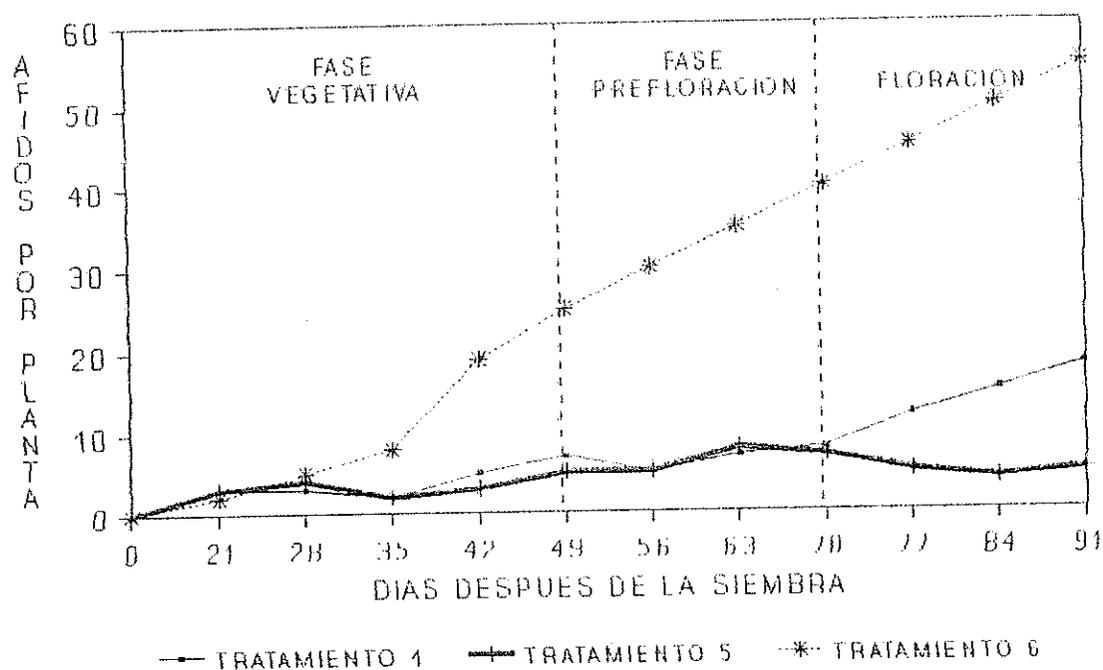


FIGURA 2. POBLACIONES DE AFIDOS POR PLANTA Y POR TRATAMIENTOS 4, 5 Y 6 RESPECTO A DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA, DEL CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

CUADRO 4. COMPARACION DE MEDIAS POBLACIONES DE AFIDOS POR PLANTA (TUCKEY 0.05), PARA DIFERENTES ETAPAS DEL CULTIVO DE PAPA, TACTIC, A. VERAPAZ, 1994.

TRATA- MIENTO	F. VEGETATIVA	TRATA- MIENTO	F. PREFLO- RACION	TRATA- MIENTO	F. FLORACION	TRATA- MIENTO	CICLO TOTAL
6	10.75 a	6	35.25 a	6	49 a	6	29.68 a
1	8.5 a b	1	19.25 a b	1	33 a b	1	18.54 b
2	6.5 b	3	10.75 b	3	24.25 b	3	12.10 c
3	6.25 b	2	9.0 b	2	24.25 b	2	11.90 c
5	3.25 c	5	7.0 c	4	13.75 c	4	7.70 d
4	2.75 c	4	6.75 c	5	4.75 d	5	4.62 e

La comparación de medias (Tuckey 0.05) indica que los tratamientos 6,1,2,4 y 5 para la población de áfidos durante el ciclo total del cultivo fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 4).

La comparación de medias (Tuckey 0.05) para la fase vegetativa indica que los tratamientos se presentaron en 4 categorías diferentes. El tratamiento 6 en primera categoría con 10.75 áfidos por planta, seguido del tratamiento 1 con 8.50 áfidos por planta y en la cuarta categoría los tratamientos 5 y 4 con 3.25 áfidos por planta y 2.75 áfidos por planta, respectivamente (Cuadro 4).

8.2 EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES POBLACIONALES DE AFIDOS SOBRE EL RENDIMIENTO:

De acuerdo a los resultados y análisis efectuados se determinó que existen diferencias de los rendimientos en Kg/Ha entre los tratamientos (Cuadro 18).

Sin embargo el mejor tratamiento presentó un rendimiento de 26,485.71 Kg/Ha (26.48 TM) de tubérculo y una media de áfidos por planta durante el ciclo total de 4.62. El menor rendimiento fue el tratamiento 6 con 18,803.57 Kg/Ha (18.80 TM) y una media de áfidos por planta durante el ciclo total de 29.68 (Cuadro 5 y Figura 3).

CUADRO 5 RENDIMIENTO DE PAPA BAJO 6 DENSIDADES POBLACIONALES DE AFIDOS, EN TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994.

TRATAMIENTO	Kg/Ha	TRATAMIENTO	X AFIDOS/PLANTA
5	26,485.71 a	6	29.68 a
4	26,100.00 a	1	18.54 b
3	24,107.14 a b	3	12.10 c
2	24,026.78 a b	2	11.90 c
1	20,410.71 a b	4	7.70 d
6	18,803.57 b	5	4.62 e

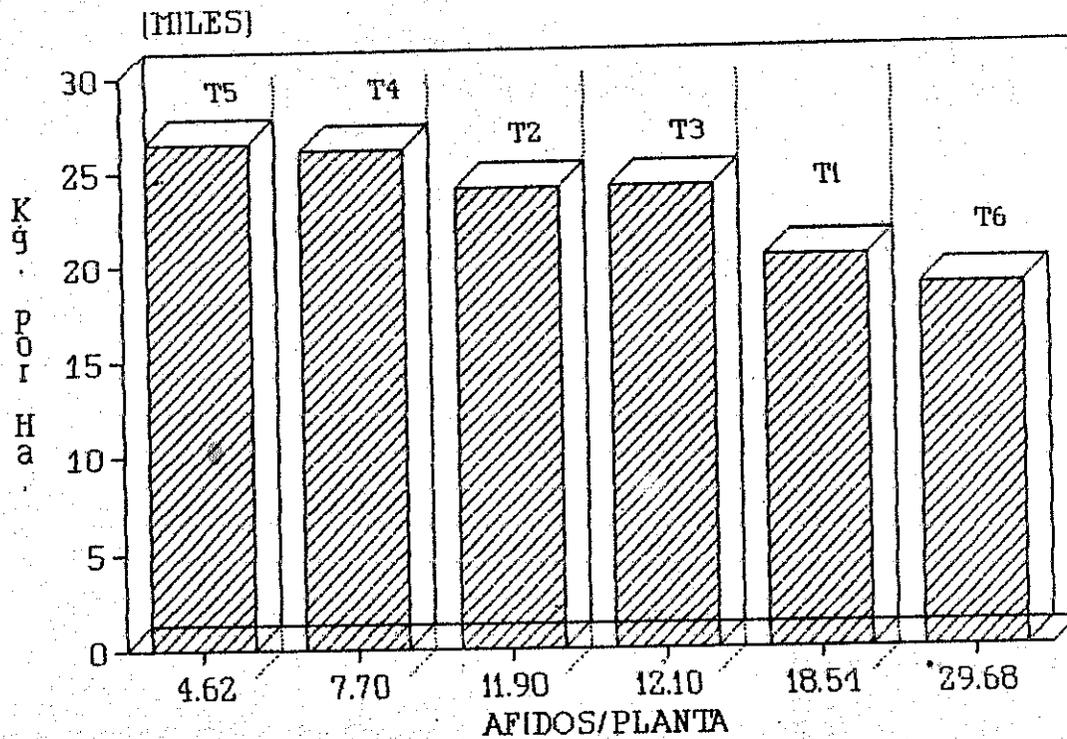


FIGURA 3. EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES POBLACIONALES DE AFIDOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAPA, EN TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994.

El Cuadro 6 presenta un resumen de los resultados obtenidos al realizar análisis de regresión lineal entre rendimiento y promedio de áfidos por planta durante todo el ciclo, fase vegetativa, prefloración y floración del cultivo.

De acuerdo a los resultados se observa que el modelo de regresión lineal si explica la relación entre los factores rendimiento y media de áfidos por planta, para cada fase fenológica estudiada. Debido a que los valores de coeficiente de terminación (r^2) fueron representativos, con valores de 0.84 para la fase de prefloración y 0.90 para la fase de floración, (Cuadro 6).

Así mismo se observa que el valor de los coeficientes de variación son relativamente bajos. Además existió significancia para los modelos en las diferentes fases fenológicas del cultivo.

Por lo tanto se deduce que las medias de las densidad de población de áfidos por planta presentes en las diferentes fases fenológicas influyen en el rendimiento del cultivo.

CUADRO 6. RESUMEN DE RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION LINEAL EN LAS DIFERENTES FASES FENOLOGICAS DEL CULTIVO DE LA PAPA, RENDIMIENTO VRS. NUMERO DE AFIDOS POR PLANTA, TACTIC, A.V. 1994.

CATEGORIA FASE FENOLOGICA	MODELO	r^2	C.V.	SIGNIFICANCIA
Todo el ciclo	$Y=436.32 - 5.21X$	0.93	3.67	**
Vegetativa	$Y=454.45 - 14.4X$	0.89	4.80	**
Prefloración	$Y=420.24 - 4X$	0.84	6.20	*
Floración	$Y=437.90 - 3.02X$	0.90	4.67	**

Se realizó análisis marginal de retorno en base al manejo del cultivo por tratamiento utilizado. Los resultados muestran que los tratamientos 1, 2 y 5 con tasa de retorno marginal de 429.31, 1,080.00 y 138.00 respectivamente fueron los mejores, (Cuadro 7).

Se considera que el tratamiento 5 es el que responde económicamente mejor al daño de áfidos y su control, debido a que posee el mayor beneficio neto con Q23,383.00 (Cuadro 7).

CUADRO 7. TASA MARGINAL DE RETORNO POR HECTAREA DEL CULTIVO DE LA PAPA, PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS, TACTIC, A. V. 1994.

No. Mu. TRAT.	BENEFICIOS BRUTOS (Q)	COSTOS (Q) VARIABLES	BENEFICIO NETO (Q)	BN	CV	TASA DE RETORNO MARGINAL
5	34880.00	11597.00	23283.00	281.85	204.15	138
4	34394.00	11342.85	23001.15	4073.00	0	0
3	30321.00	11392.85	18928.15	421.88	0	0
2	29899.12	11392.85	18506.27	4934.95	456.87	1080
1	24507.30	10935.98	13571.32	2422.97	564.38	429.31
6	21519.95	10871.60	11148.35			

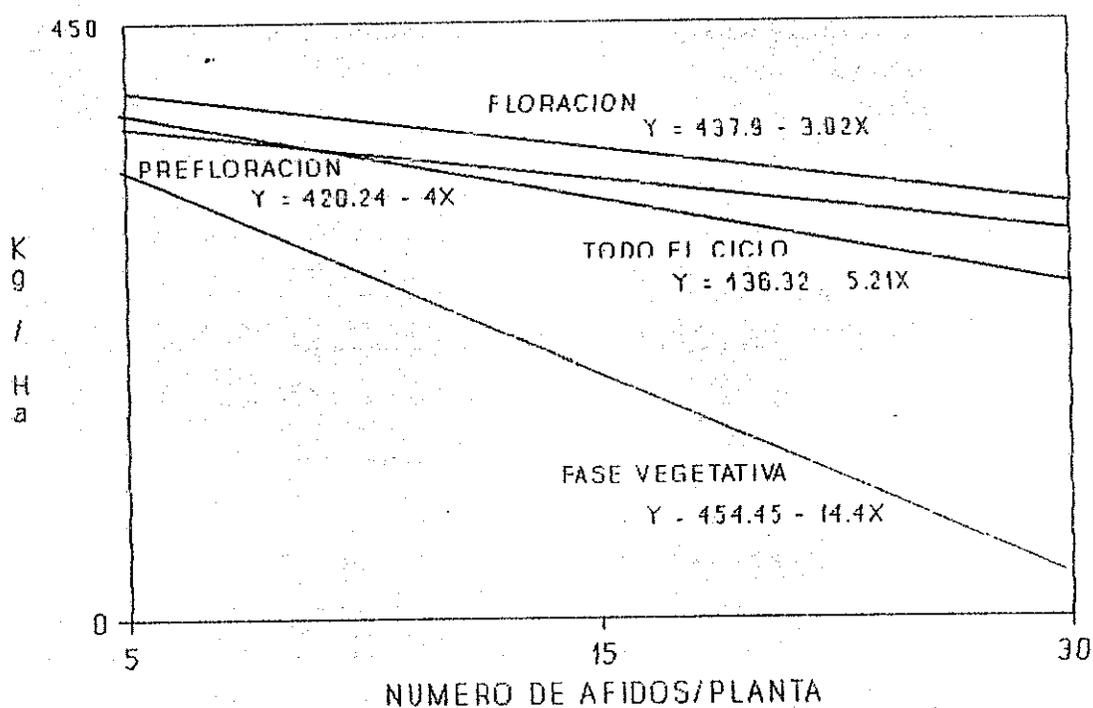


FIGURA 4. MODELO LINEAL DEL NUMERO DE AFIDOS POR PLANTA Y RENDIMIENTO, EN DIFERENTES ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

8.3 NIVELES DE DAÑO ECONOMICO

Siguiendo la metodología recomendada por Hruska y Rosset (14), para obtener niveles de daño económico, (páginas 13-16). Se usó el modelo de regresión expresado en la forma $y = a + bx$, obtenido de la relación áfidos por planta durante todo el ciclo del cultivo, fase vegetativa, prefloración, floración y rendimiento bruto del cultivo, los modelos son:

$$\begin{aligned} \text{Todo el cultivo:} & \quad y = 436.32 - 5.21X \\ \text{Fase vegetativa:} & \quad y = 454.45 - 14.40X \\ \text{Fase prefloración:} & \quad y = 420.24 - 4X \\ \text{Fase floración:} & \quad y = 437.90 - 3.02X \end{aligned}$$

Para obtener los niveles de daño económico se opera en la fórmula $NDE = D = C/M DSP$

Donde C: costo del control; S: el grado de supresión de la plaga; P: precio de venta de la cosecha; D: número insectos por planta; M: reducción en el rendimiento por unidad de plaga, valor absoluto de (b1).

El precio promedio de venta al momento de la cosecha entregado al mercado de Tactic, A.V. (agosto, 1994), fue de Q.70.00/45 Kg este es el valor de "P" de la fórmula. Para la variable costo de control "C", se utilizó el costo del insecticida (Q.950.00), más el costo de aplicación (Q.288.00).

El grado de supresión de la plaga "S" de la fórmula efectuado por el control fue de 80%. Al operar se obtuvieron los niveles de daño económico que se muestran en el Cuadro 8.

CUADRO 8. NIVELES DE DAÑO ECONOMICO PARA AFIDOS EN PAPA, POR ETAPAS FENOLOGICAS Y COSTO DE CONTROL, TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994.

ETAPA FENOLOGICA	COSTO DE CONTROL (Q/Ha)	NDE
Vegetativa	1238	1.53
Prefloración	1238	5.53
Floración	1238	7.32
Ciclo Total	1238	4.24

Con los NDE obtenidos para las diferentes etapas fenológicas del cultivo, se observa que, la fase vegetativa es la mas susceptible a la población de áfidos, con 1.53 áfidos por planta. La fase floración es más tolerante a la población de áfidos con un NDE de 7.32, (Cuadro 8).

8.4 INCIDENCIA DE PLANTAS VIROTICAS EN EL CULTIVO

La incidencia de plantas viróticas fue creciente en los 11 conteos por cada tratamiento. Tratamiento 6 (Testigo) presentó la mayor incidencia de plantas viróticas con los siguientes resultados: $X = 28$; $S = 23.66$ y $R = 68.00$ (Cuadro 9).

El tratamiento 5 con igual número de aspersiones al follaje, presentó la menor incidencia de plantas viróticas con los siguientes resultados: $X = 5.36$; $S = 4.90$ y $R = 14.00$ (Cuadro 9).

La incidencia de plantas viróticas se inició a los 15 días después del brote para los tratamientos 1 y 6. A los 23 días después del brote para los tratamientos 2, 3 y 4. El tratamiento 5, la incidencia de plantas viróticas se inició a los 31 días después del brote (Cuadro 9).

Así mismo el número de plantas viróticas en el ensayo al momento de

la cosecha fue de 209, las que causaron merma en el rendimiento del cultivo (Figura 4).

Con los datos del Cuadro 9 se realizó un análisis de regresión lineal entre el número de plantas viróticas y rendimiento. Los resultados muestran que hubo significancia para el modelo $Y = 443.70 - 2.32X$; el coeficiente de determinación (r^2) es representativo con valor de 0.90 y el coeficiente de variación fue relativamente bajo 4.17% (Cuadro 23). Estos datos indican que la incidencia de plantas viróticas influyen en el rendimiento del cultivo.

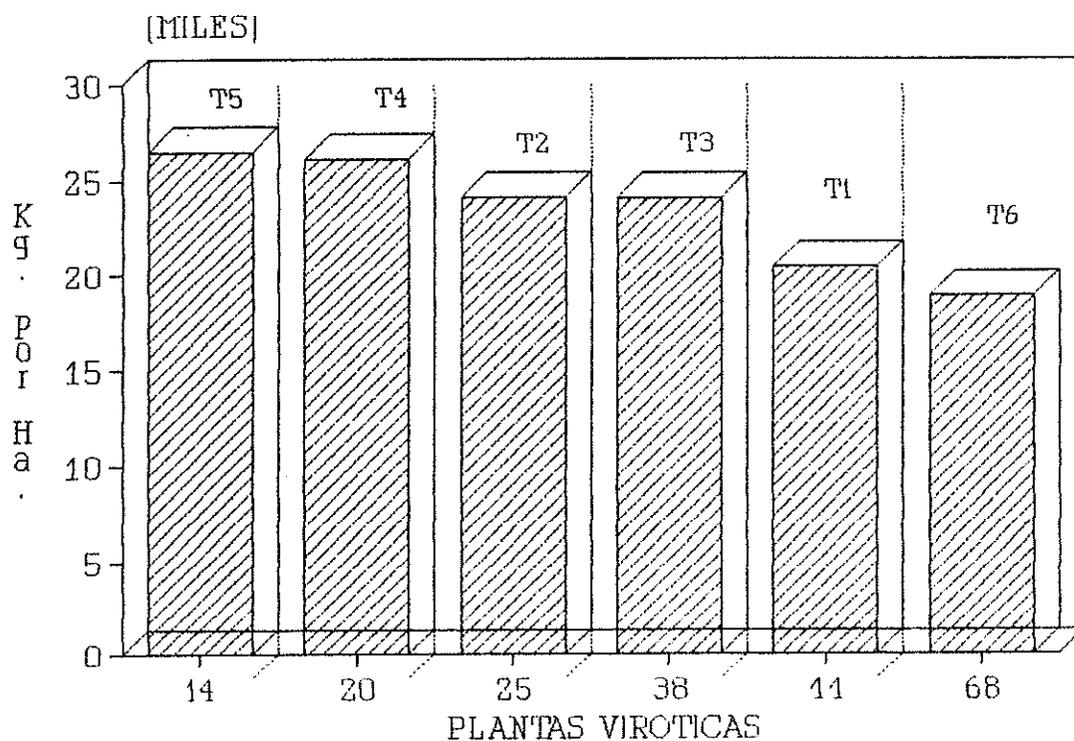


FIGURA 5. EFECTO DE INCIDENCIA DE PLANTAS VIROTICAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAPA, EN TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994.

CUADRO 9. NUMERO DE PLANTAS VIROTICAS EN CADA CONTEO POR TRATAMIENTO, CULTIVO DE PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

No. CON. TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	X	S	S ²	R
1	0	2	3	7	10	14	20	26	32	38	14	17.82	15.4	234.6	44
2	0	0	2	5	7	11	15	26	25	31	38	14.54	13.4	180.2	38
3	0	0	1	3	5	7	8	14	17	19	25	9	8.5	72.8	25
4	0	0	1	2	5	6	7	10	13	16	20	7.3	6.8	45.8	20
5	0	0	0	1	4	5	6	9	9	11	14	5.4	4.9	24.0	14
6	0	3	7	9	17	23	30	42	50	59	68	28	23.6	560.2	68

En el Cuadro 10 se presenta un resumen de los resultados, de los análisis de regresión lineal realizados para la proporción de plantas viróticas con respecto a días después de siembra, en cada tratamiento, con el fin de conocer la tasa de crecimiento de virus.

Los resultados indican que hubo significancia para el modelo, únicamente en los tratamientos 1 y 6; con valores de coeficiente de determinación (r^2) de 0.66. Para los tratamientos 2, 3, 4 y 5 los coeficientes de determinación (r^2) fueron de 0.35, 0.15, 0.19 y 0.30. Estos valores son relativamente bajos por lo que indican que el modelo de regresión lineal no explica la relación entre proporción de plantas viróticas y días después de la siembra.

Sin embargo, es evidente que las tasas de crecimiento de virus, son mayores para los tratamientos 6 y 1 con valores de 0.16 y 0.04 respectivamente, en comparación con los demás tratamientos, (Cuadro 10).

CUADRO 10. RESUMEN DE RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION LINEAL DE PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS Y DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA, CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

CATEGORIA TRATAMIENTO	MODELO	TASA DE CRECIMIENTO	r^2	SIGNIFICANCIA
1	$Y = -3.34 + 0.04X$	0.04	0.66	*
2	$Y = -2.28 + 0.02X$	0.02	0.35	NS
3	$Y = -2.21 + 0.01X$	0.01	0.15	NS
4	$Y = -1.66 + 0.004X$	0.004	0.19	NS
5	$Y = -0.76 - 0.018X$	-0.018	0.30	NS
6	$Y = -8.06 + 0.16X$	0.16	0.66	*

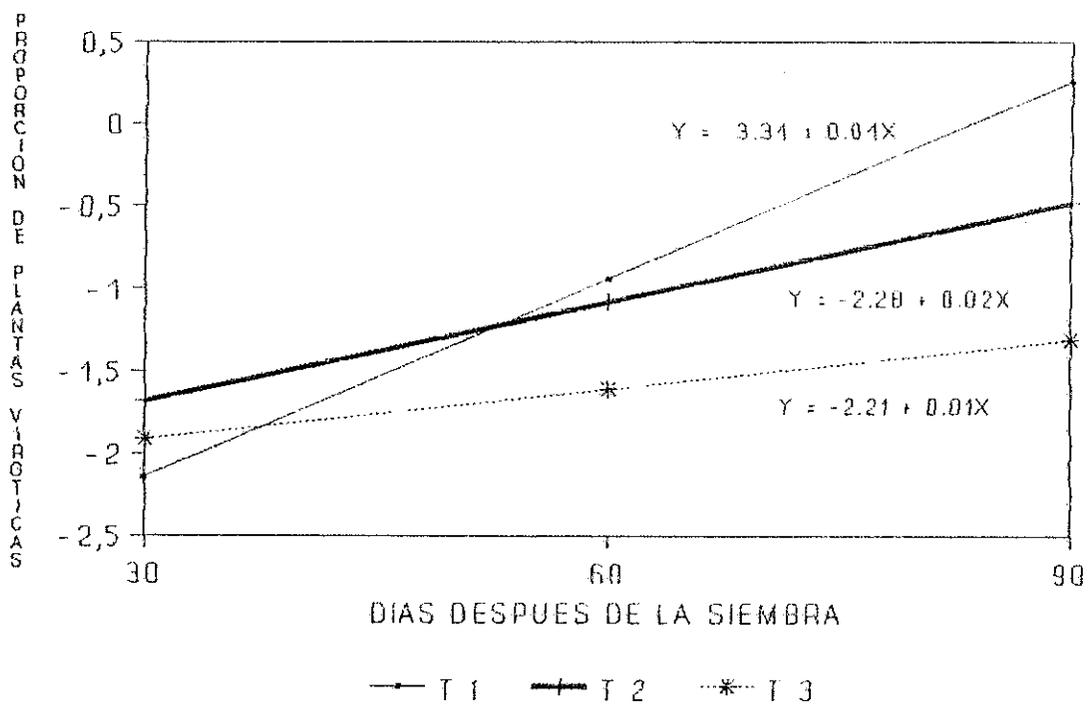


FIGURA 6. MODELO LINEAL DE PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS Y DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA, TRATAMIENTOS 1, 2 Y 3, CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

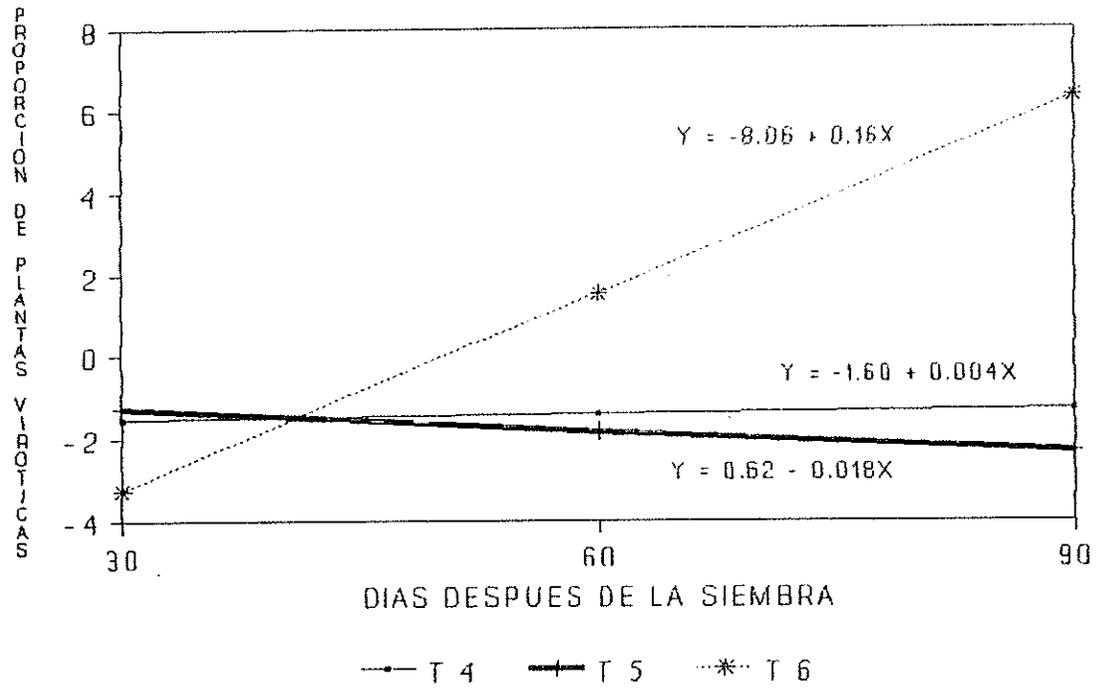


FIGURA 7. MODELO LINEAL DE PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS Y DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA, TRATAMIENTOS 4, 5 Y 6, CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994.

9. CONCLUSIONES

- 9.1 La etapa fenológica más susceptible para la variedad Loman, es la vegetativa con un nivel de daño económico igual a 1.53 áfidos por planta, seguida de la etapa de floración con 5.53 áfidos por planta.
- 9.2 Existe incidencia de virus en el cultivo, desde los 28 días después de la siembra con 5 plantas viróticas, hasta 209 plantas viróticas al momento de la cosecha.
- 9.3 La mayor tasa de crecimiento del virus se presentó en el tratamiento 6 con un valor de 0.16, la menor tasa fue para el tratamiento 5 con un valor de -0.018.
- 9.4 El tratamiento consistente en cinco aspersiones de Imidacloprid en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo y prefloración presentó el mayor rendimiento con 26,485.71 Kg/Ha y una media de áfidos por planta de 4.62 durante todo el ciclo del cultivo. Económicamente respondió mejor al daño de áfidos y su control con beneficio neto de Q.23,282.00/Ha y tasa de retorno marginal de 138%.
- 9.5 El testigo obtuvo el menor rendimiento con 18,883.57 Kg/Ha y una media de áfidos por planta durante todo el ciclo de 29.68.

10. RECOMENDACIONES

- 10.1 Los resultados sugieren que el control de áfidos debe realizarse desde la etapa de desarrollo vegetativo, 42 días después de la siembra hasta los 75 días, en la etapa de prefloración.
- 10.2 La etapa de floración presentó la mayor población de áfidos por lo tanto debe ponerse énfasis en el muestreo durante esta etapa, para determinar la población de áfidos y garantizar su control.
- 10.3 Realizar más investigaciones sobre dinámica poblacional en áfidos en otras regiones y épocas diferentes para el cultivo de la papa

11. BIBLIOGRAFIA

1. ALDANA, H. 1994. Aplicación de insecticida imidacloprid en varios cultivos. In: Reunión Técnica División Agrícola (1993, Guatemala). Guatemala, Bayer. p. 45-55.
2. ANDREWS, K.L.; NAVAS, D. 1989. La relación entre plaga y el cultivo. In: Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. Ed. por K.L. Andrews y J.R. Quezada. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Depto. de Protección Vegetal. p. 129-144.
3. BARFIELD, C.S. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas, In: Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. Ed. por K.L. Andrews y L.R. Quezada. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Depto. de Protección Vegetal. p. 145-154.
4. BAYER DE GUATEMALA. s.f. Confidor; insecticida innovador de una nueva clase de materia activa. Guatemala. 15 p.
5. _____. 1982. Manual fitosanitario del cultivo de la papa. Guatemala. 20 p.
6. CASSERES, D. 1980. Producción de hortalizas. Perú, IICA. p. 13-15.
7. CERON, O.J. 1994. Fluctuación poblacional de las especies de áfidos (Aphididae: Homoptera) y su distribución en el brócoli (Brassica oleracea var. Italica), Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 83 p.

8. CURSO SOBRE TECNOLOGIA DEL CULTIVO DE LA PAPA Y TECNICAS DE PRODUCCION DE SEMILLA (1., 1978, Quetzaltenango, Guatemala). 1980. Memoria. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 197 p.
9. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. GONZALEZ, S. 1990. Diagnóstico general del Caserío Chijí, aldea Guaxpac, Tactic, A.V. EPSA-Diagnóstico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p.
11. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. V.4, p. 17-20
12. GUDIEL, V.M. 1980. Manual agrícola SUPERB. 5 ed. Guatemala, Editorial SUPERB. 292 p.
13. HERNANDEZ, A.; ROSSET, P.M. 1989. Puntos de vista de los entomólogos versus economistas, sobre umbrales económicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p.
14. HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Revista Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 5:30-44.
15. KRANS, J. et. al. 1982. Plagas de los cultivos agrícolas. México, CECSA. 520 p.
16. LANG, O. B. 1987. Importancia de Myzus persicae (Sulzer) en la transmisión de virus y su control químico en papa semilla, en Olintepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala,

Facultad de Agronomía. 47 p.

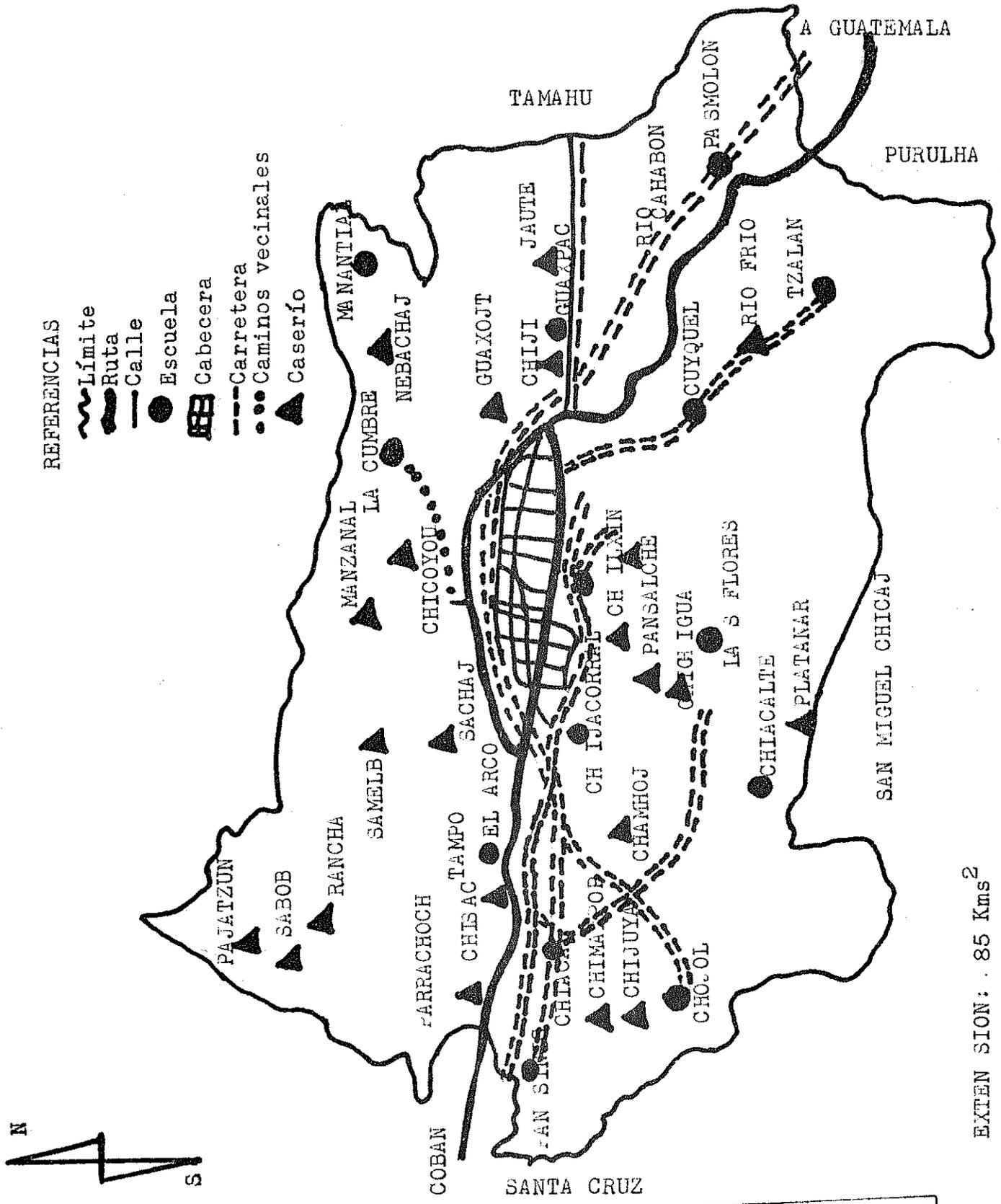
17. MENESES, R.R.; AMADOR, R.P. 1980. Los áfidos alados de la papa y su fluctuación poblacional en Costa Rica. Revista Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 15:45-52.
18. MENESES, R.R. 1990. Monitoreo de áfidos y su relación con el programa de semilla de papa en Costa Rica. Revista Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 15:45-52.
19. MESSIAEN, C.M. 1979. Las hortalizas. México, Blume. 455 p.
20. METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. México, CECSA. 1208 p.
21. MORALES, R.E. 1994. Relación entre densidad poblacional de áfidos y rendimiento de brócoli (Brassica oleracea var. Italica), Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
22. REYES, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. México, Trillas. 344 p.
23. ROSSET, P.M. 1989. Apuntes sobre el muestreo de insectos y la estimación de pérdidas. San Salvador, El Salvador, CENTA. 12 p.
24. SALGUERO, V. 1993. Manejo de mosca blanca y acolochamiento en tomate. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. 26 p.

25. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.

Yo, Sr. Quijano de la Troca



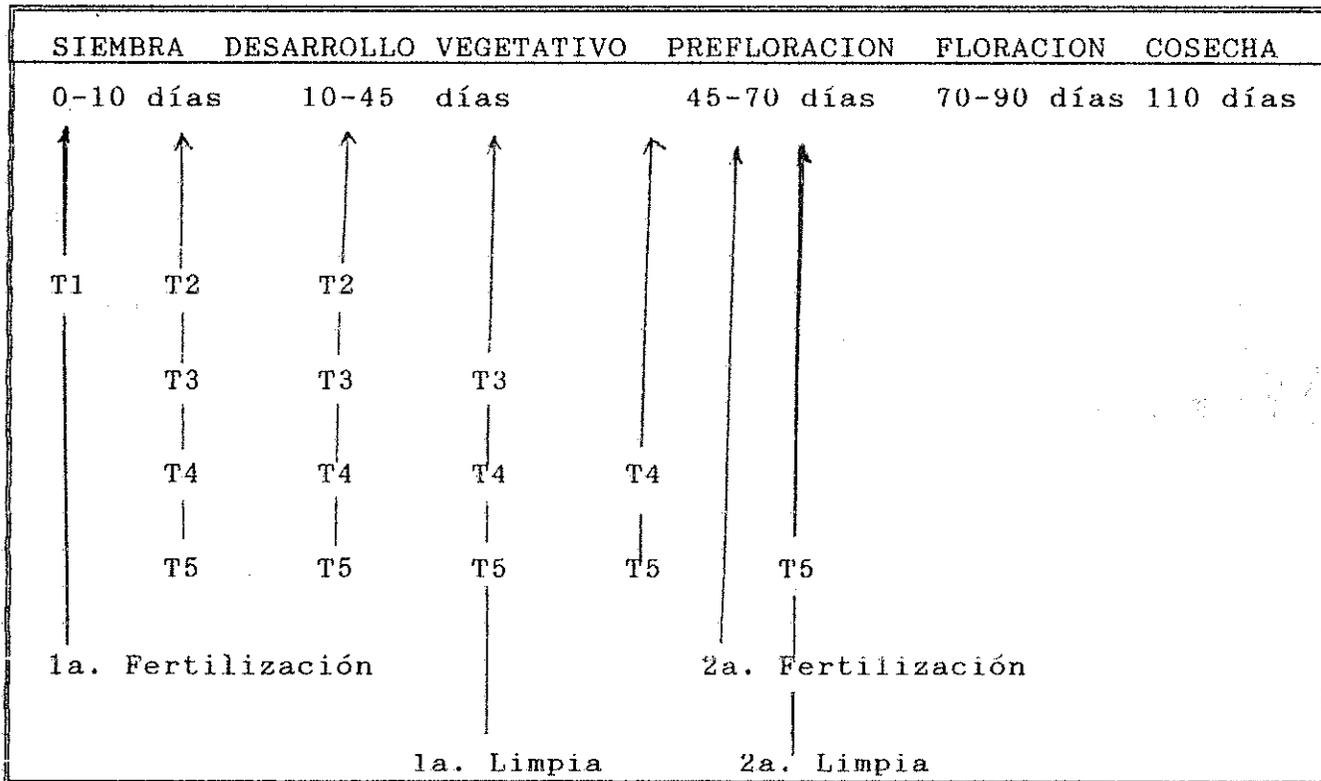
APENDICE



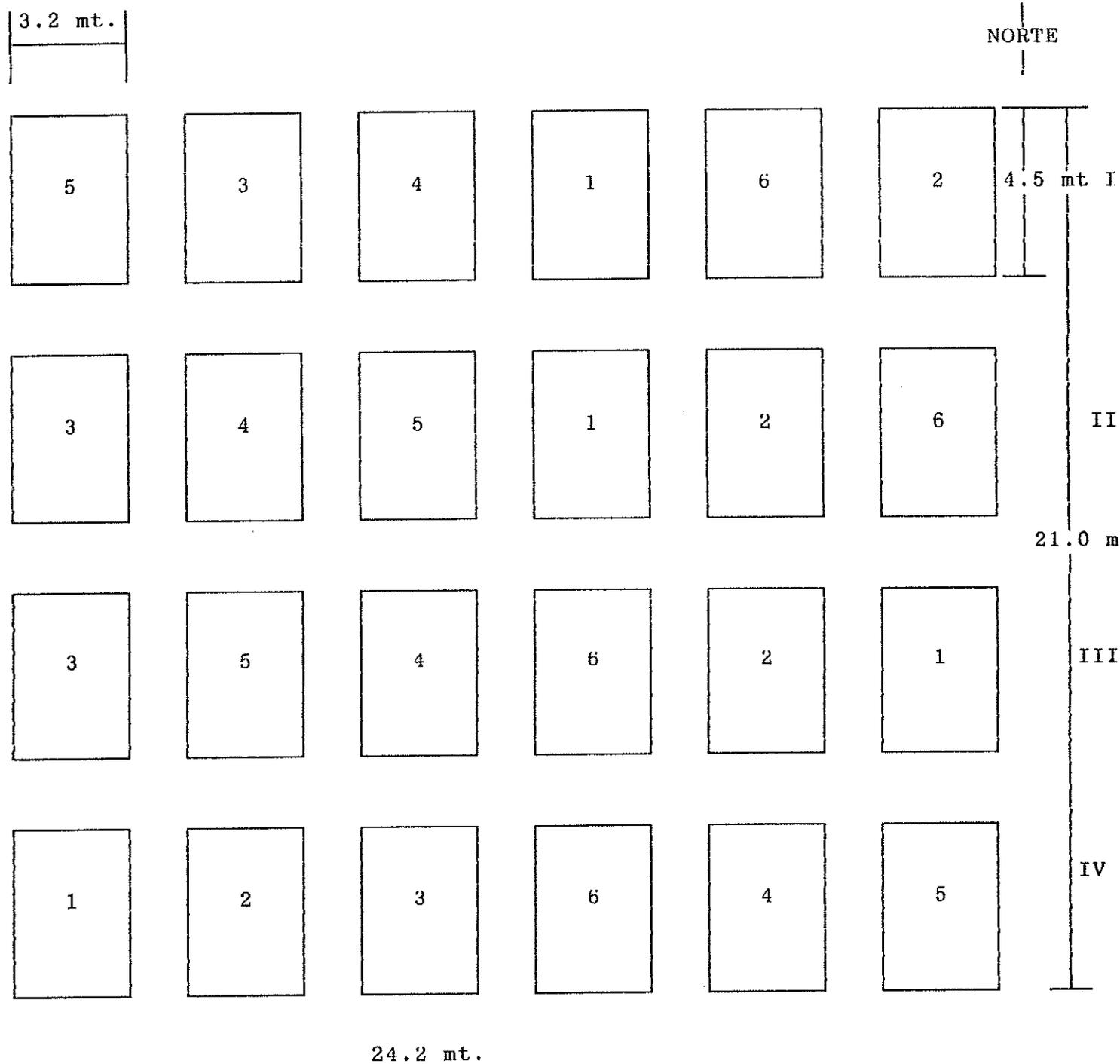
EXTENSION: 85 Kms²

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CUADRO 11. ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO DE LA PAPA Y ACTIVIDADES CULTURALES REALIZADAS, TACTIC, A.V. 1994.



B. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS DE CAMPO,
CULTIVO DE LA PAPA, TACTIC, A.V. 1994



TRATAMIENTOS: 1, 2, 3, 4, 5, 6

REPETICIONES: I, II, III, IV

CUADRO 12. BOLETA DE MUESTREO DE AFIDOS DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V., 1994.

Tratamiento: _____		Muestreo No. _____	
Fecha: _____		Lugar: _____	
No. DE PLANTA	No. DE AFIDOS	OTROS INSECTOS NOMBRE NUMERO	OBSEACIONES

CUADRO 13. BOLETA DE RECUENTO DE PLANTAS VIROTICAS DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V., 1994.

Tratamiento: _____		Conteo No. _____	
Fecha: _____		Lugar: _____	
No. DE PLANTA SANA	No. DE PLANTA VIROTICAS	% DE PLANTAS DAÑADAS	OBSEERACIONES

CUADRO 14. ANALISIS ESTADISTICO DEL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA, EN EL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	1.38	0.276	69 ^{**}	2.90	4.56
BLOQUES	3	0.02	0.006			
TOTAL	23	1.40	0.06			
ERROR	15	0.06	0.004			

COEFICIENTE DE VARIACION: 5.75%

CUADRO 15. ANALISIS ESTADISTICO PARA EL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	0.76	0.152	16.88 ^{**}	2.90	4.56
BLOQUES	3	0.02	0.006			
ERROR	15	0.14	0.009			
TOTAL	23	0.92				

COEFICIENTE DE VARIACION: 11.72%

CUADRO 16. ANALISIS ESTADISTICO DEL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE LA FASE DE PREFLORACION DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	1.32	0.264	44 ^{**}	2.90	4.56
BLOQUES	3	0.02	0.006			
ERROR	15	0.09	0.006			
TOTAL	23	1.43				

COEFICIENTE DE VARIACION: 7.04%

CUADRO 17. ANALISIS ESTADISTICO PARA EL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE LA FASE DE FLORACION DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	2.2	0.44	73.33 ^{**}	2.9	4.56
BLOQUES	3	0.03	0.01			
ERROR	15	0.09	0.006			
TOTAL	23	2.32				

COEFICIENTE DE VARIACION: 5.86%

CUADRO 18. ANALISIS ESTADISTICO DEL RENDIMIENTO DE KG/HA DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	46,483.33	9296.66	76.42**	2.90	4.56
BLOQUES	3	2,387.50	795.83			
ERROR	15	1825.00	121.66			
TOTAL	23	50,695.83				

COEFICIENTE DE VARIACION: 3.04%

CUADRO 19. ANALISIS DE REGRESION LINEAL DEL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN Y EL RENDIMIENTO, TACTIC, A.V., 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
MODELO	1	10,910.98	10,910.83	61.38**	7.71	21.20
ERROR	4	710.93	177.73			
TOTAL	5	11,621.92				

$$r^2 = 0.93$$

$$C.V. = 3.67\%$$

$$b_0 = 436.32$$

$$b_1 = -5.21$$

CUADRO 20. ANALISIS DE REGRESION LINEAL DEL PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE LA FASE VEGETATIVA Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	10,364.99	10,364.99	32.97**	7.71	21.20
ERROR	4	1,257.42	324.36			
TOTAL	5	11,621.92				

$$r^2 = 0.89$$

$$b^0 = 454.45$$

$$C.V. = 4.80\%$$

$$b^1 = -14.40$$

CUADRO 21. ANALISIS DE REGRESION LINEAL ENTRE PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE LA FASE PREFLORACION Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	9,595.8	9,595.8	18.94**	7.71	21.20
ERROR	4	2,026.4	506.56			
TOTAL	5	11621.92				

$$r^2 = 0.84$$

$$b_0 = 420.24$$

$$C.V. = 6.20$$

$$b_1 = -4$$

CUADRO 22. ANALISIS DE REGRESION LINEAL ENTRE PROMEDIO DE AFIDOS POR PLANTA DURANTE FASE DE FLORACION Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	10,757.54	10,757.54	49.78**	7.71	21.20
ERROR	4	864.38	216.10			
TOTAL	5	11,621.92				

$$r^2 = 0.925$$

$$b_0 = 437.90$$

$$C.V. = 4.65\%$$

$$b_1 = -3.02$$

CUADRO 23. ANALISIS DE REGRESION LINEAL DEL NUMERO DE PLANTAS VIROTICAS Y RENDIMIENTO, EN EL CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	10,472.06	10,472.06	36.42**	7.71	21.20
ERROR	4	1,149.86	287.46			
TOTAL	5	11,621.92				

$$r^2 = 0.90$$

$$b^0 = 443.72$$

$$C.V. = 4.67\%$$

$$b^1 = -2.32$$

CUADRO 24. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 1, CULTIVO DE PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	7.88	7.88	7.10**	5.12	10.56
ERROR	9	9.98	1.10			
TOTAL	10	17.86				

$$r = 0.66$$

$$b_0 = -3.34$$

$$b_1 = 0.04$$

CUADRO 25. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 2, CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	1.82	1.82	1.56 NS	5.12	10.56
ERROR	9	13.09	1.45			
TOTAL	10	14.91				

$$r = 0.35$$

$$b_0 = -2.28$$

$$b_1 = 0.02$$

CUADRO 26. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 3, CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	0.43	0.43	0.20 NS	5.12	10.56
ERROR	9	18.87	2.09			
TOTAL	10	19.30				

$$r = 0.15$$

$$b_0 = -2.21$$

$$b_1 = 0.01$$

CUADRO 27. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 4, CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	0.09	0.09	0.04 NS	5.12	10.56
ERROR	9	19.39	2.16			
TOTAL	10	19.48				

$$r = 0.19$$

$$b_0 = -1.66$$

$$b_1 = 0.004$$

CUADRO 28. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 5, CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	1.79	1.79	0.90 NS	5.12	10.56
ERROR	9	17.94	1.99			
TOTAL	10	19.72				

$$r = 0.30$$

$$b_0 = -0.762$$

$$b_1 = -0.018$$

CUADRO 29. ANALISIS DE REGRESION LINEAL PARA EL NUMERO DE DIAS DESPUES DE SIEMBRA Y PROPORCION DE PLANTAS VIROTICAS, TRATAMIENTO 6, CULTIVO DE LA PAPA, VARIEDAD LOMAN, TACTIC, A.V. 1994.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
REG.	1	141.36	141.36	6.97 ₊	5.12	10.56
ERROR	9	182.57	20.28			
TOTAL	10	323.93				

$$r = 0.66$$

$$b_0 = -8.06$$

$$b_1 = 0.16$$

CUADRO 30. COSTO POR HECTAREAS DE CULTIVO DE LA PAPA, PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS, TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994 (ESTRUCTURA COSTOS DIRECTOS Y COSTOS INDIRECTOS).

TRAT.	COST. DIR.	COST. IN.	COST. TOT.	ING. BRU.	UP. NETA	RENT.
1	11315.00	1684.48	12999.48	24507.30	11507.82	88
2	11740.00	1741.86	13481.66	29899.12	16417.46	122
3	11740.00	1741.86	13481.66	30321.00	16839.34	124
4	11740.00	1741.86	13481.66	34394.00	20912.34	155
5	11930.00	1767.51	13697.51	34830.00	21182.48	155
6	10790.00	1613.61	12403.61	21519.95	9119.34	73

CUADRO 31. COSTO POR HECTAREA DE CULTIVO DE LA PAPA, PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS, TACTIC, ALTA VERAPAZ, 1994 (ESTRUCTURA COSTOS VARIABLES Y COSTOS FIJOS).

TRAT.	COST. VAR.	ING. BRU.	COST. FIJ.	COST. TOT.	UPIL. C.V.	U.T.R.
1	10935.98	24507.3	2162.68	13098.66	13571.32	11468.64
2	11392.85	29899.12	2132.13	13524.98	18596.27	16374.14
3	11392.85	30321.00	2132.13	13524.98	18928.15	16796.02
4	11392.85	34394.00	2132.13	13524.98	23001.15	20869.02
5	11597.10	34830.00	2132.13	13740.70	23282.90	21139.29
6	10371.60	21519.95	2066.26	12437.86	11148.35	9082.09

U.T.R. = Utilidad Total por Hectarea



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

Ref. Sem.002-95

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA ETAPA FENOLOGICA MAS SUSCEPTIBLE A POBLACIONES DE AFIDOS EN CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.), TACTIC, ALTA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: VICTOR MANUEL TOBAR DOMINGUEZ

CARNET No: 85-16816

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
 Dr. José de Jesús Castro
 Ing. Agr. Eugenio Orozco

Los Asesores 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.

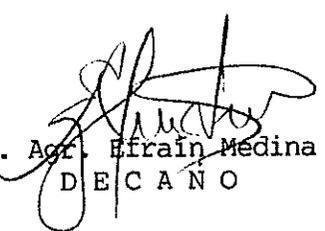

 Ing. Agr. William Escobar
 ASESOR


 Ing. Agr. Alvaro Hernández D.
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c.Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

