Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias

Muestreo y Dinamica Poblacional de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard Diptera Agromyzidae en el Cultivo de Papa *Solanum tuberosum*

Tesis presentada para optar el grado de Licenciatura en Biologia con enfasis en Ecologia

Yamnery Gomez Bonilla

Escuela de Biologia
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San Pedro Montes de Oca

1992

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

VILMA Y NORMAN, QUIENES FUERON FORMADORES E IMPULSADORES EN MI FORMACION, NO SOLO ACADEMICA SINO TAMBIEN EN LA REALIZACION DE MI PERSONA.

A MI ESPOSO MARCOS:

QUIEN CON SU AMOR, APOYO Y ADMIRACION LOGRO EN MI EL ESPIRITU DE LUCHA PARA CULMINAR MI CARRERA.

A MIS HIJAS: DIANA, CATHY Y SILVIA

A QUIENES CON ORGULLO Y SATISFACCION, LES PUEDO DECIR QUE TODO SE PUEDE LOGRAR, CON ENTUSIASMO Y DESEOS DE SUPERACION.

A MI SUEGRA MARITZA:

LA CUAL ME AYUDO FISICA, MATERIAL Y MORALMENTE, IMPULSANDOME A SEGUIR SIEMPRE ADELANTE.

AGRADECIMIENTO

Al MSc. Carlos Rodríguez Valverde por su gran ayuda en la dirección y revisión de este trabajo.

Al Departamento de Entomología, en especial al Téc. Carlos Celín Lépiz por su gran ayuda en la toma de datos; al Ing. Carlos Rodríguez Gutiérrez por su ayuda en todo momento y el Ing. Rolando Céspedes por su ayuda en el análisis estadístico y cordial colaboración en este trabajo.

A la Jefetura del Laboratorio de Suelos, Dr. Gerardo Ramírez e Ing. Agr. Alexis Vargas por los permisos concedidos para la toma de datos de esta investigación y la realización de la misma y a todos y cada uno de los compañeros.

Al Ing. Agr. Gilberto Corrales por su ayuda en la identificación de las moscas minadoras.

Al Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal, en especial al Dr. Uldrich Röetger por su apoyo para la publicación del presente trabajo.

Al Sr. Efraín Sánchez Mora por la revisión de la presente tesis.

A la Srta. Susan Gómez Gutiérrez por su relevante ayuda en los dibujos presentados en este trabajo.

A los agricultores que me prestaron sus fincas para la toma de los datos.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

MUESTREO Y DINAMICA POBLACIONAL
Liriomyza huidobrensis (Blanchard)

EN EL CULTIVO DE LA PAPA (Solanun tuberosum)

TESIS PRESENTADA EN LA ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

---------- *Director de Tribunal*
Dr. Oscar Rocha Nuñez

Carlos Luis Rodríguez V. *Director de Tesis*
MSc. Carlos L. Rodríguez Valverde

---------- *Miembro del Tribunal*
Dr. William G. Eberhard Crabtree

Paul Hansen ---------- *Miembro del Tribunal*
Dr. Paul Hanson Snortum

---------- *Miembro del Tribunal*
MSc. Daniel R. Briceño Lobo

---------- *Sustentante*
Yannery Gomez Bonilla

INDICE DE CONTENIDO

Página

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTOS..... ii

TRIBUNAL EXAMINADOR..... iii

INDICE DE CONTENIDO..... iv

INDICE DE CUADROS..... vi

INDICE DE FIGURAS..... vii

INDICE DE APENDICE..... x

RESUMEN..... xiv

1.INTRODUCCION 1

2.REVISION DE LITERATURA 4

2.1) Biología de daño y distribución geográfica de Liriomyza huidobrensis (Blanchard)..... 4

2.2) Tipos de muestreo para la captura de Liriomyza. 7

2.3) Actividad de vuelo..... 9

2.4) Disposición espacial..... 10

2.4.1) Disposición regular..... 10

2.4.2) Disposición aleatoria..... 11

2.4.3) Disposición agregada..... 12

2.4.4) Indices de agregación..... 13

2.5) Dinámica poblacional..... 14

3. MATERIALES Y METODOS 16

3.1) Identificación taxonómica de la mosca minadora. 16

3.2) Tipos de muestreo según fenología del cultivo de papa..... 16

3.3) Patrones de distribución espacial según los tipos de muestreo..... 23

3.4) Actividad de Liriomyza huidobrensis (Blanchard) de acuerdo a las diversas horas del día y la fenología del cultivo de papa..... 28

3.5) Relaciones entre punciones y muestreo de adultos 29

3.6) Estudios de dinámica poblacional..... 32

3.7) *Relación entre el daño de L. huidobrensis y la pérdida foliar de la papa*..... 33

3.8) Análisis de datos..... 35

4. RESULTADOS Y DISCUSION..... 38

4.1) Identificación taxonómica de la mosca minadora.. 38

4.2) Actividad de Liriomyza huidobrensis de acuerdo a las diversas horas del día y tipos de muestreo en relación a la fenología del cultivo de papa..... 38

4.3) Patrones de disposición espacial..... 64

4.4) Relaciones entre punciones y captura de adultos..67

4.5) Estudios de dinámica poblacional..... 81

4.6) Valoración del grado de daño producido por L. huidobrensis..... 89

5. CONCLUSIONES..... 94

6. RECOMENDACIONES..... 97

7. LITERATURA CITADA..... 98

8. APENDICE..... 104

INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Indices de agregación, y los valores que toman bajo tres tipos diferentes de disposición espacial, tomado de López, 1986.....	36
Cuadro 2.	Valores de los índices α y β del modelo de regresión de Iwao: $m^{*}=\alpha=\beta m$, según el patrón espacial de disposición Subyacente, López,1986..	36

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1: Desarrollo de la planta de papa c.v. Atzimba, Llano Grande.Cartago.Segura (1991)..... 17

Figura 2: Dibujo del estudio de muestreo y Dinámica poblacional de L. huidobrensis, en cultivo de papa. Estad. Carlos Durán, Cartago. 1990..... 19

Figura 3: Trampa con pegamento y soporte de madera para la captura de L. huidobrensis Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 20

Figura 4: Trampa de tarjetas amarillas a los tres niveles, arriba, medio y bajo; con pegamento y soporte de madera, para la captura de L. huidobrensis. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 22

Figura 5: Dibujo del relieve de la Finca 1, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Cot de Oreamuno, Cartago. 1990..... 24

Figura 6: Dibujo del relieve de la Finca 2, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Potrero Cerrado, Cartago. 1990..... 25

Figura 7: Dibujo del relieve de la Finca 3, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Cercanías de la Estac. Carlos Durán, Cartago.1990..... 26

Figura 8: Dibujo del relieve de la Finca 4, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Tierra Blanca de Cartago. 1990..... 27

Figura 9: Representación de la finca donde se realizo el estudio de la relación entre punciones y muestreo de adultos de L. huidobrensis. 200 norte de la Estac. Carlos Durán, Cartago. 1991..... 31

Figura 10 : a- Captura de L. huidobrensis con trampa galón amarillo, b- Métodos de muestreo Red 90º,180º, conteo por minuto. c- Temperatura y Humedad Relativa.Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 41

Figura 11: Captura de L. huidobrensis en trampa ubicada a tres niveles arriba, medio y abajo, en la planta de papa. h- Adentro y i- Afuera.Estación Carlos Durán, Cartago.1990.... 45

Figura 12: a- Captura de L. huidobrensis con trampa galón amarillo, b- Métodos de muestreo Red 90º, 180º, conteo por minuto. c- Temperatura y Humedad Relativa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 48

Figura 13: Captura de L. huidobrensis en trampa ubicada a tres niveles arriba, medio y abajo, en la planta de papa. h- Adentro y i- Afuera. Estac. Carlos Durán, Cartago, 1990.... 49

Figura 14: a- Captura de L. huidobrensis con trampa galón amarillo, b- Métodos de muestreo Red 90º, 180º, conteo por minuto. c- Temperatura y Humedad Relativa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 51

Figura 15: Captura de L. huidobrensis en trampa ubicada a tres niveles arriba, medio y abajo, en la planta de papa. h- Adentro y i- Afuera. Estac. Carlos Durán, Cartago, 1990.... 53

Figura 16: Número de punciones por hoja en cada uno de los tallos de la segunda planta muestreada en el ciclo de papa. Estación Carlos Durán. Cartago. 1990.....68

Figura 17: Plantas muestreadas a travéz del ciclo del cultivo de papa, donde se detalla en cada una de las plantas, el número de punciones y minas. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 69

Figura 18: Plantas muestreadas a travéz del ciclo del cultivo de papa, donde se detalla en cada una de las plantas, el número de tubérculos, peso, diámetro y longitud promedio. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 71

Figura 19: Detalle del número de punciones y minas de cada foliolo, en cada una de las hojas del tallo 1 de la planta de 45 días del ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 72

Figura 20: Detalle del número de punciones y minas de cada foliolo, en cada una de las hojas del tallo 2 de la planta de 45 días del ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 73

Figura 21: Detalle del número de punciones y minas de cada foliolo, en cada una de las hojas del tallo 3 de la planta de 45 días del ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 74

Figura 22: Detalle del número de punciones y minas de cada foliolo, en cada una de las hojas del tallo 4 de la planta de 45 días del ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990..... 75

Figura 23: Punciones de L. huidobrensis entre estratos en la planta (arriba-medio-abajo),a través de todo el ciclo de papa. Cartago. 1991.... 78

Figura 24: Fluctuación de captura de adultos de L. huibrensis con los métodos red 90º, red 180º y conteo por minuto, de acuerdo a cinco momentos importantes en el ciclo del cultivo de papa. Cartago. 1990..... 84

Figura 25: Fluctuación de captura de adultos de L. huibrensis con la trampa de galón amarillo, tarjetas afuera y tarjetas adentro de acuerdo a cinco momento importantes en el ciclo del cultivo de papa. Cartago. 1990..... 85

Figura 26: Captura de adultos de Liriomyza, durante dos ciclos de cultivo de papa, en Estac. Carlos Durán, Cartago durante 1990 y 1991. 90

Figura 27: Grado de daño causado por L. huibrensis en hoja de papa, caracterizados en una escala de 1 a 7..... 92

INDICE DE APENDICE

Página

Cuadro 1A: Coeficiente de variación (C.V.) y presición (V.R.) de temperatura, humedad relativa y captura de L. huidobrensis con los diferentes métodos de muestreo. Estación Carlos Durán. Cartago. 1990..... 105

Cuadro 2A: *Prueba de Tukey, en el ciclo del cultivo de papa con α= 0.05. Ordenados en el rango de mayor a menor número de adultos capturados de moscas minadoras. Utilizando las distintas trampas, en los tres periódos estudiados, durante un día de observación. Se dan solo los diez primeros resultados. N=72. Estación Carlos Durán, Cartago.*1990.. 106

Cuadro 3A: Correlación de Spearman para determinar la relación entre colocar la tarjeta amarilla fuera de la planta o dentro de ella y entre los tres estratos (alto, medio y bajo de la planta).P=0.000 *y N= 72.* Estación Carlos Durán, agosto a noviembre 1990..... *107*

Cuadro 4A: Resultados del análisis de variación vía, entre la temperatura y las trampas en uno de los periódos estudiados. Estación Carlos Durán. Cartago. 1990..... *108*

Cuadro 5A: Correlaciones de Spearman para comparar la relación de los distintos tipos de muestreo, respecto a la trampa de galón amarillo. En un ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago, agosto a noviembre de *1990* .. 109

Cuadro 6A: Adultos de L.huidobrensis, en los lugares de muestreo y los índices de agregación,S^2/m, k, Iδ y Ind. Green. La P=0.000 .Zona Norte de Cartago. 1990. ..... *110*

Cuadro 7A: Resultados del análisis de variación donde *se determino si hay diferencia* entre los puntos *donde el viento* llega en distintas formas (mayor *(A), medio (B) o baja (C)), para* la *captura de* L. *huidobrensis, con cada una* de las *trampas, en la Finca 1. Zona Norte de* Cartago. *1990*.....*111*

Cuadro 8A: Prueba de Tukey, en el ciclo del cultivo de papa con α=0.*05*. Ordenados en el rango de mayor a menor número de adultos capturados de moscas minadoras. Utilizando las distintas trampas, en las cuatro fincas estudiadas. Se dan solo los cinco primeros resultados. N=9. Cartago. 1990..... 112

Cuadro 9A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor(A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 1. Zona Norte de Cartago. 1990..... 112

Cuadro 10A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor(A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 2. Zona Norte de Cartago. 1990..... 113

Cuadro 11A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor(A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 3. Zona Norte de Cartago. 1990..... 114

Cuadro 12A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor(A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 4. Zona Norte de Cartago. 1990..... 115

Cuadro 13A: Correlación de Spearman para comparar la relación de las minas y las punciones en los distintos estratos estudiados, contra la captura de adultos de Liriomyza en tarjetas amarillas,

en tres momentos importantes. Alrededores de la Estación Carlos Durán Cartago, agosto - noviembre de 1991..... 116

Cuadro 14 A: Valores mínimos y máximos de captura de adultos de Liriomyza en el transcurso del ciclo del cultivo en los dos años estudiados 1990-1991. Estación Carlos Durán. Cartago..... 117

Cuadro 15 A: Resultado de los máximos, mínimo y promedio del área de un foliolo de la hoja del cultivo de papa, el área del tamaño de una punción y el tamaño promedio del área de una mina, donde posteriormente se cálcula el porcentaje de área de pérdida foliar (sumando 500 punciones como máximo y 10 minas). Catie, Turrialba, 1990.... 118

Cuadro 16 A: Valores promedios de pérdida de área foliar, en el foliolo terminal, de una hoja de papa, para cada uno que representan cada uno de los grados de daño, representados en la figura *20*...119

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la zona norte de Cartago, a una altitud de 2400 m.s.n.m., de agosto a noviembre de 1990 y setiembre a noviembre de 1991, donde se evaluaron cuatro tipos de muestreo para la captura de adultos de Liriomyza huidobrensis (Blanchard), y la dinámica poblacional de la mosca minadora con respecto a un ciclo de cultivo de Solanum tuberosum.

La especie Liriomyza huidobrensis (Blanchard) fue el insecto estudiado en esta investigación.

La temperatura es un factor muy importante que influye directamente en la actividad de Liriomyza.

Hay diferencia altamente significativa entre todas las trampas *y cada una ayuda a predecir comportamientos particulares de la mosca en algún momento dado. La red 180º captura moscas que se encuentran posadas y sobrevolando el cultivo. Con la red 90º se captura moscas desde la base hasta la parte superior de la planta. Las tarjetas amarillas ayudan a predecir el comportamiento vertical* del cultivo de papa.

Por economía de tiempo, dinero y personal no profesional se recomienda el uso de trampas *de galón* plásticas amarillas,

que serviría como método de captura para lograr disminuir las poblaciones de esta mosca.

Para efectos de monitorero se recomiendan todas las trampas estudiadas. Para *ayudar a bajar la población se pueden usar las trampas de galón amarillas ya que servirían como método cultural, para la captura de moscas.*

Según sea la etapa del cultivo, las trampas tendran respuestas diferentes en la menor o mayor captura de las moscas.

Los períodos *de prefloración hasta* cosecha fue donde se encontro la mayor población de L. huidobrensis.

Se encontro que en período de emergencia a prefloración, la trampa amarilla mostro la mayor captura y se dio a las 7 y 8 a.m. y a las 4 p.m.

En el período de prefloración a floración, fue la de mayor captura fue la trampa amarilla también, a las 9 a.m.,*12 m* y de 3 a 5 p.m.

En el período de floración a cosecha, la trampa amarilla muestra su mayor captura desde las 8 a.m. a las 12 m y 2 a 4 p.m.

Con las otras trampas no se muestran picos importantes

de máxima captura, tiende haber un oscilamiento durante todo el cultivo.

Se encontro que en el foliolo terminal fue el que tenía siempre la mayor cantidad de punciones y minas, por estar más expuesto.

Los resultados demostraron que el estrato del medio es el más significativo para muestrear en la planta *porque tiene una gran asociación con la captura de moscas por medio de las tarjetas amarillas, muestra el ataque progresivo que ha tenido de parte de la mosca, las hojas se encuentran fisiológicamente maduras.*

Que el estrato superior fue el más significativo para muestreo de adultos de la mosca minadora. Por lo tanto se recomienda *usar* la trampa *de galón* amarillo *en* esta parte.

En la dinámica poblacional de la mosca con respecto al ciclo del cultivo de la planta de papa, se encontro: 1- que los primeros treinta y cinco días hay un aumento en la población de la mosca. 2- a los 60 días se da la tuberización, y se da una baja en la población de la mosca 3- En el período de *prefloración en adelante* fue donde se dio la mayor captura de moscas y 4- a los 75 días disminuye la población de L. huidobrensis.

Para efectos de control de la plaga, se recomienda que la aplicación de insecticidas químicos y naturales, se de a los treinta y cinco días de sembrado, en parte superior principalmente, con insecticidas para adultos.

En el período de floración se recomienda la aplicación a los cincuenta días, *después de la tuberización, considerando que aqui hay una baja en la población.* Los insecticidas para adultos se deben aplicar en la parte superior y media de la planta. Los insecticidas para larvas deben aplicarse en la parte baja y media de la planta, antes del cierre del surco.

Por último se *recomienda usar trampas de galón amarillo* a los 90 días *para tener una captura masiva del insecto* evitar migraciones de poblaciones a otros lugares circunvecinos, ó poblaciones iniciales a un próximo ciclo de cultivo.

1. INTRODUCCION

La papa es atacada por muchos insectos y en los últimos años, el "minador de las hojas" *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) se ha constituído en una plaga difícil de controlar. Este insecto también representa un gran problema en cultivos tales como, las flores de exportación principalmente crisantemos y yerberas (Price 1982), en cultivos hortícolas en los que sobresalen: apio, cebolla, frijol, lechuga, papa, remolacha y tomate (Comité técnico de *Liriomyza*, 1990).

El Comité técnico de Liriomyza (1990), señala a partir de 1989, que *L. huidobrensis* se convirtió en una plaga muy problemática en la producción de diversos cultivos hortícolas del país, causando grandes pérdidas a los agricultores.

Se considera que este problema surgió debido al desequilibrio causado por el abuso de plaguicidas, al reducir las poblaciones de parasitoides de *Liriomyza*, los cuales actualmente no son capaces de ejercer un control adecuado a la mosca (Carballo et al, 1990). Parrella y Kiel (1984), señalan otros factores que explican la razón del incremento de los minadores hasta niveles de importancia económica como la importación de un nuevo biotipo de mosca y la resistencia a insecticidas.

Estos minadores de las hojas, además de perjudicar la apariencia del cultivo, en casos severos provocan la muerte de la planta, tanto por su daño directo como por su relación con la transmisión de enfermedades (Comité técnico de *Liriomyza* , 1990).

Debido al problema que ocasiona L. huidobrensis en el cultivo de la papa y a la necesidad de estudios ecológicos básicos de este insecto, en la presente investigación se establecieron los siguientes objetivos:

OBJETIVOS GENERALES

1. Evaluar distintos tipos de muestreo para la captura de L. huidobrensis, según la fenología del cultivo de papa.

2. Conocer la actividad diaria de la mosca minadora.

3. Efectuar estudios de dinámica poblacional de L. huidobrensis.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar en forma correcta la especie de Liriomyza que atacó papa durante esta investigación.

2. Determinar el tipo de muestreo según la edad del

cultivo, que sirva para monitorear poblaciones del adulto de L. huidobrensis y poder así efectuar un mejor control de éste en el cultivo de papa.

3. Conocer los patrones de disposición espacial de L. huidobrensis en parcelas de papa.

4. Observar la actividad diaria de L. huidobrensis a través del día y durante un ciclo del cultivo de Solanum tuberosum .

5. Establecer relaciones entre punciones por adultos y la captura de adultos de *Liriomyza*.

6. Estudiar la dinámica poblacional de L. huidobrensis, con respecto al daño en la distribución vertical en la planta de papa.

7. Caracterizar la pérdida foliar de la papa con el daño producido por L. huidobrensis.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1) BIOLOGIA DE DAÑOS Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)

Liriomyza huidobrensis (Diptera:Agromyzidae), es un insecto que coloca sus huevos debajo de la epidermis de las hojas, principalmente en el haz. Los huevos son ovalados, con un período de incubación entre cinco y seis días. La larva es ápoda y acéfala, pasa por tres instares, que se pueden diferenciar, tanto por el desarrollo de los ganchos bucales como por el número de espiráculos visibles; completa su desarrollo en aproximadamente 17 días. La prepupa es similar a la larva del tercer instar y tiene una duración de 9,25 horas, después pasa al estado de pupa, que se desarrolla en el suelo y tiene una duración de 14 a 17 días (Sarmiento *et al*. 1986).

El adulto presenta una relación de sexos 1:1 entre machos y hembras; la hembra es de mayor tamaño y longevidad que el macho. Esta especie de minador es altamente polífago (Sarmiento *et al* ,1986).

Vélez *et al*. (1980), mencionan que las actividades de alimentación y de oviposición de los adultos minadores se presenta, durante las horas del día y la temperatura es

el factor abiótico más importante sobre el desarrollo del minador. Parrella (1984), indica que L. trifolii a una temperatura de 26.7 ºC produce el máximo de oviposición y emergencia de adultos y que es la temperatura óptima para pupar. Esta temperatura es considerada también adecuada para otras especies de Liriomyza según investigaciones hechas por Oatman y Michelbacher (1959), Tryon y Poe (1981).

La hembra produce las pinchaduras o punzadas de alimentación y oviposición. Estos procesos tienen lugar en el haz de las hojas la mayoría de las veces (Vélez et al, 1980).

Los machos se alimentan de exudados naturales presentes en las axilas de las hojas y también de los líquidos que fluyen de las pinchaduras de alimentación y oviposición practicadas por las hembras (Vélez et al, 1980)

El daño más importante es causado por el hábito minador de las larvas, que reducen la capacidad fotosintética de la planta. En Perú se reportó que S. tuberosum, tenía pérdidas en el rendimiento de hasta un 35 % (Hospina y Raman, 1988).

En Costa Rica los daños más severos de los minadores de las hojas, se observaron en: apio, papa, remolacha y plantas ornamentales. Un efecto menor de la plaga, se observó en: cebolla, frijol, zanahoria y en plántulas de crucíferas.

Otros hospederos son: Cucumis melo (melón), Cucumis sativus (pepino), Lycopersicum esculentum (tomate), Spinacia oleracea (espinaca), Vigna sinensis (vigna), y varias especies de malezas (Comité técnico de *Liriomyza*, 1990).

Las picaduras y minas de las hojas, pueden presentar condiciones favorables para la invasión de otros organismos. Price (1981), informó de la presencia de la bacteria Pseudomonas cichorii (Swing) en crisantemos. Este mismo autor ha demostrado también, que *Liriomyza sativae* trasmite un virus del tipo del mosaico en varias plantas hospedantes citado por Sarmiento et. al. (1986).

La plaga se presentó durante 1989, en diversos lugares, primero apareció en enero en Tejar, luego en julio se observó con mayor intensidad en San Rafael de Oreamuno, con una dispersión hacia Cipreses de Oreamuno, Paso Ancho y el Rodeo en Tierra Blanca. En noviembre el insecto apareció con mayor intensidad en El Pisco, Cervantes y terrenos cercanos a la Estación Experimental Carlos Durán del Ministerio de Agricultura y Ganadería. La mayor población fue localizada en el sector suroeste del macizo Irazú-Turrialba en la localidad de Tierra Blanca y Potrero Cerrado (Comité técnico de Liriomyza 1990).

Posteriormente, la plaga causó daños importantes en Alfaro Ruiz (Alajuela), San Isidro de Heredia, Escazú y

Santa Ana de la provincia de San José (Comité técnico de Liriomyza 1990).

L. trifolii, otra especie de "minador de las hojas" , se consideró como una especie neártica y neotropical, con carácter endémico en Florida. Después se ha propagado a diversos países de América, Africa y Asia. Se supone que en la mayoría de las ocasiones se ha diseminado a través de material vegetativo de reproducción de flores (Comité técnico de Liriomyza 1990).

Durante la segunda siembra de melón (Cucumis melo) del año 1992, se convirtió Liriomyza sativae en una plaga importante en Guanacaste y en Puntarenas tanto en Parrita como en la finca correspondiente a Melones del Pacífico. [1]

2.2) TIPOS DE MUESTREO PARA CAPTURA DE Liriomyza.

Muchos investigadores tales como Parrella y Jones (1984 y 1985), Robin y Mitchell (1987), Chandler (1985). Zechnder y Trumble (1985), Chaves y Raman (1987), Rodríguez et al. (1990) han utilizado las trampas de recipientes plásticos de color amarillo. Han probado ser bastante efectivas en el monitoreo de las especies de *Liriomyza*, en los distintos cultivos.

[1] Rodríguez V., C. 1992. Ataque de Liriomyza en melón. Guanacaste, C.R. Del Monte Specialty. (Comunicación personal).

Zehnder y Trumble (1985), indican que cuando utilizan las regresiones de Taylor y de Iwao resultan ser buenos índices para calcular la densidad de pupas y con este método podría determinarse el número de trampas pegajosas amarillas necesarias para señalar la densidad de los machos adultos.

Por otra parte la red entomológica es otro tipo de muestreo muy usado en la captura de insectos, López (1986) la utilizó para la captura de adultos de Apion godmani (picudo del ejote). Los entomólogos han usado por mucho tiempo las redes para capturar insectos, pero su eficiencia puede variar con la especie, los diferentes hábitats y aun con los diferentes estilos de golpear con la red (Ruesink y Kogan, 1975).

Southwood (1978) y Kretzchmar (1948, citado por Núñez, 1986), indica que la red entomológica es muy sencilla y fácil, pero que tiene la desventaja que hay cambios en la eficiencia en los distintos cultivos. Dumas et al. (1962 y 1964) consideran que la altura de las plantas, factores físicos y el estado del tiempo, influyen en el número de especies predatoras registradas por la red entomológica o por conteos hechos en forma visual. Southwood (1978) estima que la red entomológica no puede medir los cambios en la distribución vertical con respecto a la especie.

Otro método de muestreo es el "levante" donde el

investigador dedica tiempo en el campo para observar y cuantificar el hábitat y en algunas veces se perturba el follaje (Andrews, 1986). El conteo de adulto posados sobre las hojas por simple observación o conteo visual fue probado por Schuster y Beck (1983) dado que es más facil y se hace en menos tiempo.

Matin et al. (1984) comenta que el conteo directo es eficiente para estimar el tamaño de poblaciones como por ejemplo Diabrotica sp. en cualquier época de la edad del cultivo de maíz. Schuster y Beck, (1983) trabajaron con el sistema visual con Liriomyza en tomate y concluyeron que el método es de fácil acceso y requiere de poco tiempo, porque se puede considerar este tipo de muestreo, junto con el de la trampa pegajosa, adecuado para tener idea del comportamiento del insecto en su oviposición y actividad de vuelo.

2.3) ACTIVIDAD DE VUELO

Chandler (1985), realizó *un estudio sobre* la *actividad de vuelo de Liriomyza trifolii*, trabajo con trampas amarillas a distintas alturas del nivel del suelo, e indica que a una intensidad de radiación solar con un rango aproximado de 1.0 a -90 mW/cm² la actividad de L. trifolii se intensifica entre las 10 y 17 horas.

2.4 DISPOSICION ESPACIAL

El estudio de la disposición espacial de las poblaciones del minador de las hojas, mediante el ajuste a distribuciones probabilísticas y/o índices de agregación, permite cuantificar el grado de agregación de estos insectos, así como los posibles factores que afectan la citada disposición.

Prácticamente estos estudios pueden servir para calcular el tamaño de muestra y la forma de recolectarla, cuando se desean hacer estimaciones de los niveles de densidad de los insectos. Otra aplicación muy común es que, conociendo el tipo de distribución estadístico al cual se ajusta la disposición de los insectos, se puede establecer un plan de muestreo secuencial, para tomar decisiones sobre medidas de control. También la disposición espacial afecta el análisis de los conteos de insectos, por lo que su evaluación permite seleccionar la mejor transformación, para robustecer o hacer posible el análisis de varianza (López, 1986).

2.4.1 DISPOSICION REGULAR

Esta disposición se origina cuando existen procesos dispersivos, que conducen a una repulsión entre los individuos y los lleva a buscar lugares no ocupados por otros de su misma especie, para así optimizar los recursos (Taylor

y Taylor, 1977; Pielou, 1960). Cuando los insectos se disponen en este patrón espacial, la varianza es menor que la media puesto que los individuos se distribuyen de manera uniforme sobre el espacio que ocupan (López, 1986).

2.4.2 DISPOSICION ALEATORIA

Se origina, cuando se cumplen las siguientes suposiciones:

a) Cada unidad o sitio de muestreo, tiene la misma oportunidad de que un individuo la ocupe, el ambiente es homogéneo (Green, 1966).

b) La colonización del área de muestreo es aleatoria, dado que cada individuo tiene la misma probabilidad de ocupar cualquier unidad de muestreo (Skellan, 1952; Waters y Henson, 1959).

c) La presencia de un individuo en una unidad o sitio de muestreo, no afecta en ningún modo la oportunidad de que otro ocupe la misma unidad, esto requiere que las relaciones entre los individuos de una misma especie no existan (Taylor, 1984).

El modelo Poisson representa conteos de insectos, dispuestos al azar en una superficie o volumen dados. Según

Steel y Torrie (1980) en este modelo la media y la varianza son iguales.

2.4.3 DISPOSICION AGREGADA

Este patrón espacial de disposición, aparece cuando ocurren cualquiera de las siguientes condiciones:

a) Ambiente heterogéneo, que conduce a los individuos a agruparse en lugares apropiados para su desarrollo (Pielou, 1960; Cole, 1946).

b) Interacción entre individuos, debido a su comportamiento natural y que va desde la simple unión sexual, hasta la formación de colonias (Waters,1959).

c) Oviposición en grupos (Bergman et. al. 1983).

d) Parasitismo y depredación diferencial en áreas localizadas (Taylor,1984).

La disposición agregada es la más frecuente entre los insectos, en vista que las condiciones que la originan son bastantes comunes. Puesto que los individuos se disponen en forma agregada, la varianza es mayor que la media (Bliss, 1958).

Debido a que existen varios inconvenientes en los modelos de distribución, como son el tamaño de la muestra y del área de estudio, pueden modificar el tipo de distribución. Diferentes suposiciones biológicas pueden conducir a un mismo tipo de distribución y no es suficiente que una disposición se ajuste a distribución de contagio, para suponer contagio verdadero; se han elaborado varios índices que tratan de explicar la disposición espacial en términos biológicos y/o estadísticos (López, 1986).

2.4.4 INDICES DE AGREGACION

Para determinar la disposición espacial de manera clara y sin problemas de interpretación, se utilizan los índices de agregación, que deben cumplir con los siguientes requisitos: a) suministrar valores reales y continuos, desde la agregación hasta la regularidad, pasando por la aleatoridad; b) no deben estar influenciados por el tamaño de muestra, densidad o el total de individuos muestreados; c) ser fácilmente calculados; d) los valores del índice que señalan alguna disposición particular deben ser centrales en posición; deben estar disponibles pruebas de significancia entre dos o más de tales valores (López,1986).

El primer requisito de los índices de agregación es que sean de fácil interpretación, para señalar el tipo de

disposición que presenta la población en estudio. El segundo requisito es importante cuando se estudia la disposición espacial, donde la densidad, el tamaño de la muestra o el total de individuos muestreados cambian continuamente, dado que cualquier cambio en estas variables influiría en el valor del índice calculado y por consiguiente en la determinación de la disposición espacial verdadera. El tercer requisito son los cálculos matemáticos que en la actualidad es sencillo de cumplir, ya que se cuenta con computadoras que agilizan los cálculos. El cuarto requisito se refiere a que los valores del índice calculado deben ser centrales alrededor del tipo de disposición real. El último requisito es necesario cuando se desea comparar el grado de agregación de dos o más poblaciones y por lo tanto los valores de los índices calculados deben ser comparables estadísticamente (López, 1986).

2.5) DINAMICA POBLACIONAL

La fluctuación poblacional indica una mayor abundancia del insecto en los meses de agosto y setiembre según estudios del Comité Técnico de *Liriomyza* (1990). Delgado (1975) y Neder y Arce (1984) coinciden en que es en la época lluviosa cuando se alcanza las poblaciones máximas, principalmente a partir de setiembre, porque se dan eventos muy favorables para la mosca minadora, como son los intervalos de la lluvia

y las altas luminosidades y cuando el estado vegetativo del cultivo de la planta le brindan su mayor biomasa.

El comité técnico de Liriomyza (1990) trabajo con trampas de recipientes plásticos de color amarillo (volumen de 3.78 l. y 0.11 m^2 de superficie de exposición), se capturó hasta 4.000 individuos por día; luego se presentó una disminución de la población en octubre, y en el mes de noviembre empieza de nuevo a incrementarse la población de Liriomyza sp.

En las zonas de mayor infestación como Tierra Blanca, Llano Grande, Potrero Cerrado y Cot se capturaron más de 1000 adultos/trampa/semana. En las zonas con infestación media como Cipreses, Santa Rosa y San Pablo de Oreamuno se capturaron de 100 a 1000 adultos/trampa/semana. En las zonas de baja infestación como Santa Cruz de Turrialba, San Rafael de Oreamuno, Guarco y Pacayas de Alvarado, las capturas fueron menores de 100 adultos/trampa/semana (Comité técnico de Liriomyza, 1990).

3. MATERIALES Y METODOS

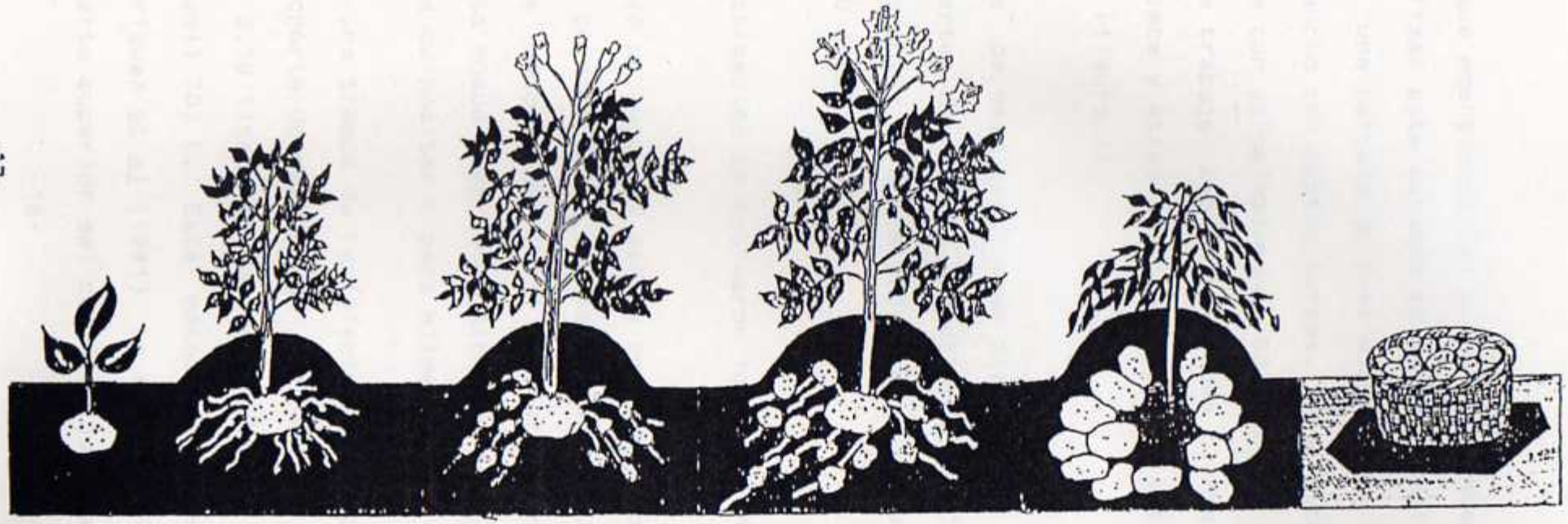
3.1) IDENTIFICACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA

Los adultos de la mosca minadora fueron recolectados por medio de la red entomológica y guardados en alcohol de 95º, durante los meses de enero a noviembre de 1991, posteriormente fueron identificados por el Ing. Agr. Gilberto Corrales del Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional.

3.2) TIPOS DE MUESTREO SEGUN LA FENOLOGIA DEL CULTIVO DE PAPA

Este experimento se realizó del 24 de agosto al 28 de noviembre de 1990 en la Estación Carlos Durán del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que pertenece al Cantón de Tierra Blanca de la provincia de Cartago, aproximadamente a 2320 msnm. Esta zona se ubica en el Macizo Irazú Turrialba y se clasifica como Bosque Tropical Premontano bajo, según Holdridge (1979).

Los tipos de muestreo se evaluaron durante la fenología del cultivo figura 1, para ello se realizaron observaciones durante cada hora del día y durante el ciclo del cultivo con observaciones cada 15 días. Las evaluaciones se realizaron



ciclo del cultivo de papa

Figura 1: Desarrollo de la planta de papa c.v. Atzimba, Llano Grande, Segura (1991)

desde el momento que emergieron las primeras plantas hasta la cosecha. Para realizar este estudio se sembró semilla de papa c.v. Atzimba en una parcela de diez metros de largo por cuatro metros de ancho con cuatro zurcos, y se subdividió en cuatro subparcelas con aproximadamente 50 plantas. Alrededor del campo donde se trabajo, habían sembradas plantas de papa de la c.v. Atzimba y otras variedades; al oeste estaba rodeado por monte (figura 2).

Para efectos de este estudio se dividio la edad del cultivo en tres partes de siembra a prefloración (0-60 días), prefloración a floración completa (60-75 días) y de floración a cosecha (75 A 90 días).

En esta investigación se evaluaron los siguientes tipos de muestreo:

1- Se escogió un surco al azar y por simple observación se contó adultos posados en la plantas, durante un minuto, esto porque este método es fácil de utilizar y por considerar que esta mosca pasa mucho tiempo posada sobre las hojas, ya sea para ovipositar o para alimentarse.

2- Se colocó una trampa de recipiente plástico de color amarillo con un soporte de madera de 0.11 m^2 de superficie de exposición, y 3.78 litros de volumen, cubierto con grasa transparente Pennzoil 707 L. Este método de muestreo fue utilizado por Rodríguez et al (1991). La trampa (figura 3) se ubicó sobre la parte superior del cultivo durante una hora.

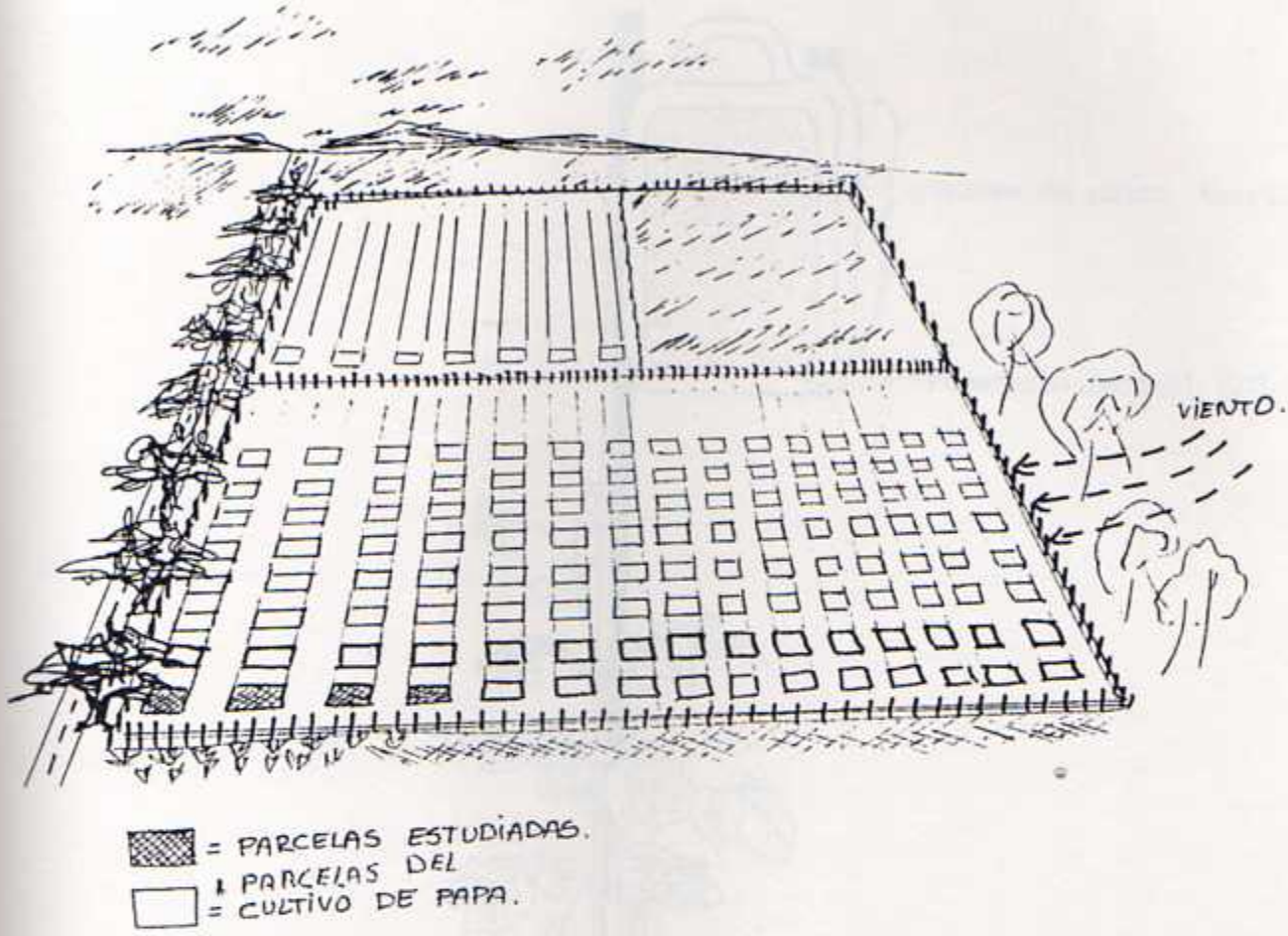


Figura 2: Sitio donde se realizó el muestreo y dinámica poblacional de L. huidobrensis, en el cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago.1990.

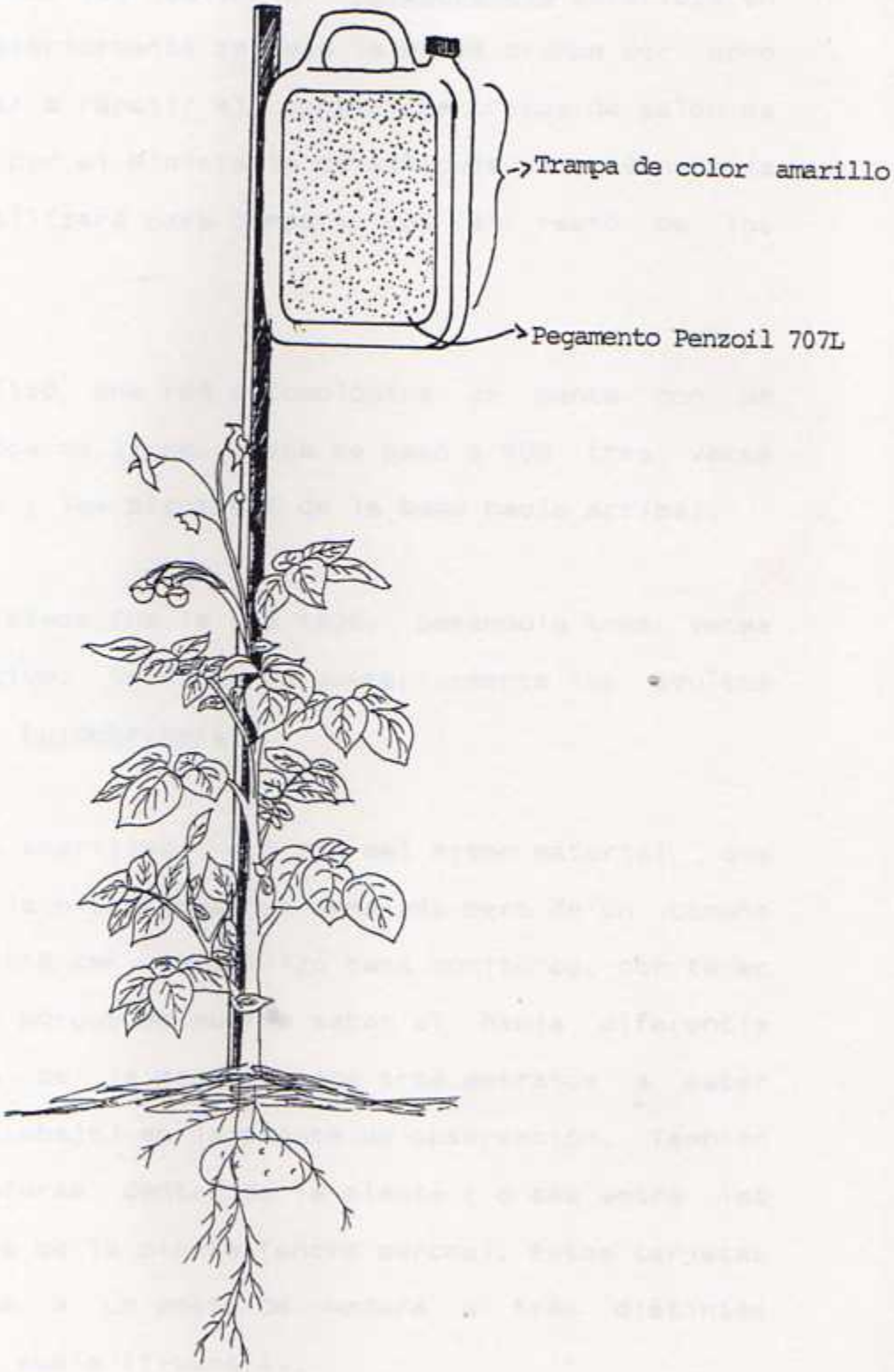


Figura 3: Trampa con pegamento y soporte de madera para la captura de L. huidobrensis. Estación Carlos Durán Cartago. 1990.

Luego se contó los adultos L. huidobrensis adheridos en la trampa. Posteriormente se dejó la misma trampa por ocho días, para volver a repetir el conteo. La trampa de galón es la recomendada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería por eso se utilizará para comparar con el resto de los métodos.

3- Se utilizó una red entomológica de manta con un diámetro de boca de 33 cm. Esta se pasó a 90º tres veces entre los surcos y las plantas (de la base hacia arriba).

4- Otro sistema fue la red 180º, pasandola tres veces encima del cultivo. Se contaron posteriormente los adultos capturados de L. huidobrensis.

5- Tarjetas amarillas, que son del mismo material que el galón, con la misma grasa ya señalada pero de un tamaño aproximado de 10x15 cm^2. Se utilizó para monitoreo, por tener un área menor y porque se quería saber si había diferencia en la captura de la mosca en los tres estratos a saber (arriba, medio y abajo) en la planta de observación. También se comparaba capturas dentro de la planta (o sea entre las hojas) como fuera de la planta (entre surcos). Estas tarjetas fueron adheridas a un poste de madera a tres distintas alturas sobre el suelo (figura 4).

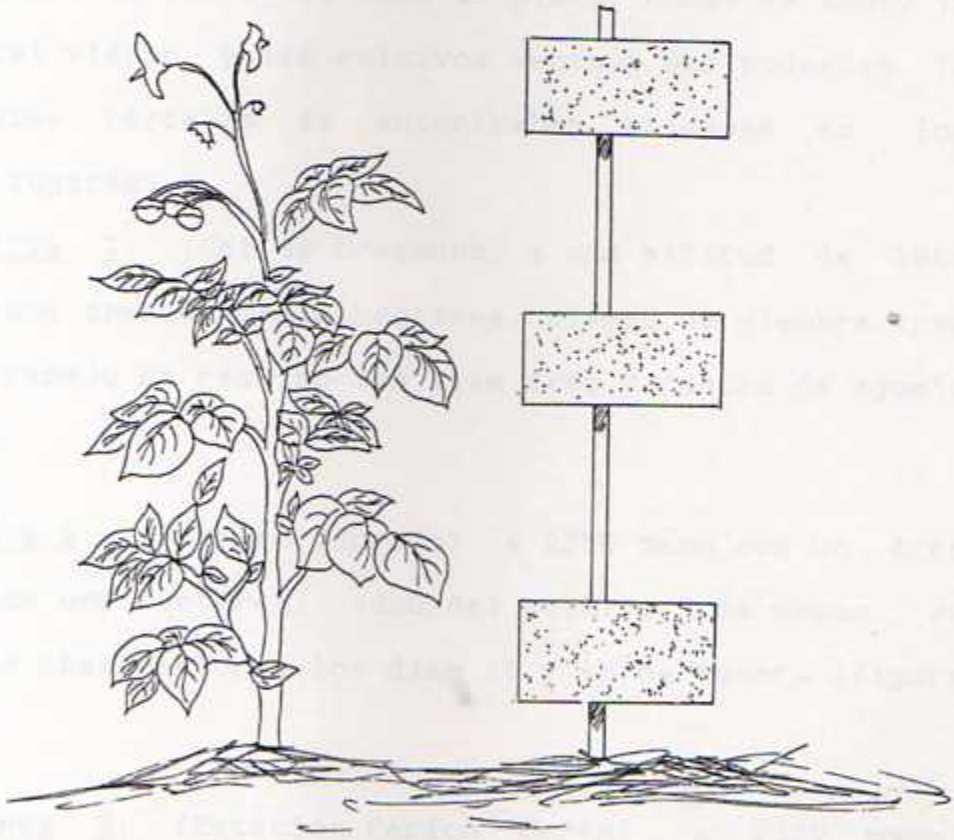


Figura 4: Trampa de tarjetas amarillas a los tres niveles arriba, medio y bajo; con pegamento y soporte de madera, para la captura de L. huidobrensis. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990.

3.3) PATRONES DE DISPOSICION ESPACIAL SEGUN LOS TIPOS DE MUESTREO.

Esta parte del experimento se realizó en fincas de agricultores en la Zona Norte de Cartago, los cuales tenían sembrado papa, el estudio se hizo entre las 7 a las 11 horas del día. Durante los meses de agosto y setiembre de 1990. En cada una de las fincas se hizo un plano, donde se anotó la dirección del viento, y los cultivos vecinos que rodeaban la finca. Estas parcelas se encontraban ubicadas en los siguientes lugares:

1- Finca 1: (Cot de Oreamuno) a una altitud de 1800 msnm. con una área de media hectárea, tiempo de siembra tres meses, el trabajo se realizó los días tres y cuatro de agosto (figura 5).

2- Finca 2: (Potrero Cerrado) a 2250 msnm con un área de siembra de una hectárea, edad del cultivo tres meses, se hicieron las observaciones los días 16 y 18 de agosto (figura 6).

3- Finca 3: (Estación Carlos Durán) a 2320 msnm, extensión del terreno media hectárea, tiempo de siembra dos meses y medio, se trabajo los días 23 y 25 de agosto (figura 7).

4- Finca 4: (Tierra Blanca) a 2200 msnm, extensión de media hectárea, tiempo de siembra tres meses, se hicieron las evaluaciones los días 30 de agosto y dos de setiembre (figura 8).

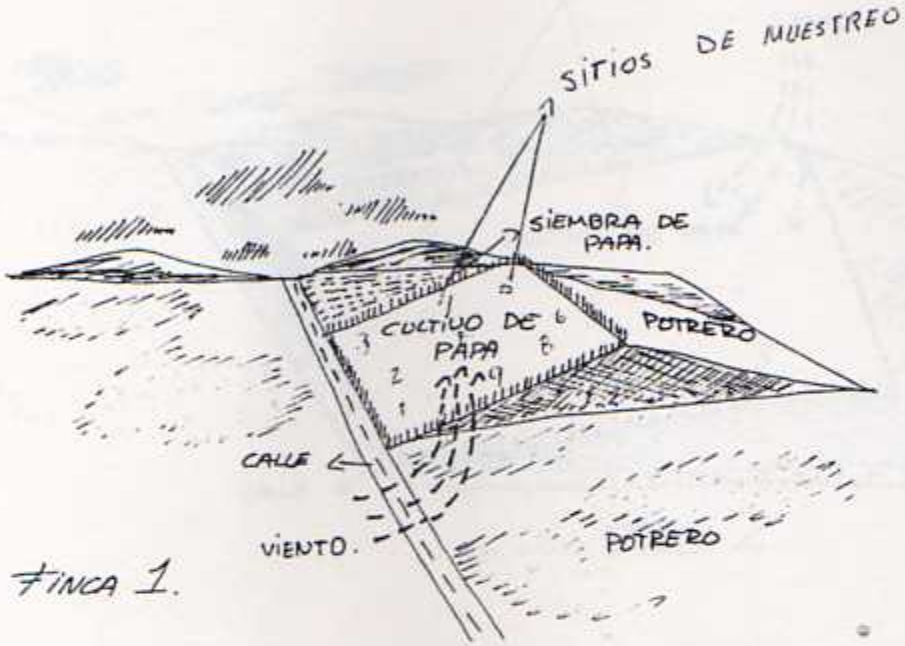


Figura 5: Finca 1, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Cot de Oreamuno, Cartago. 1990.

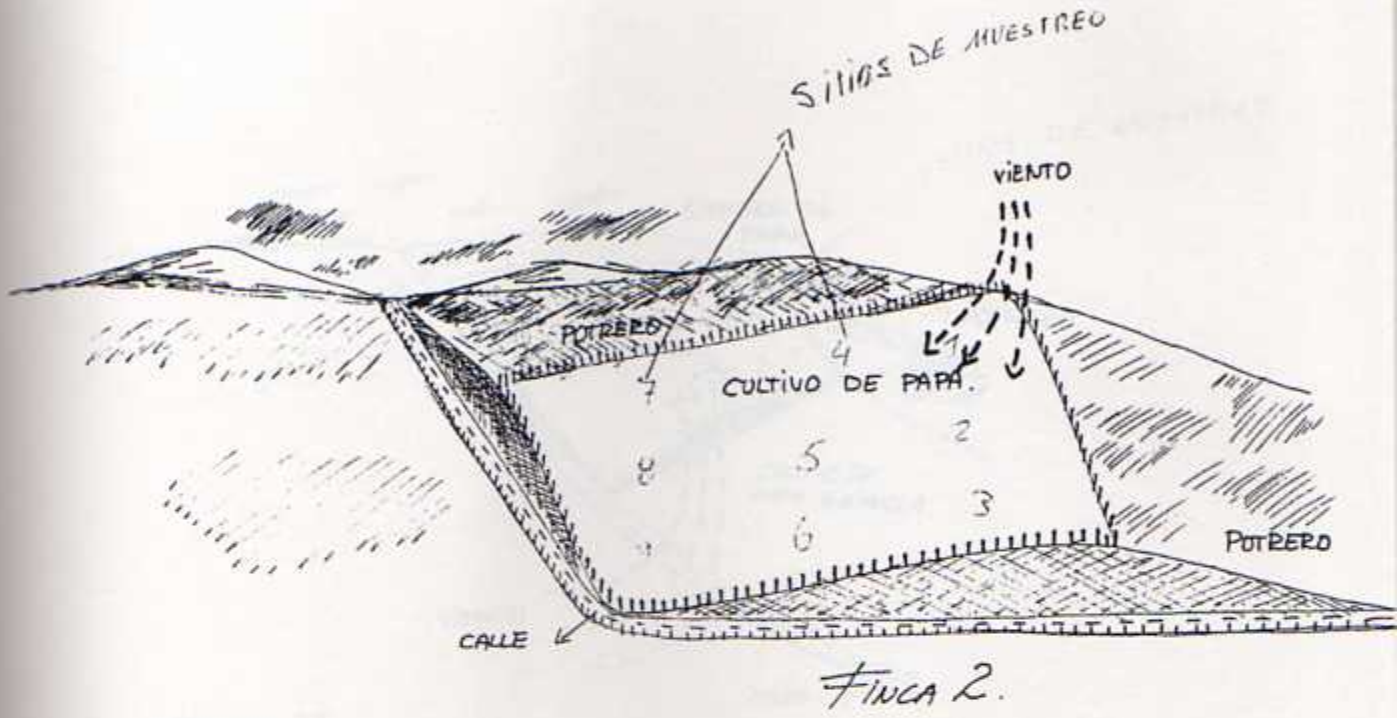


Figura 6: Finca 2, donde se anotan los circunvecinos al cultivo y la dirección del viento. Potrero Cerrado, Cartago. 1990.

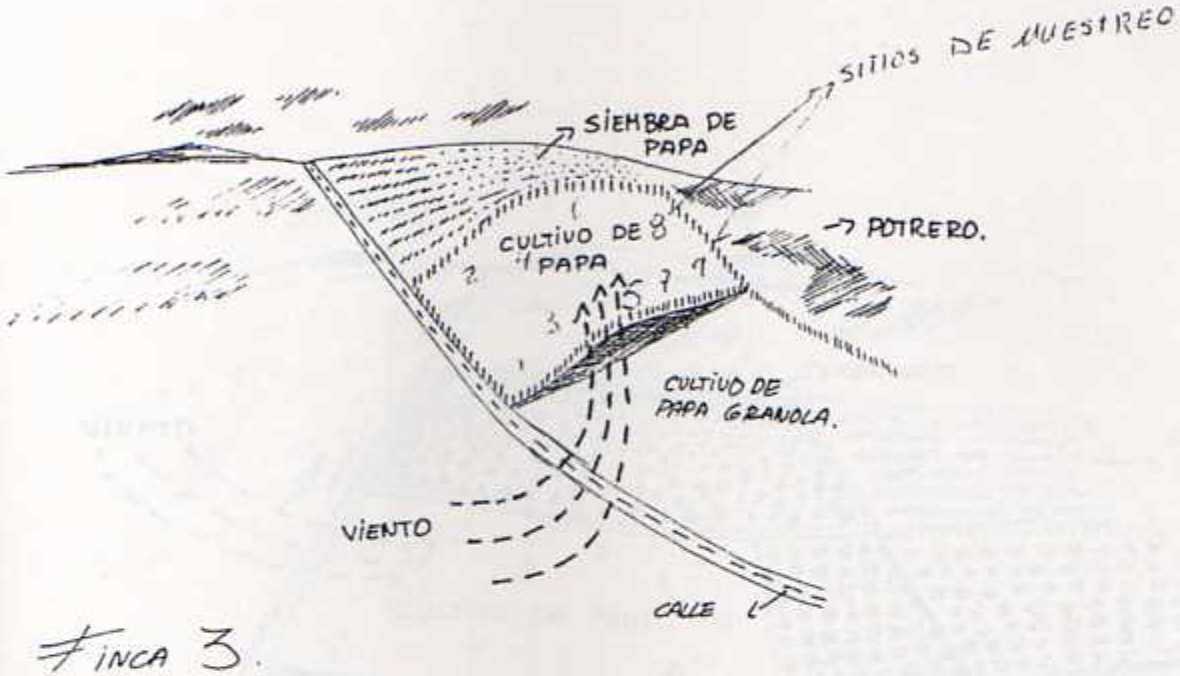


Figura 7: Finca 3, donde se muestran los circunvecinos del cultivo y la dirección del viento. Cercanías de la Estación Carlos Durán. Cartago. 1990.

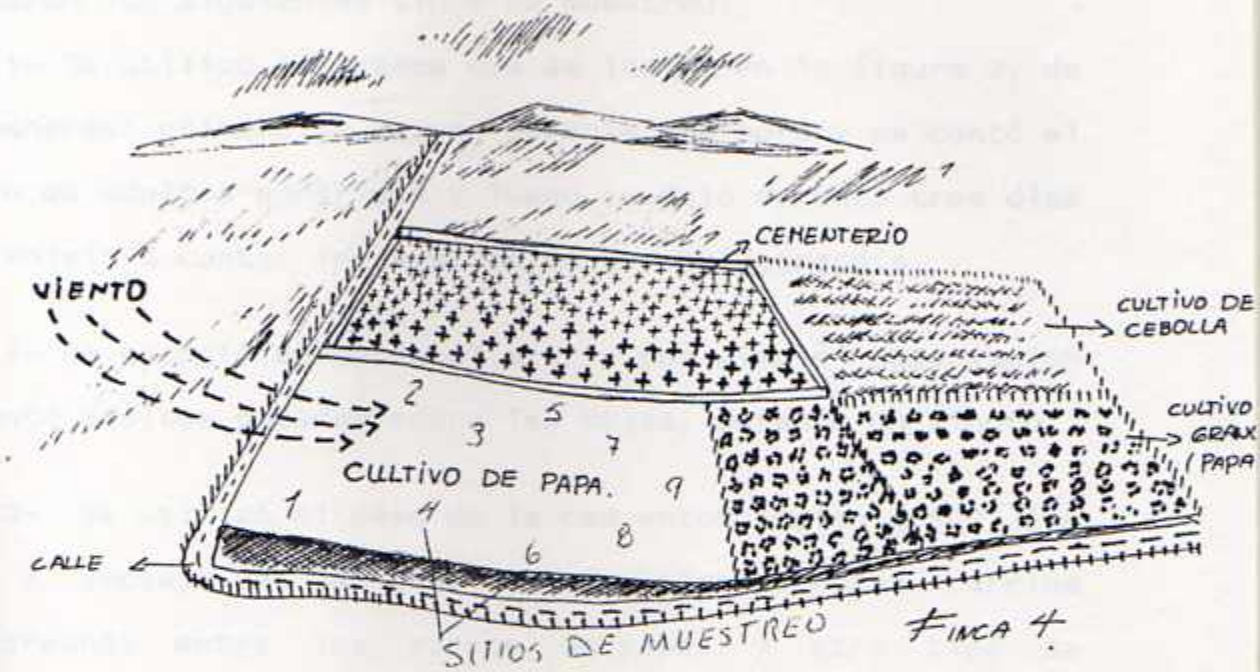


Figura 8: Finca 4, donde se muestran los circunvecinos del cultivo y la dirección del viento. Tierra Blanca de Cartago. 1990.

En este trabajo se determinó en cada una de las fincas, la disposición espacial de la mosca minadora, se dividieron en nueve sitios equidistantes de muestreo. En cada punto se evaluaron los siguientes tipos de muestreo:

1- Se utilizó la trampa que se indica en la figura 3, de dos maneras: primero se expuso durante una hora y se contó el número de adultos adheridos y luego se dejó durante tres días y se volvió a contar los adultos de L. huidobrensis.

2- Se escogió un surco al azar y por simple observación se contó adultos posados sobre las hojas, durante un minuto.

3- Se utilizó el pase de la red entomológica a 90º (se paso 3 veces) de la base de la planta hacia arriba (muestreando entre los surcos de papa) y otro tipo de muestreo fue con la red a 180º (pasandola 3 veces) sobre el cultivo.

3.4) ACTIVIDAD DE Liriomyza huidobrensis (Blanchard) DE ACUERDO A LAS DIVERSAS HORAS DEL DIA Y LA FENOLOGIA DEL CULTIVO DE PAPA

Se realizaron *observaciones de* la actividad de Liriomyza cada 15 días en la misma parcela mencionada en el punto 3.2 ubicada en la Estación Carlos Durán. D*esde las 6 a.m hasta las 6 p.m.*, durante un ciclo del cultivo de la papa Solanum tuberosum. De*l 13* de setiembre hasta noviembre de 1990.

La actividad de la mosca fue evaluada con todas las trampas que se tenían en estudio, y se contó los adultos capturados de la mosca minadora con cada una de las trampas. Además se señaló los eventos importantes en el desarrollo del cultivo de papa, que son de emergencia hasta inicio de floración (0-60 días), de prefloración hasta floración completa (60-75 días) y de floración completa a cosecha (75 - 90 días).

Se repitió el estudio de muestrear adultos de la mosca minadora con trampas amarillas solamente, de setiembre a noviembre de 1991, en la finca ubicada 200 metros al norte de la Estación Carlos Durán. Esto con el fin de comparar el comportamiento de la población de Liriomyza en los mismos meses del estudio anterior, en un ciclo de cultivo en los tres eventos del cultivo de papa más importantes: emergencia - prefloración, prefloración - floración y floración - cosecha.

3.5) RELACIONES ENTRE PUNCIONES Y MUESTREO DE ADULTOS

La primera parte de la relación entre punciones y muestreo de adultos se llevó a cabo en la Estación Carlos Durán, en los días y horas descritos en el punto 3.4. En esta parte se quería averiguar como era el ataque de la mosca en forma vertical en la planta de papa, de tal manera que

permitiera averiguar la hoja más atacada, el estrato que pertenecía y los foliolos donde se presentaba la mayor cantidad de punciones.

Se escogió una planta al azar, luego se arrancaba dicha planta para realizar el conteo.

Esta labor se realizaba cada quince días, se contó el número de punciones y minas de cada uno de los foliolos de toda la planta, diámetro y longitud de los tubérculos y número de ellos (figura 18).

A cada una de las plantas, en cada una de las hojas, se contó los foliolos, él número de punciones tanto de alimentación como de oviposición y el número de minas. Se anotó en detalle el número de punciones y minas de la segunda planta, para observar la distribución que tienen las punciones y minas entre los foliolos, al resto de las plantas solamente se anotó el total de punciones y minas.

La segunda parte de esta investigación se evaluó en finca localizada 200 metros al norte de la Estación Carlos Durán, en el cantón de Tierra Blanca, Cartago (figura 9).

Se escogieron 33 sitios de muestreo ubicados de tal manera que cubrieran toda la superficie de la finca. Se trabajó desde las 7 a.m. hasta las 2 p.m. De setiembre a

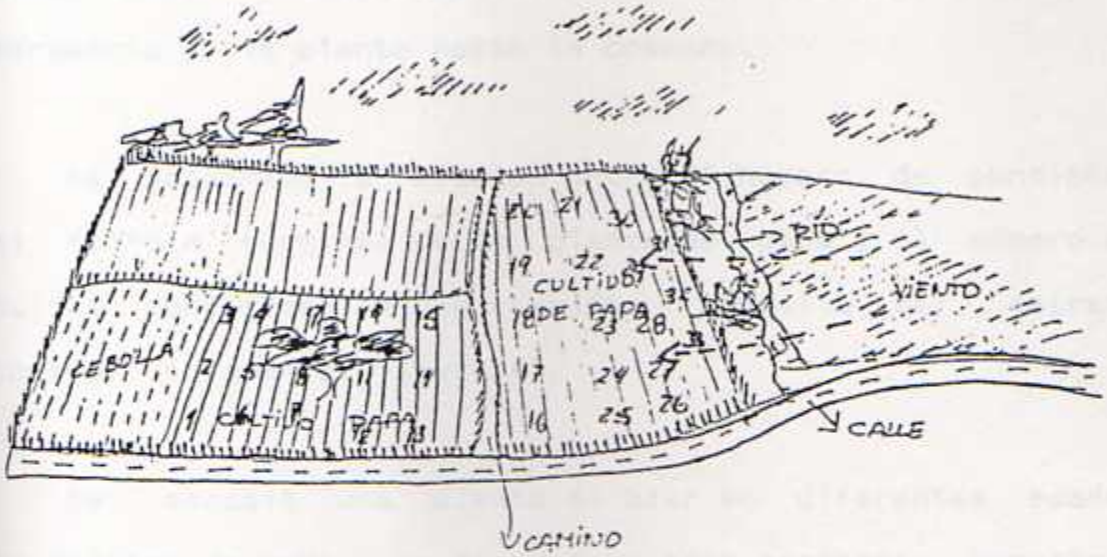


Figura 9: Finca donde se realizo el estudio de la relación entre punciones y muestreo de adultos de L. huidobrensis, 200 norte de la Estación Carlos Durán, Cartago. 1991.

noviembre de 1991 y las evaluaciones se realizaron cada quince días durante todo el ciclo del cultivo, desde la emergencia de la planta hasta la cosecha.

Se determinó la relación entre el número de punciones del foliolo terminal de la planta de papa y el número de adultos adheridos en la tarjeta amarilla del estrato superior solamente (figura 4).

Se escogió una planta al azar en diferentes edades del cultivo de papa y se dividió en tres estratos: superior, medio y bajo, esto con el fin de establecer el sitio donde más tiempo pasa la mosca posada. A cada una de las hojas se escogió el foliolo terminal, no sólo por estar más expuesto, sino también por mayor facilidad a la hora de evaluar. Se contó las punciones y las minas y se colocó a la par de esta planta la trampa de la tarjeta en el estrato superior.

3.6) ESTUDIOS DE DINAMICA POBLACIONAL

Los estudios de dinámica poblacional fueron realizados en la finca mencionada en el punto 3.4) en los días y horas ahí descritos, en el mismo punto donde se ubicaron la trampa, los datos para este estudio se tomaron de la información obtenida del punto 3.5.

Para efectos de este estudio se dividió el cultivo de papa en cinco eventos importantes, que fueron emergencia (0 -30 días), aporca (40 días), tuberización (60 días), Floración (60-75 días) y Cosecha (90 días).

3.7 RELACION ENTRE EL DAÑO DE L. huidobrensis Y LA PERDIDA FOLIAR DE LA PAPA.

En la finca localizada 200 norte de la Estación Carlos Durán se hizo el estudio de distribución del daño vertical a la planta de papa, la cual fue dividida en tres tercios (arriba, medio y abajo), en cada uno de los tercios se escogió tres hojas al azar y al foliolo terminal se le contó el número de punciones y el número de minas.

Si la cantidad de punciones era muy alto, se contó hasta un máximo de 500 punciones; en el caso de las minas se contó todas las minas. Todos estos conteos se hicieron en forma visual en el campo, dado que es más fácil y se hace en menos tiempo.

Este método ya fue probado también por Schuster y Beck (1983) . Los autores lo recomiendan porque se puede usar a nivel comercial en áreas extensivas de terreno. *Con esto se pretende* determinar *posibles niveles de grado de daño.*

Para determinar el porcentaje de infestación relativa de esta plaga, los técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería la cuantifican por simple observación de las hojas. Obtienen los datos de la planta en términos de porcentaje, como muy dañada (muchas minas con un 100% de daño), más o menos dañada (pocas minas con un daño del 75%), medianamente dañadas (muchas punciones y casi nada de minas 50% de daño) y poco daño con (pocas punciones 25% de daño), representadas en dibujo por Segura (1991).

Al considerar que la escala no se ajustaba a las necesidades de esta investigación, puesto que su rango no estimaba otras situaciones de daño, se amplió la escala de grados de daño hasta siete, cuantificándose para cada grado lo que representaba en número de punciones y de minas.

Debido a que el daño de este insecto se refleja en pérdida de área foliar, se preparó una escala de evaluación para éste en cada uno de los grados y se cuantificó cuanto representaba esto en pérdida de área foliar.

Se escogieron 80 hojas tanto del trifolio terminal como de la parte media y baja de la planta de papa, con diferentes categorías de daño no sólo en el número de punciones, sino en el número de minas. Para medir el área foliar de la hoja se utilizó un medidor de área foliar (Area Meter, Model Li-3000).

Luego por medio de un Estereo Wild M3B se midió el diámetro de las punciones en unidades, las cuales se convirtieron por medio de un (Micrometer 2mm Div. into. Unit of 0.01 MM American Optical Company Buffalo N.Y.) en milímetros, para calcular el área de cada una de la punciones, y poder calcular la pérdida foliar.

Para el cálculo del Porcentaje de Pérdida del Area Foliar, se escogio el foliolo terminal de una hoja de papa, se midio su área (considerando máximos, mínimos y promedio), se cuenta el número de punciones (hasta un máximo de 500, por la gran cantidad de ellas y la dificultad de contarlas) y suma el número de minas total.

$$(\% \text{ pérdida de área foliar}) = \frac{A + B \times 100\%}{C}$$

A= número de punciones x (área prom.de punción)

B= número de minas x (área prom. de área de mina)

C= área del foliolo

3.8) ANALISIS DE DATOS

DISPOSICION ESPACIAL

Los índices de agregación utilizados en este estudio, se presentan en los cuadros 1 y 2 .

Cuadro 1: Indices de agregación y valores que toman bajo tres tipos diferentes de disposición espacial (López, 1986).

Indice	Fórmula		Disposición Espacial Regular	Aleatoria	Agregada
s^2/m		Pielou (1960)	<1	1	>1
K	$m^2/(s^2-m)$	Waters (1959)	<0	>8	0-8
I_δ	$n(\Sigma x^2-N)/N^2-N$	Morisita(1962)	<1	1	>1
Cx	$(s^2/m)-1/N-1$	Green (1966)	<0	0	1

m = densidad media
s^2 = varianza muestral.
N = total de individuos.

Cuadro 2: Valores de los índices α y β del modelo de regresiónde Iwao: $m^*=\alpha=\beta m$, según el patrón espacial de Disposición Subyacente (Iwao, 1968), López, 1986).

Disposición espacial			α^1	β^2
1. Aleatoria			0	1
2. Agregada:				
Grupos de individuos distribuidos al azar.			>0	1
Grupos de individuos distribuidos agregadamente.			>0	>1
Individuos distribuidos agregadamente.			0	>1
s^2/m	Pielou (1960)	<1	1	>1
K m /s -m)	Waters (1959)	<0	>8	0-8
I n(				
3. Regular			<0	<1
4. Regular a bajas densidades y agregada altas densidades.			<0	>1

1- α es el componente de Contagio Básico, índice que a bajas densidades, en promedio α = 1 los individuos viven juntos en la misma unidad de muestreo.

2- β es el coeficiente de densidad de contagio, indica como se distribuyen los individuos o grupos de individuos en su unidad de muestreo conforme cambia la densidad.

Para determinar el método de muestreo más adecuado, la actividad de la mosca minadora y las horas y fechas de mayor abundancia de esta especie se hizo un análisis de variación y la prueba de Tukey en los casos necesarios; se calculó la mediana, desviación standar, coeficiente de variación (en donde se consideran excelentes si es menor de un 5%, muy bueno si se encuentra entre un 5% y un 10%, aceptable si en menor de un 25%) precisión y correlaciones. Además se hicieron los cálculos de los índices de agregación.

Para la relación entre los distintos tipos de muestreo que se usaron, se utilizó las correlaciones de Spearman, el análisis estadístico fue realizado con el programa MSTAT y Statistix, excepto los valores de los índices de agregación, que se obtuvo en forma manual.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 IDENTIFICACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA

Los resultados taxonómicos indican que la especie que se presentó fue Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera: Agromyzidae).

4.2 ACTIVIDAD DE Liriomyza huidobrensis A LAS DIVERSAS HORAS DEL DIA Y TIPOS DE MUESTREO EN RELACION A LA FENOLOGIA DEL CULTIVO DE PAPA

En el cuadro 1A se dan los resultados del coeficiente y variación y la variación relativa, donde se demuestra que hay diferencias en la captura de adultos de L. huidobrensis entre las trampas.

Considerando que hubo diferencias significativas en los análisis se determinó realizar la prueba de Tukey (cuadro 2A) con el fin de saber cual trampa tuvo la mayor captura de adultos de L. huidobrensis; a cual hora u horas se dio esa mayor captura y en cual de los períodos estudiados se da esa mayor población.

Considerando que en el estudio del ciclo del cultivo de papa, se dieron tres etapas muy marcadas, se realizo la prueba del coeficiente de variación y la variación relativa,

en las tres etapas por separado en cada una de las trampas.

I ETAPA: EMERGENCIA A PREFLORACION (PRIMEROS 60 DIAS)

En el caso de la red entomológica 180º y 90º, el conteo por minuto y la trampa de galón, los resultados en esta etapa se encuentran en el (cuadro 1A), las trampas son aceptables, ya que en el porcentaje de aprobación (descrito en análisis de datos) para el uso de estas trampas, se encuentran en el rango de excelente en el caso del coeficiente de variación y los valores de la variación relativa fueron muy bajos.

La red entomológica a 90º fue la que obtuvo el valor más bajo, esta trampa captura los insectos que se encuentran en dos actividades distintas, como son los que se encuentran posados en las hojas de la planta de papa y los que sobrevuelan en forma vertical a la planta; también debe notarse en el cuadro 1A que el promedio mayor de captura de adultos, se da con esta trampa.

En segundo término se encuentra la red 180º, que captura aquellos insectos que sobrevuelan y se encuentran posados sobre la parte superior de la planta y es el segundo en mayor captura promedio de adultos de la mosca minadora.

En tercera posición se encuentran el conteo por minuto,

(que son aquellos insectos que se encuentran posados sobre las hojas) y la trampa de galón (que captura a los insectos que logra atraer), ambos tienen también el mismo promedio en captura de moscas (cuadro 1A).

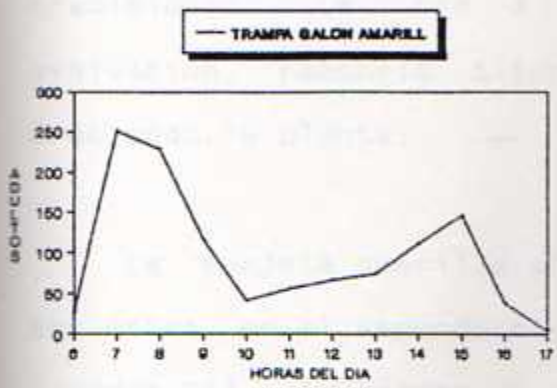
En el conteo por minuto L. huidobrensis (figura 10b), el insecto tiende a tener un comportamiento parecido a los cambios de temperatura (figura 10c).

La actividad de la mosca con la trampa amarilla disminuye cuando la temperatura es alta (más de 24ºC) figura 10a, en este tipo de trampa se mostró la mayor actividad de 7 a 8 de la mañana y a las 16 horas del día.

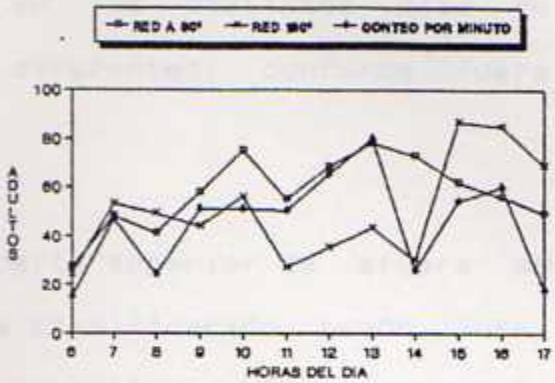
En el caso de la trampa de tarjetas amarillas afuera en la parte superior de la planta, con esta misma prueba del coeficiente de variación, dio como resultado que puede aceptarse como trampa para la captura de Liriomyza. No así las trampas de tarjetas amarillas en la parte media y baja de afuera y la trampa de tarjetas adentro en los tres niveles, los resultados dieron que no son aceptables estas trampas.

En el rango de clasificación de la prueba de Tukey (cuadro 2A), se encontro que en este mismo periódo la red entomológica a 180º se encuentra en el primer nivel de clasificación, es posible que esta diferencia en la

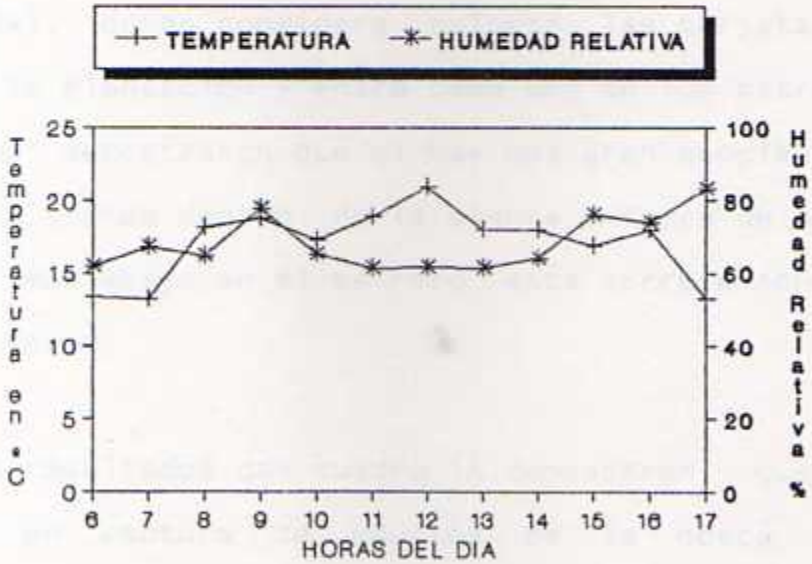
PERIODO DE EMERGENCIA - PREFLORACION (primeros 60 días)



10A



10B



10C

Figura 10: a-Captura de L. huidobrensis con trampa galón amarillo. b- Métodos de muestreo red 90º,red 180º, conteo por minuto, c- Temperatura y Humedad Relativa. Estación Carlos Durán. Cartago. 1990.

clasificación de trampas con respecto al coeficiente de variación, donde la red a 90º esta en primer término, se deba a que en esta parte del periódo las plantas estan en continuo crecimiento. La red a 90º en los distintos días de evaluación, recorria alturas diferentes, conforme fuera creciendo la planta.

La tarjeta amarilla en la parte superior de afuera se encuentra en el segundo nivel de clasificación según Tukey (cuadro 2A) y la trampa de galón amarillo en el tercer nivel.

Con la trampa de tarjetas amarillas se evaluaron tres estratros, se realizo el análisis de correlación de Sperman (cuadro 3A), donde considera colocar las tarjetas dentro o fuera de la plantación y entre cada uno de los estratos, los resultados demostraron que si hay una gran asociación entre colocar la trampa dentro de la planta o fuera de ella, y que conforme más abajo en el estrato esta correlación presenta un valor menor.

Los resultados del cuadro 1A demuestran, que el número promedio en captura de adultos de la mosca minadora, considerando solo las trampas de tarjetas amarillas, es en la parte de arriba donde se capturó el mayor número de adultos.

Es posible que esto se deba a que la intensidad de luz varía en forma vertical en la planta de papa y que este

factor haga que el adulto de L. huidobrensis busque el estrato superior. Además es en la parte superior de la planta, donde se tiene el tejido más nuevo que resulta más atractivo para el adulto de L. huidobrensis. Gunter (1988) indica que para L. trifolii las hojas jovenes son preferidas para alimentación y hojas mayores para oviposición.

La temperatura es otro factor importante en la actividad de los adultos de la mosca minadora. Para determinar si la temperatura tenía alguna influencia en la captura de moscas con las distintas trampas, se realizo un análisis de variación (cuadro 4A) donde se encontraro que las trampas tuvieron resultados altamente significativas.

La figura 10c muestra que al ir aumentando la temperatura, la captura en las trampas aumentan también, hasta las 8 a.m.; de aqui en adelante hay cambios de temperatura, situación que se da también con la red 180Ω, 90Ω y conteo por minuto.

Con la trampa amarilla tanto tarjetas como galón, se observan cambios bruscos en la captura de adultos de Liriomyza.

Se mostro en el (cuadro 4A) que la temperatura tiene influencia con las trampas, y en la figura 10b se muestra como se da esta influencia con la trampa de la red

entomológica a 90Ω y 180Ω donde se observa un oscilamiento parecido con la captura de las moscas y los cambios de temperatura, en el cuadro 1A el coeficiente de variación de estos dos métodos son los más bajos por lo tanto parecen ser los mejores métodos en este periódo. En el cuadro 2A se da en el rango de mayor a menor captura y la red 180Ω en este periódo, esta en segunda posición.

Se observó la mayor captura de las moscas, en las tarjetas amarillas ubicadas en la parte superior (figura 11), principalmente con la tarjeta adentro donde se da un pico de máxima actividad a las 8 a.m. y en los demás estratos las oscilaciones de captura a través del día son muy parecidos.

En este periódo las capturas promedios de todas las trampas son muy parecidas (cuadro 1A).

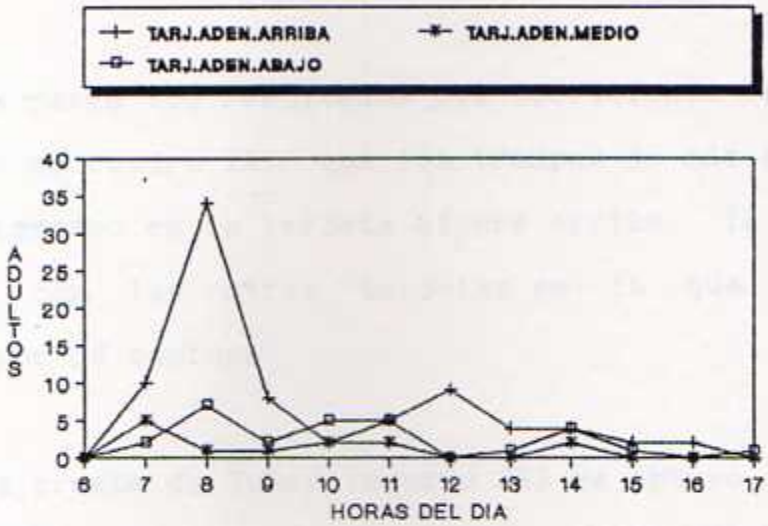
Con la humedad relativa (figura 10c), la correlación con la temperatura es alta pero negativa sucediendo que cuando la temperatura sube, la humedad es baja.

II ETAPA: PREFLORACION A FLORACION (60 - 75 DIAS)

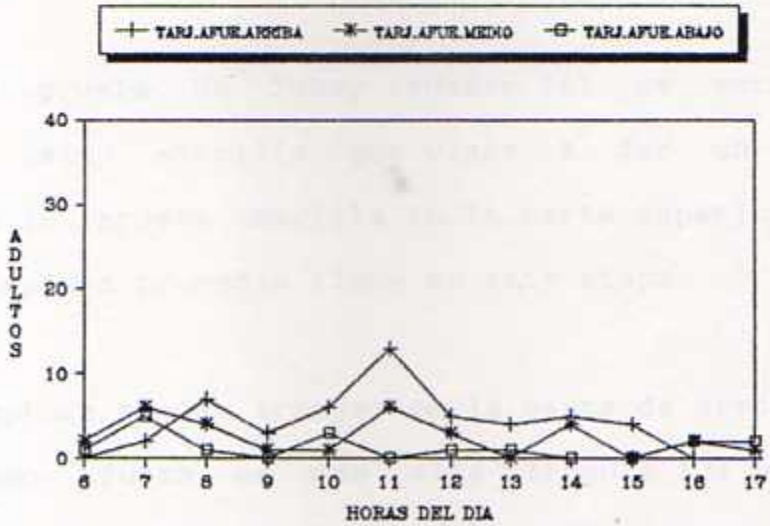
En este periódo se muestra la mayor captura de adultos de Liriomyza (cuadro 1A) con todas las trampas.

La plantación en este período mostró un gran

Periodo de Emergencia - Prefloracion (primeros 60 dias)



11a



11b

Figura 11: Captura de L. huidobrensis en trampa ubicada a tres niveles arriba, medio y abajo, en la planta de papa. a-adentro y b-afuera. Estac. Carlos Duran, Cartago. 1990.

deterioro por el ataque no sólo de L. huidobrensis, sino también por la infección del hongo Phytophthora infestans.

En esta parte los resultados del coeficiente de varición mostrados en el cuadro 1A, que las trampas de más aceptación en primer término es la tarjeta afuera arriba, la cual en comparación con las otras tarjetas es la que tiene el promedio mayor de captura.

Con la prueba de Tukey (cuadro 2A) se obtuvo que este periódo con las tarjetas a tres niveles, principalmente en la parte superior fue donde se dio la mayor captura, y que con las trampas amarillas en horas de la mañana (7,8 y 9) se dieron capturas altas, además con estas dos trampas se obtuvo el coeficiente de variación menor (cuadro 1A).

En la prueba de Tukey (cuadro 2A) se encuentra la trampa de galón amarillo que viene a dar un resultado parecido a la tarjeta amarilla en la parte superior y es la que mayor captura promedio tiene en esta etapa.

La captura en las trampas en la parte de arriba, tanto adentro como afuera es más alta (figura 13) y disminuye gradualmente hasta ser más baja en la parte inferior. Esto se debe principalmente a que las hojas en el nivel inferior, están sumamente atacadas por el hongo y las hojas superiores son más nuevas y sanas, es donde se presenta la mayor

luminosidad.

Siguiendo de mayor a menor aceptación de las trampas se encuentran tarjeta afuera arriba, red 90Ω, 180Ω, conteo por minuto y tarjeta adentro medio y afuera medio.

La red 180Ω (figura 12b) la trayectoria de la curva a travéz del día es muy parecida con la curva de la temperatura (figura 12c).

En el caso de la red 90Ω la curva lleva oscilaciones cortas a travéz de todo el día (figura 12b).

En el conteo por minuto (figura 12b) se da una captura máxima a las 7 de la mañana y baja gradualmente para mantener más o menos constante el resto del día.

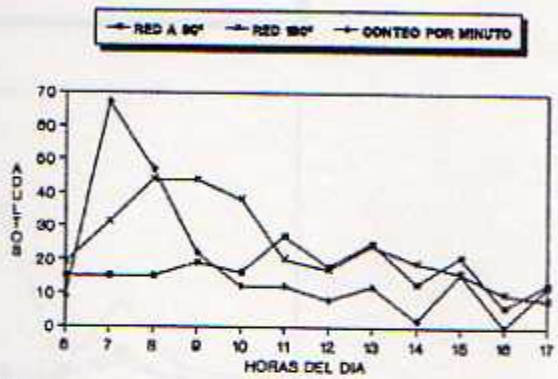
En ésta etapa las trampas que no son aceptables son la de tarjeta abajo tanto adentro como afuera (cuadro 1A).

Con la prueba de Tukey cuadro 2A, el resultado muestra que en esta parte del cultivo la trampa de tarjetas amarillas afuera se encuentra en el primer nivel y la red 90Ω y 180Ω en el segundo y tercer nivel respectivamente.

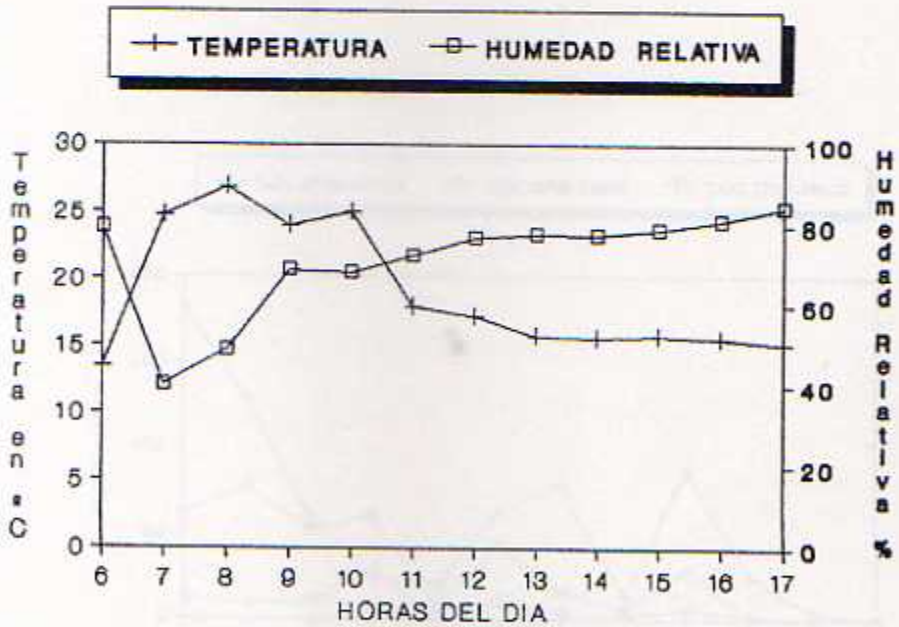
Con respecto a los cambios en la temperatura se

Periodo de prefloración - floración (60-75 días)

12a



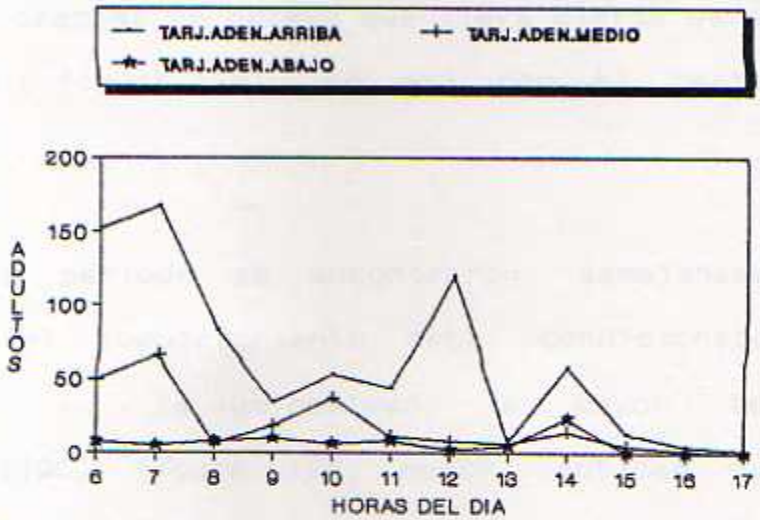
12b



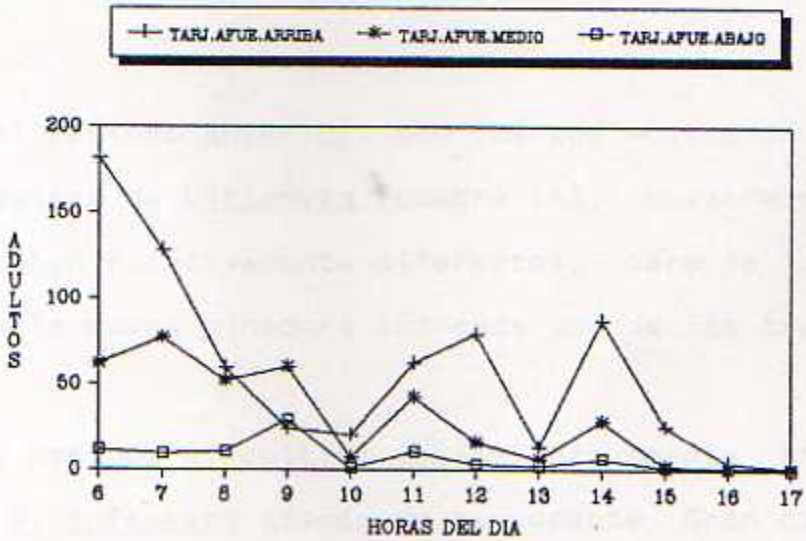
12c

Figura 12: a- Captura de <u>L. huidobrensis</u> en trampa galón amarillo b- Métodos de muestreo red 90°,180° y conteo por minuto c- temperatura en °C y humedad relativa. Estac. Car-

Periodo de prefloracion - floracion (60-75 dias)



13a



13b

Figura 13: Captura de L. huidobrensis en trampas ubicadas a tres niveles arriba, medio y abajo en la planta de papa. a-adentro y b-afuera. Estac. Carlos Duran.Cartago. 1990.

encontraron diferencias de la temperatura mínima a la máxima de 14ºC. Al ser comparadas la curva de la temperatura (figura 12c) con las trampas se obseva que lleva cierta semejanza con la red 180º (figura 12b), no así con el resto de las trampas.

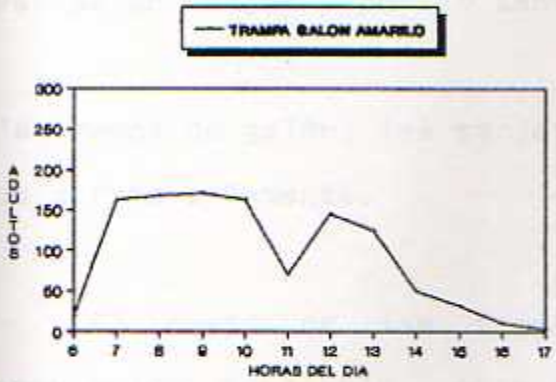
En este período se encontraron semejanzas con el anterior, el comportamiento está condicionado con la temperatura y la luminosidad, a mayor temperatura (cerca de 25ºC) figura 12c, mayor cantidad de adultos posados en la planta (figura 12b) en proporción con la captura de la trampa de galón (figura 12a).

III ETAPA: FLORACION A COSECHA (75 - 90 DIAS)

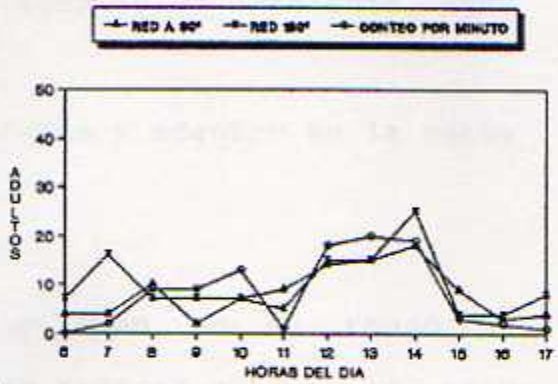
Este y el periódo anterior, son los que mostraron mayor captura de adultos de Liriomyza (cuadro 1A), muestra que los periódos son significativamente diferentes, para la captura de adultos de la mosca minadora con cada una de las trampas.

En este período el cultivo estaba gravemente afectado por el hongo P. infestans además de senescente. Gran cantidad de plantas estaban caídas, ya la captura con red a 180º, 90º y conteo por minuto se disminuyo (figura 14b), porque existía muy poco tejido vivo, el cultivo tenía dos meses, y

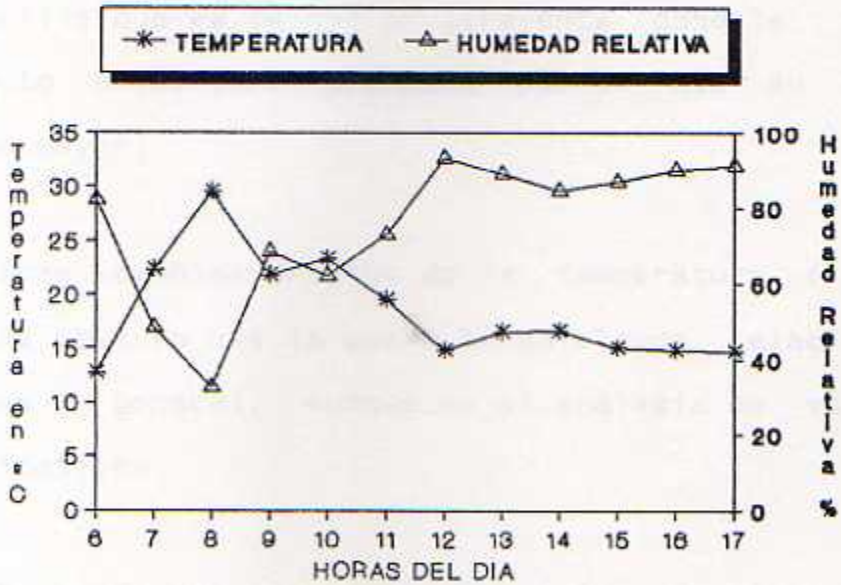
Periodo de floración - cosecha (75 - 90 días)



14c



14b



14c

Figura 14: a-Captura de <u>L. huidobrensis</u> con trampa de galón amarillo b- Métodos de muestreo red 90°,180° y conteo por minuto c- temperatura en °C y humedad relativa. Estac. Carlos Durán, Cartago. 1990.

medio.

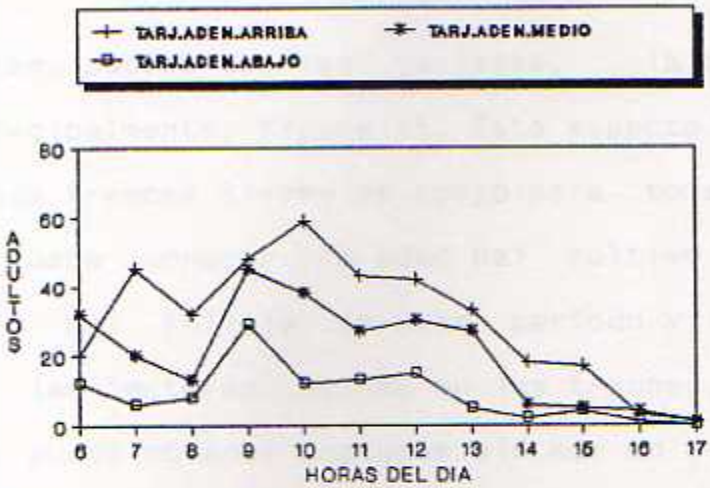
En esta etapa se dan valores del coeficiente de variación bajos y por lo tanto de aceptación excelente, para la trampa de galón, las tarjetas afuera y adentro en la parte de arriba solamente.

El resto de las trampas no caen en el rango de aceptación confiable, esto prodría deberse a que en este periódo, la mayoría de las plantas estan atacadas por hongos y/o senecentes, no existe substrato donde la mosca pueda posarse, por lo tanto hay mayor exposición de la trampa de galón amarilla que es de por si atrayente dandole ventaja con respecto a las demás trampas, por lo que su captura promedio es mayor.

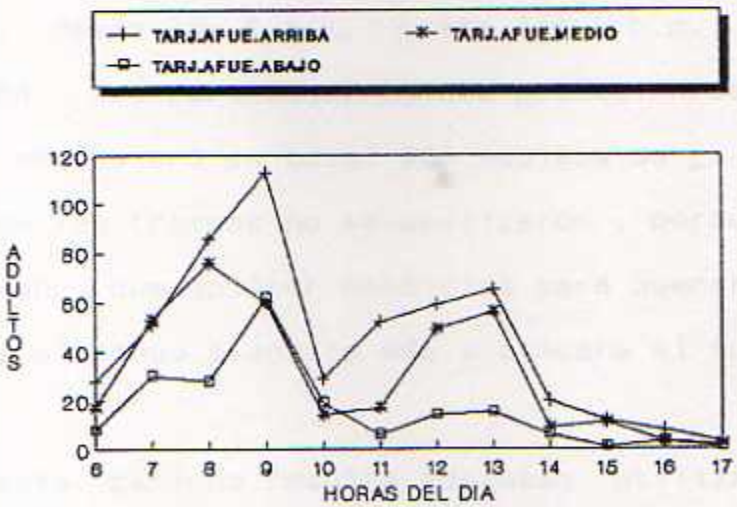
Al darse cambios bruscos de la temperatura (figura 14c), no se observa que la curva tenga alguna relación con las trampas en general, aunque en el análisis de variación dio significativo.

A pesar de que las temperaturas fueron altas figura 14c, siempre hubo población en el lugar puesto que siempre encontrará la mosca un nicho donde ocultarse y posarse y además encontrar también parte de su alimentación. La captura en la trampa es alta, o sea hay

Periodo de floracion a cosecha (75 - 90 dias)



15a



15b

Figura 15: Captura de Liriomyza en trampa ubicada a tres niveles arriba, medio y abajo en la planta de papa. a-adentro y b- afuera. Estac. Carlos Duran. Cartago. 1990.

todavía mucha actividad principalmente por el hecho de que no existe substrato donde posarse figura 14a.

Lo mismo sucede con las tarjetas, la captura es alta arriba principalmente, figura 15. Este aspecto es importante ya que las trampas sirven de apoyo para tomar decisiones, pero se debe conocer la edad del cultivo y saber la importancia del follaje en ese período y no orientarse sólo por las lecturas hechas en las trampas, para que en éstas se puede obtener capturas sin ser en ese momento la mosca minadora tan importante para el cultivo.

Quince días después se repitio las observaciones, el cultivo tenía 3 meses de sembrado, sólo se colocó la trampa de galón amarillo, por estar el cultivo sumamente destruido, desde las 6 a.m. hasta las 2 p.m., esta última observación, fue para saber cuanta población estaba todavía presente, se capturó en total 365 adultos de L. huidobrensis, el resto de las trampas no se utilizaron , porque ya no tenía sentido, hubo que aplicar herbicida para quemar el cultivo y evitar que el hongo avanzara más y atacara el tubérculo.

En este período resulta adecuado utilizar una gran cantidad de trampas de galón de color amarillo, para realizar una captura masiva y disminuir la población relativa presente para evitar un foco de infección no solo para el mismo agricultor, ya que si decide sembrar nuevamente

papa en un lapso corto se perjudicaría y también por conciencia evitar migraciones de la mosca minadora a los campos vecinos.

Con la trampa de galón amarillo, la curva a travéz del día en los tres periódos es muy diferente, por ejemplo en la figura 10A a las 7 a.m. se da una captura muy alta de casi 250 individuos y otro pico importante es a las 15 horas con una captura de 150 individuos.

En el periódo de prefloración a floración la captura es mayor (figura 12a), la curva en la mañana es muy parecida al periódo anterior obteniendose una captura máxima a las 7 a.m. de 250 individuos, inclusive a las 10 a.m. en ambos periódos se muestra la menor captura, pero hacia el medio día en este parte se nota un pequeño pico de actividad capturandose aproximadamente 150 individuos, sigue en aumento hasta las 14 horas donde se da la máxima captura de este periódo de 269 individuos .

En el último periódo (figura 14a)se da nuevamente una alta actividad en horas de la mañana, capturandose aproximadamente 165 individuos a las 7 a las 8 a las 9 y 10; y un segundo pico a las 12 de 146 individuos y luego disminuye poco a poco en el transcurso de la tarde.

Las tarjetas amarillas adentro arriba (figura 11,13), en

el primer y segundo periódo tienen un comportamiento parecido a la trampa de galón, los otros dos estratos no muestran grandes diferencias. En el último periódo es en tarjetas afuera arriba la que toma las caracteristicas de la curva a la trampa galón, las tarjetas adentro tiene otras oscilaciones.

Con las trampas de la red 180º y 90º no muestra en todo el ciclo picos importantes en el transcurso del día, se dan pequeñas curvas a travéz de todo el día.

Lo mismo sucede con el conteo por minuto con la diferencia que en el periódo de prefloración a floración, muestra un pico muy pronunciado a la 7 a.m. para luego seguir con pequeñas curvas.

Al capturar moscas minadoras con estas trampas, cada una ayuda a predecir comportamientos particulares del insecto, en algún momento dado. Por ejemplo con la red 180º, se capturan moscas que se encuentran posadas y sobrevolando el cultivo ya que la red se desplaza por encima de la planta.

Con la red 90º se captura moscas desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta.

Con las tarjetas amarillas a tres niveles, tanto la que

se encuentra adentro (a la par de la planta), como la que se encuentra afuera (en el surco), al ser atrayente, ayudara a predecir cual es el comportamiento de la mosca en forma vertical y determinar el estrato donde ella permanece más tiempo.

Por último con la trampa de galón plástico amarillo, al ser el amarillo atrayente para la mosca minadora, como ha sido probado por otros investigadores, como Parrella y Jones (1985) y Chandler (1985), da un indicio para determinar si hay moscas en la plantación y en que cantidad se encuentra presente.

Por lo tanto se consideran que todas las trampas aqui estudiadas pueden ser usadas para el monitorio de la mosca minadora y que cada una de estas trampas según sea el estado vegetativo del cultivo, pueden capturar en mayor o menor medida este insecto y pueden ayudar a predecir la actividad del insecto en el ciclo del cultivo.

Chandler (1985) y Rodríguez, et al. (1990) trabajaron con la trampa pegajosa de galón amarillo, confirman que la mosca minadora parece tener dos momentos importantes de actividad, en la mañana de 6 a.m. hasta las 9.30 a.m. y en la tarde de 2 p.m. hasta aproximadamente las 5 p.m., esta información resulta de suma importancia, porque permite programar la hora para la aplicación de los químicos cuando sea necesario e informar al agricultor de estos momentos de

máxima actividad, para que la aplicación del químico sea totalmente aprovechada y se logre un máximo de mortalidad de adultos de la mosca.

Chandler (1985) trabajo en el cultivo de pimienta midiendo la actividad de vuelo de L. trifolii con la trampa amarilla a varios niveles del suelo, midió la intesidad solar y concluyó que un rango de 1.0-90.0 mW/cm², que corresponde al período de horas que señalan la actividad de la mosca minadora, en este rango de luminosidad y temperaturas de 20ºC a 25ºC, este insecto tiende a sobrevolar por el cultivo, y a temperaturas más altas, pareciera mantenerse más tiempo posada en la hoja tanto en la parte del haz cómo en el envés.

Vélez et al. (1980) manifiestan que a temperaturas de 26.7 ºC se da al máximo la oviposición y se da la mayor emergencia de adultos.

Se realizo una correlación de Spearman (cuadro 5A), para comparar si había relación entre los distintos tipos de muestreo probados en esta investigación y la Humedad Relativa, contra la trampa de galón plástico amarillo (figura 3).

Los resultados (cuadro 5A) muestran en cada una de las etapas estudiadas en esta investigación, que en la primera

parte desde la siembra hasta la floración, existe correlación de la trampa de galón con la red 180º, red 90º, conteo por minuto, tarjetas adentro (arriba y abajo), tarjetas afuera arriba, es >0.8 altamente significativo, lo mismo que con la humedad relativa. Pero la asociación de la trampa con tarjetas adentro medio y tarjetas afuera medio y abajo va siendo menor comparado con las anteriores

Por el contrario en las dos etapas siguientes prefloración a cosecha, las r disminuyen (cuadro 5A), con la red entomológica y el conteo por minuto, es posible que esto se deba a que en estos periódos las plantas se van poniendo senecentes sobre todo en el último periódo, ° estan sumamente atacadas por hongos y bacterias, esto hace que con la red entomológica la captura se más difícil, y con el conteo por minuto donde se cuentan adultos posados sobre las plantas, el conteo también se dificulte, ya que las moscas están más expuestas, la probabilidad en este caso no es significativa.

La correlación con la humedad relativa es negativa, r=-0.55 y -0.67 para los periódos de prefloración a cosecha, a mayor humedad relativa, menor captura en la trampa de galón.

Con las tarjetas amarillas la correlación (cuadro 5A) se mantiene, siendo un poco más bajo en los estratos inferiores.

Esta asociación podría deberse a que las tarjetas se encontraban muy cerca de la planta a tres niveles de altura sobre el suelo, factores importantes porque pudo haberse dado una mayor atracción del color amarillo, porque existe una menor distancia entre la planta y la tarjeta, situación ventajosa porque se puede cuantificar el comportamiento vertical del insecto durante el día, en relación a la planta de la papa.

En la mayoría de las ocasiones, se obtuvo una mayor correlación cuando las tarjetas se ubicaron en la parte superior de la planta de papa, es ésta la parte de la trampa que se relaciona con las trampas de galón amarillo, por lo tanto se puede colocar la tarjeta amarilla sólo en la parte superior, que da resultados semejantes al galón amarillo y más facilidad y exactitud para cuantificar (cuadro 5A).

La trampa pegajosa del galón amarillo tiene ciertos inconvenientes (los cuales se enumeran más adelante) que podrían disminuir la eficiencia de la trampa, si se expusiera por más de ocho días.

Esto lo corrobora un estudio realizado en las fincas de los agricultores en el punto 3.3, donde se evaluo la trampa el primero y tercer día. Se concluyó que 3 días de exposición de la trampa, podría ser el límite máximo, por las siguientes razones: las lluvias durante el tiempo que la trampa estuvo expuesta le van quitando efectividad a la

grasa. El viento acarrea mucho polvo, ensucia la trampa que afecta también a la grasa y con ello se disminuye la captura.

Si en el cultivo de papa las poblaciones de L. huidobrensis son muy altas, en pocos días el galón se satura de moscas capturadas, esta excesiva población hace el conteo sumamente difícil, por lo que es necesario hacer estimados de los adultos capturados y se dejan de capturar muchas moscas. Además semejante a la red entomológica, los cambios en la distribución vertical no son cuantificados.

Pero no obstante estas desventajas, y aunque la diferencia entre las trampas es altamente significativa, se considera que la trampa de galón amarillo es más práctica en su uso por las siguientes razones:

1- No es costosa.

2- Requiere de poco tiempo para colocarla.

3- La captura de moscas minadoras es bastante alta.

4- Se puede mantener en el lugar por varios días (con revisiones por lo menos cada 4 días), además comparado con el sistema visual, cuantifica los insectos presentes cuando el observador está ausente, se pueden colocar por toda el terreno.

5- Esta trampa ya ha sido estudiada y utilizada por una gran cantidad de investigadores como se indico anteriormente,

por tanto ayuda para comparar con los resultados de otros investigadores.

Por otra parte Zechnder y Trumble (1985), Chaves y Raman (1987), consideran que la trampa puede ser usada perfectamente para monitoreo de L. huidobrensis.

Por todas estas razones se considera que la trampa de galón amarillo, no sólo ayuda a monitorear la población, sino también en cultivos donde la población de la plaga no es muy alta, serviría también para capturar la mosca minadora ayudar a controlar que las poblaciones no lleguen a ser plaga, siendo un método que no tiene problemas de contaminación y barato.

Parrella (1984) indica que esta técnica es muy eficiente y puede predecir un problema potencial en el cultivo.

En el caso de las tarjetas amarillas a tres niveles, según los resultados del coeficiente de variación, es la parte superior la que sería aceptable, además de tener una alta asociación con la trampa de galón amarillo, por consiguiente cuenta con las mismas ventajas de la trampa de galón. Las otras posiciones de las tarjetas o sea en la parte media y baja resultan ventajosas porque se puede cuantificar el comportamiento vertical del insecto.

Con la red entomológica utilizada a travéz de todo el ciclo del cultivo de papa, pareciera reflejar como aumenta y disminuye la población de la mosca minadora y como su comportamiento en todo el día en las tres etapas es muy diferente, por ejemplo en la figura 10b, se muestra que el comportamiento del insecto a travéz del día tuvo altibajos, con capturas que fueron desde 18 hasta 75 adultos de la mosca.

En la figura 12b con la red 180Ω se da una gran actividad en la mañana hasta las 10 a.m. y luego baja, con la red 90Ω la captura fue oscilatoria fue desde 0 hasta 40.

Por último en la figura 14b hay cambios de captura a travéz de todo el día y la captura en esta etapa es muy baja, va desde 0 hasta 18 adultos de la mosca.

Por lo tanto se recomienda usarla para efectos de monitorio, ya que puede suministrar información valiosa sobre la actividad de la mosca minadora. Por razones prácticas, ésta trampa tiene ciertas desventajas con respecto a la trampa de galón amarillo, como son: es poco práctica, en el sentido de que tendría que contratarse una persona para que se dedique a esta labor, esto trae como consecuencia un gasto económico que habría que estudiar si vale la pena y la otra razón es que varía según la persona que la utilice.

4.3 PATRONES DE DISPOSICION ESPACIAL

Los resultados de los índices de agregación, cuadro 6A indican que los insectos se distribuyen en forma agregada con todos los métodos utilizados en esta investigación.

Este tipo de disposición se da cuando hay interacción entre los individuos, debido a su comportamiento natural y que va desde la siemple unión sexual, hasta la formación de colonias (Waters, 1959) y cuando hay oviposición en grupos (Bergman, Tollefson y Hinz, 1983) .

Se estudio si el factor viento, produce algún efecto en la disposición de las trampas, se hizo el análisis de variación y se encontro (cuadro 7A) que al considerar las fincas, las trampas y la intensidad de viento en forma individual o interaccionando unas con otros los resultados dan altamente significativos, o sea cada una de las trampas mostraron capturas diferentes según el lugar donde se trabajo, por consiguiente ya que cada finca representa una zona diferente cada trampa tendra efectos diferentes en cada uno de los lugares y los puntos donde se coloque.

Con el fin de determinar cual trampa tuvo la mayor captura en cada una de las fincas se realizo la prueba de Tukey (cuadro 8A) y se encontro que la finca de Tierra Blanca

y cerca de la Estac. Carlos Durán, fue donde se capturo mayor cantidad de moscas y que en la primera finca (Tierra Blanca) se logro con la trampa de la red 90º y el conteo por minuto y en la segunda finca se logro también con el conteo por minuto y la red a 180º.

También se realizo la prueba de Tukey para determinar cual finca y con que intensidad de viento fue donde hubo mayor captura de moscas y se encontro cuadro 8A que en la finca 4 de la zona de Tierra Blanca fue donde se conto la mayor captura de moscas donde la intensidad de viento era media y posteriormente con la intensidad alta. Luego en la finca 3 se encontró que se da una gran captura de moscas en las tres partes del campo, tanto donde llega el viento directamente o sea cerca de los bordes, como a mitad del campo y en el fondo del campo.

Se encontró que que en el caso de la FINCA 1 la intensidad del viento, con las trampas conteo por minuto y trampa de galón amarillo, que al irse alejando las trampas del lugar de mayor intensidad de viento, las trampas mostraron menor cantidad de adultos, en cuadro 9A se observa que los puntos 1, 2 y 9 que se encuentran más cerca de la entrada de viento son los que se encuentran en los bordes de la finca son los que dieron mayor número de adultos.

Con la red entomológica a 90º y 180º (cuadro 9A) se

observa que los puntos antes mencionados son los mayores en captura.

En la FINCA No.2 se cubre una mayor área cultivada con respecto a las demás fincas, los resultados muestran que las trampas (cuadro 10A) la captura de adultos fue ligeramente parecida en todos los puntos, excepto en la trampa de galón donde el punto 1 tubo la mayor captura y es donde precisamente se encuentra la entrada de viento de mayor intensidad.

Con la FINCA No. 3 con una área de media héctarea, un tiempo de siembra de dos meses y medio, en el (cuadro 11A) los resultados dieron que en los puntos 1,2 y 3, los cuales se encuentra en los bordes es donde entra el viento con mayor intensidad, la captura de adultos de la mosca minadora fue la más alta, en los tres puntos y con las trampas de conte por minuto, red 90º y trampa de galón amarillo.

Por último en la FINCA No. 4, con una área de 1 héctarea, tiempo de siembra tres meses, cuadro 12A los puntos 1,2 y 3 muestran la mayor captura.

Los resultados muestran que la trampa amarilla parece ser más afecta por el viento que el resto de las trampas, esto parece lógico puesto que esta trampa se coloca sobre

cultivo.

La información obtenida sugiere que se debe establecer algún tipo de barrera vegetal (de planta no hospedera), para disminuir el ingreso de Liriomyza al campo.

4.4 RELACION ENTRE PUNCIONES Y CAPTURA DE ADULTOS

En la figura 16 se muestra el detalle del número de punciones por hoja, de los cuatro tallos estudiados en detalle, de la segunda planta (con una edad de 45 días) del cultivo de papa en el ciclo de 1990. como se observa en la figura las primeras hojas enumeradas de arriba hacia abaja, son las que no tienen punciones o tienen muy pocas, las hojas intermedias que son las 4,5 y 6 muestran mayor cantidad de punciones y las hojas bajeras son las que poseen mayor número de punciones por haber estado mayor tiempo expuestas al ataque de Liriomyza.

La primer planta (tenía 30 días) y estaba formada por dos hojas con un trifolio cada una, sin ninguna punción (figura 17, Periódo de Emergencia).

La segunda planta (tenía 40 días), que corresponde al período de Aporca, se le encontro botones y ya había empezado la tuberización, el cultivo en general estaba con un 10% de floración, ver figura 17. La longitud, tamaño y diámetro de

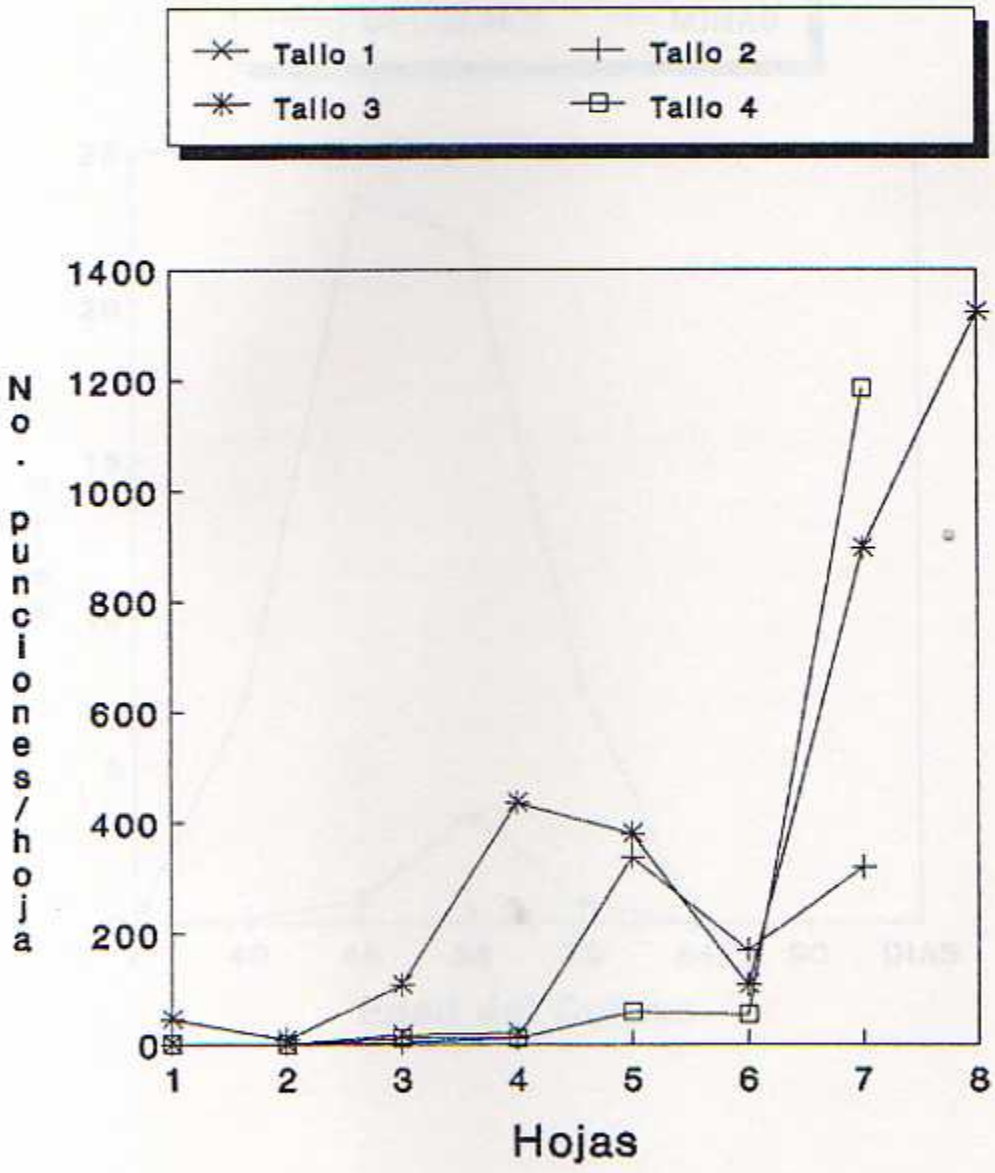


Figura 16: Número de punciones por hoja en cada uno de los tallos de la segunda planta de 45 días, en el ciclo del cultivo de papa. Estac. Carlos Durán. Cartago. 1990.

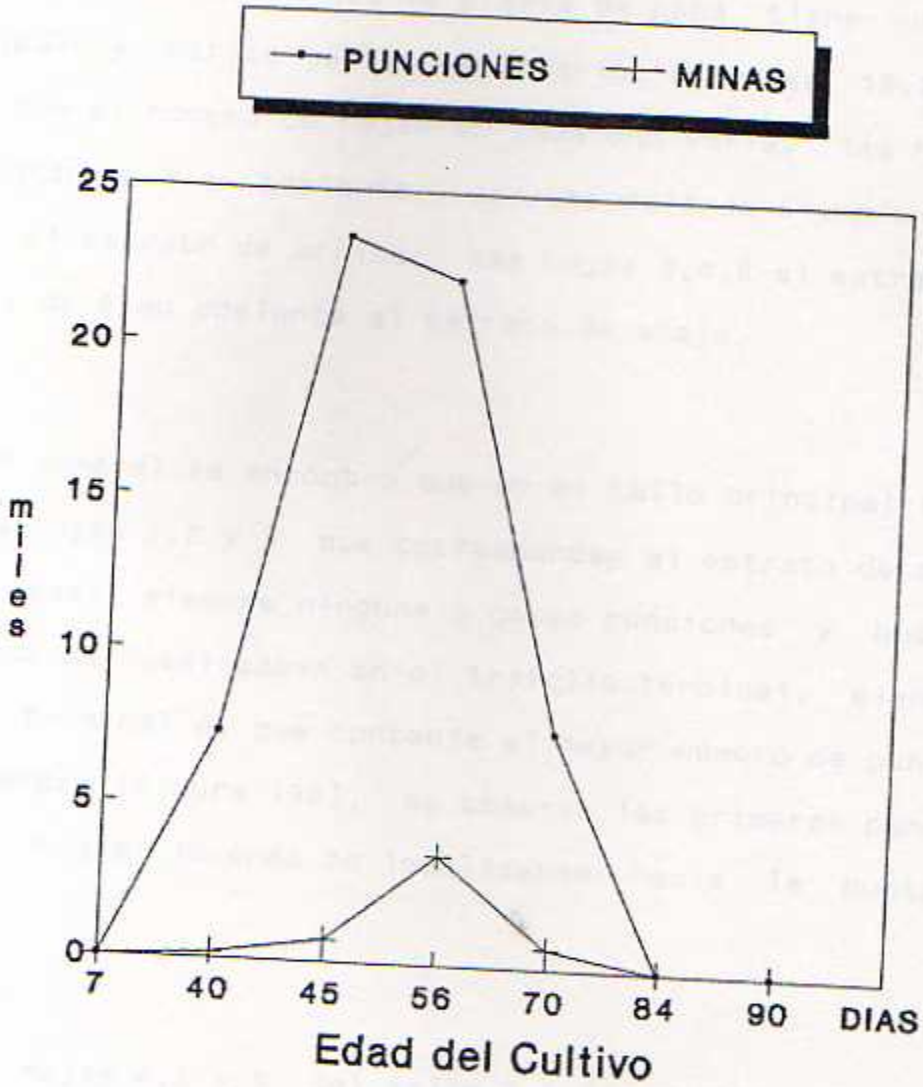


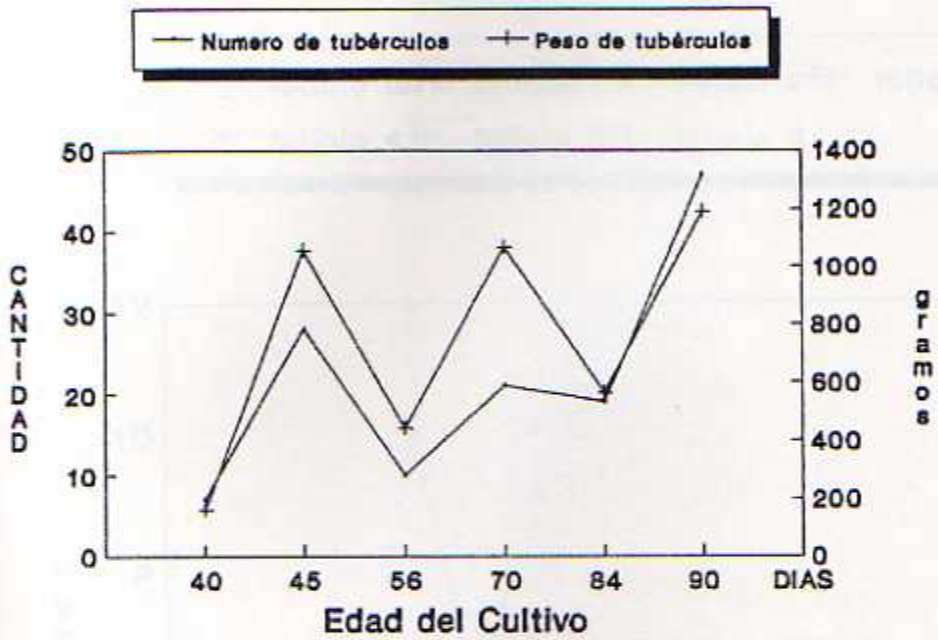
Figura 17: Plantas muestreada a travéz del ciclo del cultivo de papa, donde se detalla en cada una de las plantas, el número de punciones y minas. Estac. Carlos Durán, Cartago.1990

los tubérculos se observan en la figura 18.

Se hace notar que la planta de papa tiene un tallo principal y varios tallos secundarios (figuras 19,20,21 y 22), que el número de hojas en cada uno varía, las hojas se enumeraron de 1 en adelante, correspondiendo siempre la hoja 1 y 2 al estrato de arriba; las hojas 3,4,5 al estrato del medio y de 6 en adelante al estrato de abajo.

En general se encontró que en el tallo principal (figura 19) las hojas 1,2 y 3 que corresponden al estrato de arriba, tenían casi siempre ninguna o pocas punciones y que esas punciones se localizaban en el trifolio terminal, siendo el foliolo terminal el que contenía el mayor número de punciones casi siempre (figura 19a), se observo las primeras punciones en las hojas jovenes se localizaban hacia la punta del foliolo.

Las hojas 4,5 y 6 del tallo 3 (figura 21) por ejemplo, corresponden al estrato del medio, se conto un gran número de punciones, en donde también en el trifolio terminal había más cantidad de punciones y en el folio terminal el mayor número, las punciones se observaron en casi toda el área del foliolo, además se encontro unas minas vacías y mayor cantidad de minas con larva .



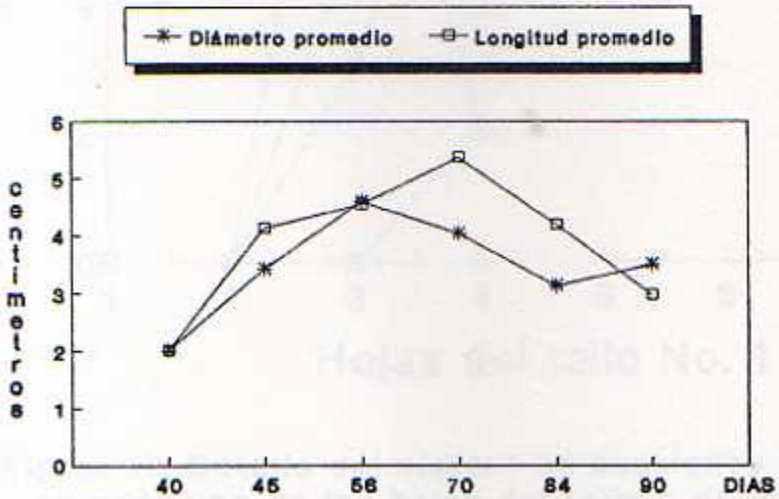


Figura 18: Plantas muestreadas a travéz del ciclo del cultivo de papa, donde se detalla en cada una de la plantas, el número de tubérculos, peso, diámetro y longitud promedio. Estac. Carlos Durán, Cartago. 1990.

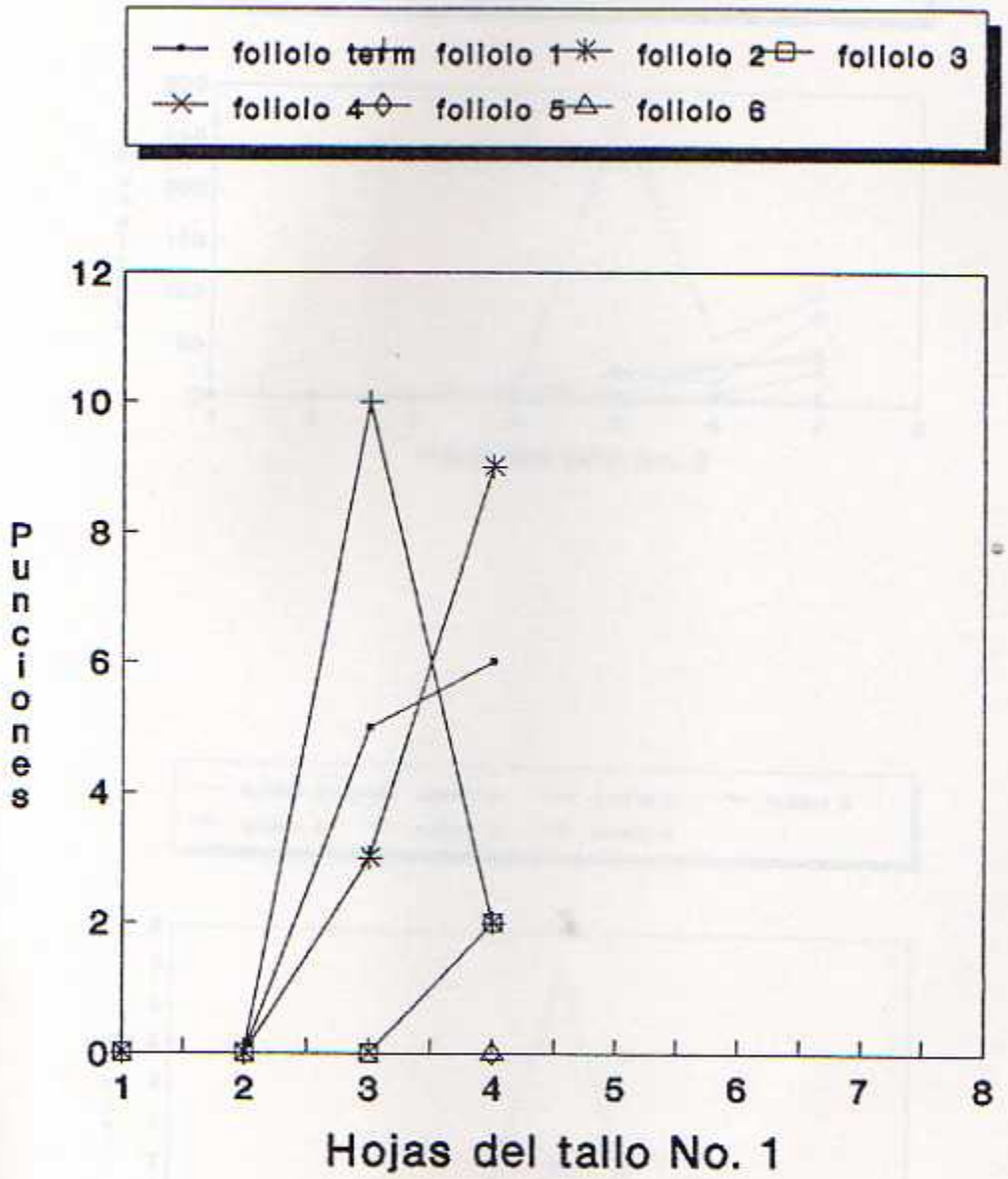
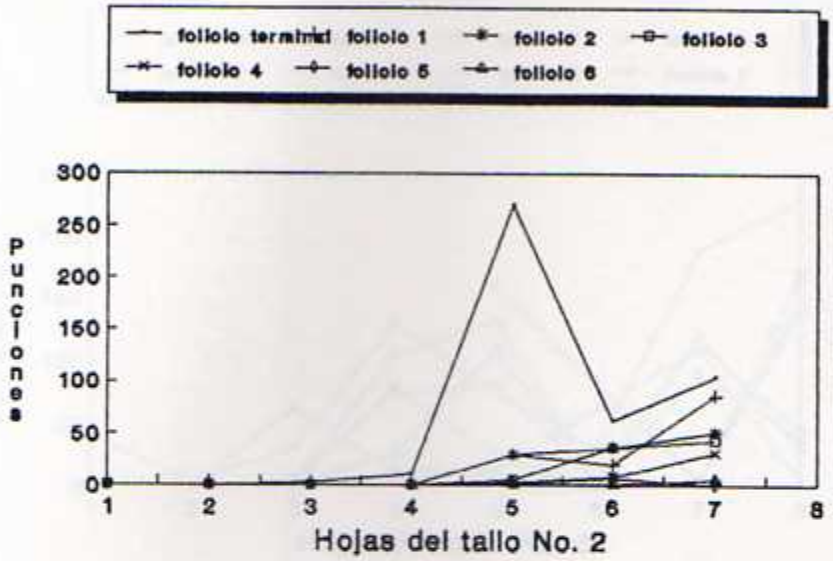


Figura 19: Detalle del número de punciones de cada foliolo, en cada una de las hojas del tallo 1, de la planta de 45 días del ciclo de papa. Estac. Carlos Durán, Cartago. 1990.



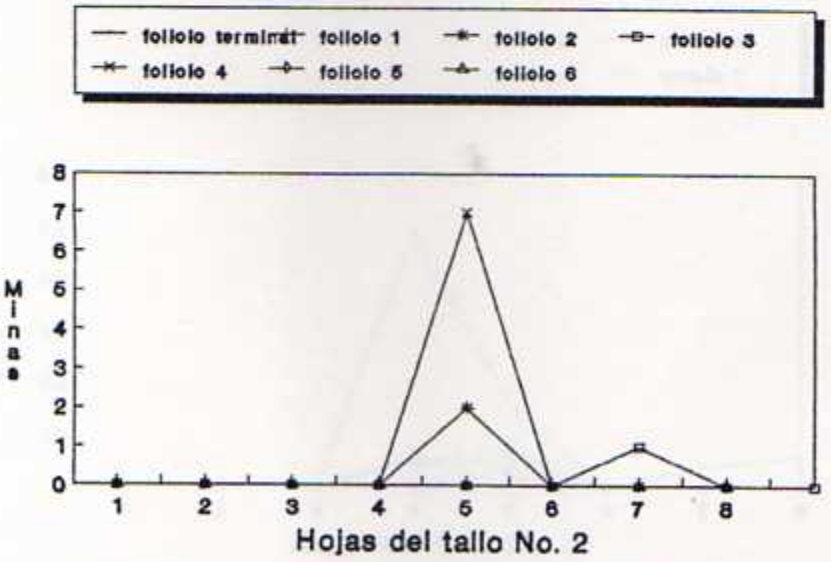
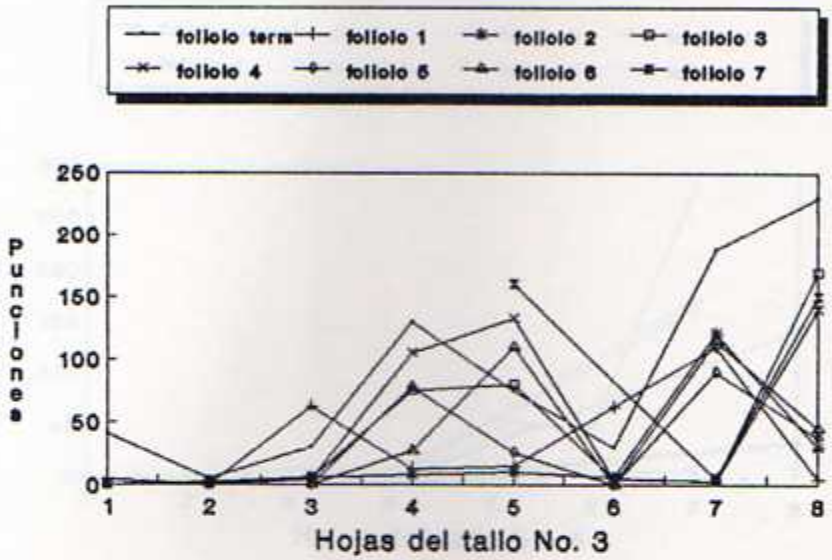


Figura 20: Detalle del número de punciones y minas de cada folíolo, en cada una de las hojas del tallo 2 de la planta a 45 días del ciclo del cultivo de papa.Cartago 1990.



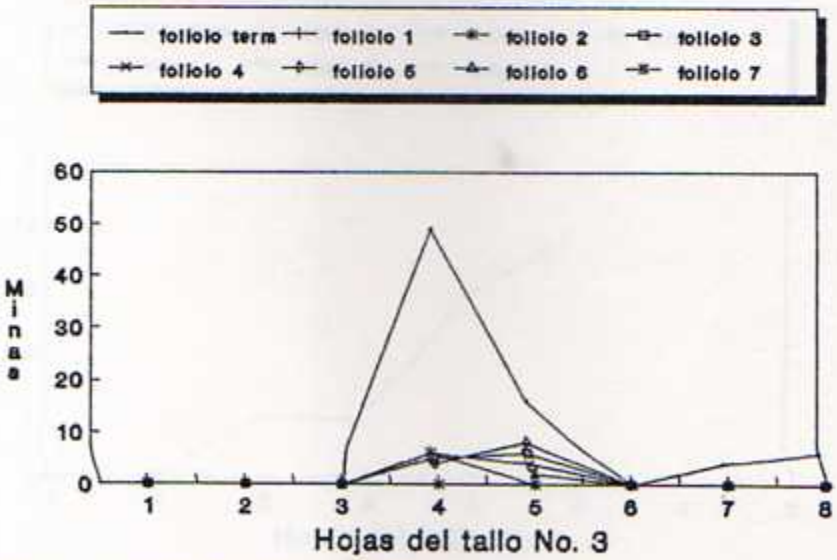


Figura 21: Detalle del número de punciones y minas de cada una de las hojas del tallo 2 de la planta de 45 días del ciclo de papa.Cartago. 1990.

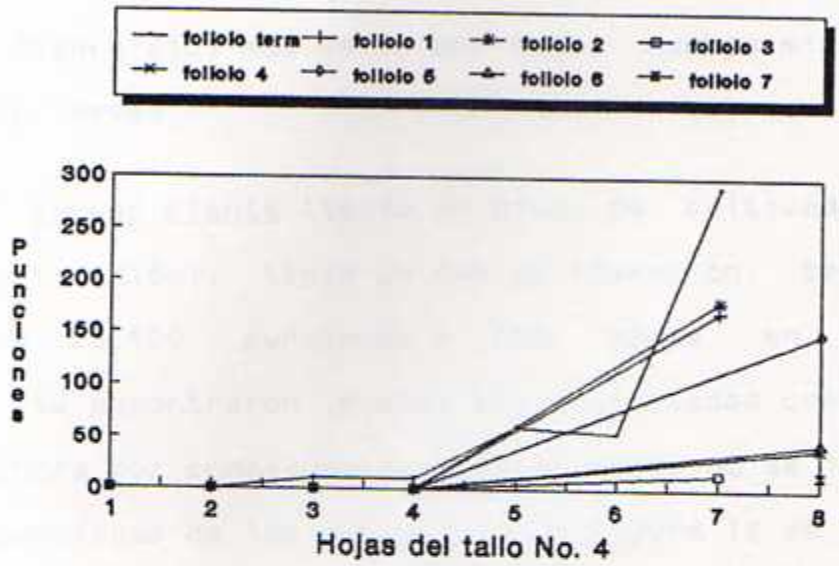


Figura 22: Detalle del número de punciones y minas de cada folíolo, en cada una de las hojas del tallo 4 de la planta de 45 días del ciclo del cultivo de papa.Cartago. 1990.'

Después de la hoja 6 en adelante del tallo 3 (figura 21a) corresponden al estrato de abajo, hay mucha cantidad de punciones (más de 1500 por hoja). Hay una gran cantidad de minas (figura 21b) más de 10 por hoja, muchas minas vacías, otras con larvas.

La tercer planta (tenía 60 días) de cultivada (figura 17, tuberización), tenía un 50% de floración. Se conto un total de 23.500 punciones y 688 minas en toda la planta. Se encontraron muchas hojas afectadas con el hongo Phytophthora por consiguiente a éstas hojas no se les contó ni las punciones de las minas. En la figura 18 se detalla el tamaño, longitud y diámentro del tubérculo.

La cuarta planta (67 días) figura 17, Etapa de prefloración, un 75% de floración. Tenía 22.168 punciones y 3518 minas. El detalle de los tubérculos se muestra en la figura 18.

La quinta planta (75 días) figura 17, con un 100% de floración. Un total de 7607 punciones y 636 minas. La planta estaba enferma en un 75%. Ver figura 18 para el detalle de los tubérculos.

A los dos meses y 3 semanas se evaluo nuevamente en el cultivo una planta de papa, pero no se pudo contabilizar las punciones ni las minas por estar todas las plantas enfermas totalmente (figura 17, etapa de precosecha).

La última evaluación fue a los tres meses, el cultivo ya había sido quemado con herbicida para evitar que el hongo infectara a los tubérculos.

En la segunda parte de este estudio se evaluó al año siguiente 1991, para determinar la relación entre las punciones y la trampa se obtuvo las siguiente observaciones.

Las punciones tanto de oviposición como de alimentación de L. huidobrensis a través del ciclo de papa se presenta en la figura 23, se señala que al inicio el muestreo tanto en el medio como abajo eran parecidos, pero conforme avanza la edad del cultivo, la parte del medio y abajo se van incrementando hasta llegar el momento donde la parte de abajo esta sumamente atacada y senescente, entonces no resulta atractiva para este insecto.

Al ir creciendo las plantas, las hojas nuevas tienen poco problema de ataque de parte de la mosca, se considera que esto se debe a que ellas además de ser nuevas poseen tricomas que pudieran representar barrera física para las moscas. Conforme avanza en el crecimiento, los tricomas caen entonces no representan ningún problema y se aumenta el ataque. Posteriormente estas hojas al cabo de unos 22 días dejan de estar en la parte de arriba y pasan al estrato del medio, por lo tanto acumulan el daño ocurrido en diversos tiempos, pero como no son senescentes se observan todavía

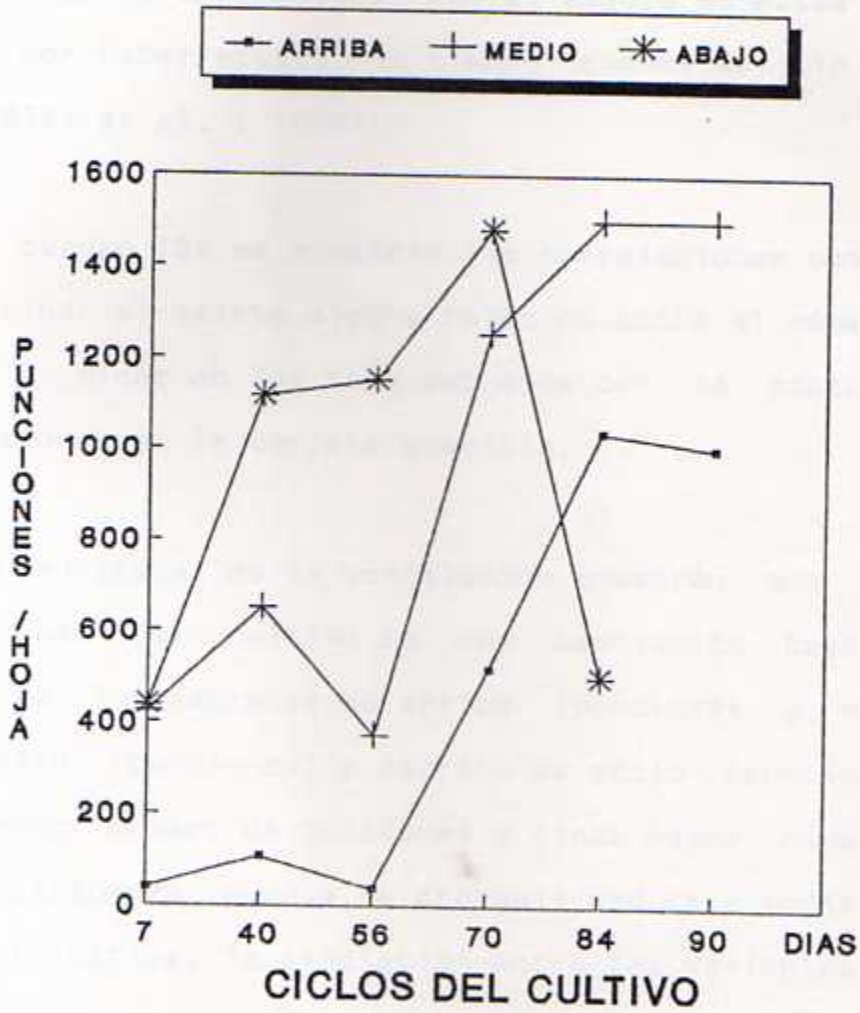


Figura 23: Punciones de Liriomyza entre estratos en la planta (arriba-medio-abajo), a travéz de todo el ciclo del cultivo de papa. Cartago. 1991.

muchas punciones, es importante considerar que es la parte de arriba donde se captura la mayor cantidad de moscas.

El estrato de abajo por consiguiente siempre tiene las hojas más viejas y senecentes, así el ataque en estas hojas es mayor por haber estado más tiempo expuestas, lo mismo confirma Vélez et al. (1980).

En el cuadro 13A se muestran las correlaciones obtenidas para determinar si existe alguna relación entre el número de punciones y minas en los tres estratos con la captura de moscas minadoras en la tarjeta amarilla.

Los resultados de la correlación muestran que en la primer periódo del cultivo se una asociación baja pero negativa, en los estratos de arriba (punciones y minas), estrato medio (punciones) y estrato de abajo (punciones y minas) a menor número de punciones y minas mayor número de adultos de Liriomyza, aunque la probabilidad para todas ellas no fue significativa, la asociación entre las variables es al azar.

En el periódo de prefloración a floración la situación es inversa al periódo anterior, todos los estratos son signficativos excepto en el estrato medio con las minas que no es significativo. La r mayor se da en el estrato del medio con las punciones hay una correlación muy buena de 0.74,

sigue el estrato de arriba con las punciones y luego el estrato de abajo también con las punciones, en el caso de las minas se da también la relación pero muy baja. Esta situación supone que la mayor actividad de los adultos, se produce en el estrato medio de la planta de papa y en ese sitio donde se debe muestrear y orientar las medidas de control para este estado biológico de L. huidobrensis.

Observece en la figura 23 que en este periódo es donde se cuentra el mayor número de punciones y es el estrato del medio el que muestra el número intermedio de punciones en todo el ciclo del cultivo. También es importante señalar que cuando la planta está pequeña y antes del periódo de floración, se desarrolla la mayor actividad en el estrato superior, pero después de floración el adulto se presenta en mayor abundancia en el estrato medio.

Por lo tanto el estrato del medio, se considera que es el más adecuado para muestrear, no sólo porque las hojas se encuentran lo suficientemente maduras, sino también porque se observa el ataque progresivo de la mosca minadora, vemos como va en aumento el número de punciones y como van apareciendo poco a poco las minas.

En el periódo de floración a cosecha donde se observo un gran ataque por parte del hongo. Las correlaciones en esta etapa son relativamente bajas pero negativas en el estrato

superior, medio y bajo con las punciones y estrato de abajo con las minas, la probabilidad en este caso no es significativa.

Pero en el caso de las minas en el estrato de arriba es significativo pero no existe ninguna asociación ya que el resultado es casi 0, pero en el estrato del medio con las minas es altamente significativo y la r=0.74 existe una gran asociación entre estos dos puntos, para este periódo las plantas están casi senecentes dejando de ser importantes para el desarrollo del tubérculo, pero es importante este resultado por ayuda a predecir la población de moscas que va a quedar en el lugar siendo un foco inicial peligroso para los futuros cultivos.

4.5) ESTUDIOS DE DINAMICA POBLACIONAL

El estudio de la dinámica poblacional de la mosca minadora en forma vertical en la planta de papa a travéz del ciclo se encuentran resumidos en la (figura 17 y 18) para todas y cada una de las planta.

Como se indico anteriormente es en el foliolo terminal donde se contaron en la mayoría de las veces el número mayor de punciones y de minas, especificamente en el estrato del medio. Se encontro que las plantas a travéz de todo el ciclo

las punciones y minas iban en aumento, excepto hacia el final del cultivo donde baja el número de minas y punciones, se cree que esto podría deberse a que la planta entra en el período de senecencia, hay menor cantidad de tejido vivo y la mayoría de las plantas estan enfermas, entonces en estad edad de la planta ya no resulta tan atractiva para la colonización de L. huidobrensis.

En este estudio se le dio seguimiento a las plantas a travéz de todo el cultivo, por lo que para dar un estimado de cuantas generaciones se dieron a travéz de todo el ciclo no es posible, ya que es evidente que hubo traslape de generaciones. Minkenberg (1986) dice que para evitar el traslape de generaciones el método a seguir es exponer la planta hospedera a adultos de minador y luego aislarla.

Como se observa en la figura 17 donde se muestra el número de punciones y minas de cada una de las plantas a travéz de todo el ciclo, se nota que el número de minas y punciones va en aumento, las observaciones se hicieron cada quince días a travéz del ciclo, las minas de las plantas de 40 a 60 días se aumento 5 veces, lo mismo que con la planta a los 67 días y la planta a los 75 días, el número de minas se reduce en proporción cinco veces.

El ciclo de vida de la larva de la mosca minadora es de aproximadamente 17 días, el ciclo del cultivo de papa se da

en aproximadamente 90 días, por lo tanto se puede deducir que en este periódo de tiempo se podrían dar aproximadamente 2 generaciones de moscas, esto concide con la proporción de como aumenta el número de minas de una planta a otra, las cuales fueron evaluadas cada 15 días.

Se observó en general que en la primera parte del cultivo que va desde la emergencia hasta la prefloración los primeros cuarenta días, en la mayoría de los métodos de muestreo se notó un ligero aumento en la población de adultos de L. huidobrensis (figura 24 y 25) y los siguientes 20 días hasta la tuberización la población disminuye notablemente principalmente con la trampa de galón (figura 25), red 90º, red 180º y conteo por minuto (figura 24), con las tarjetas amarillas adentro y afuera (figura 25) se observa un ligero aumento en la población.

Esta disminución de la población de Liriomyza en la época de la tuberización se da en los dos años donde se trabajo con el ciclo de papa (figura 26), debe notarse también que con el número de punciones sucedio lo mismo (figura 23), las punciones se van sumando, pero en los primeros 60 días la planta aumenta su crecimiento vertical, la hoja que evaluo un día en la parte de arriba a los 15 días estara en la parte media, y obviamente la de la parte media posteriormente estaría abajo.

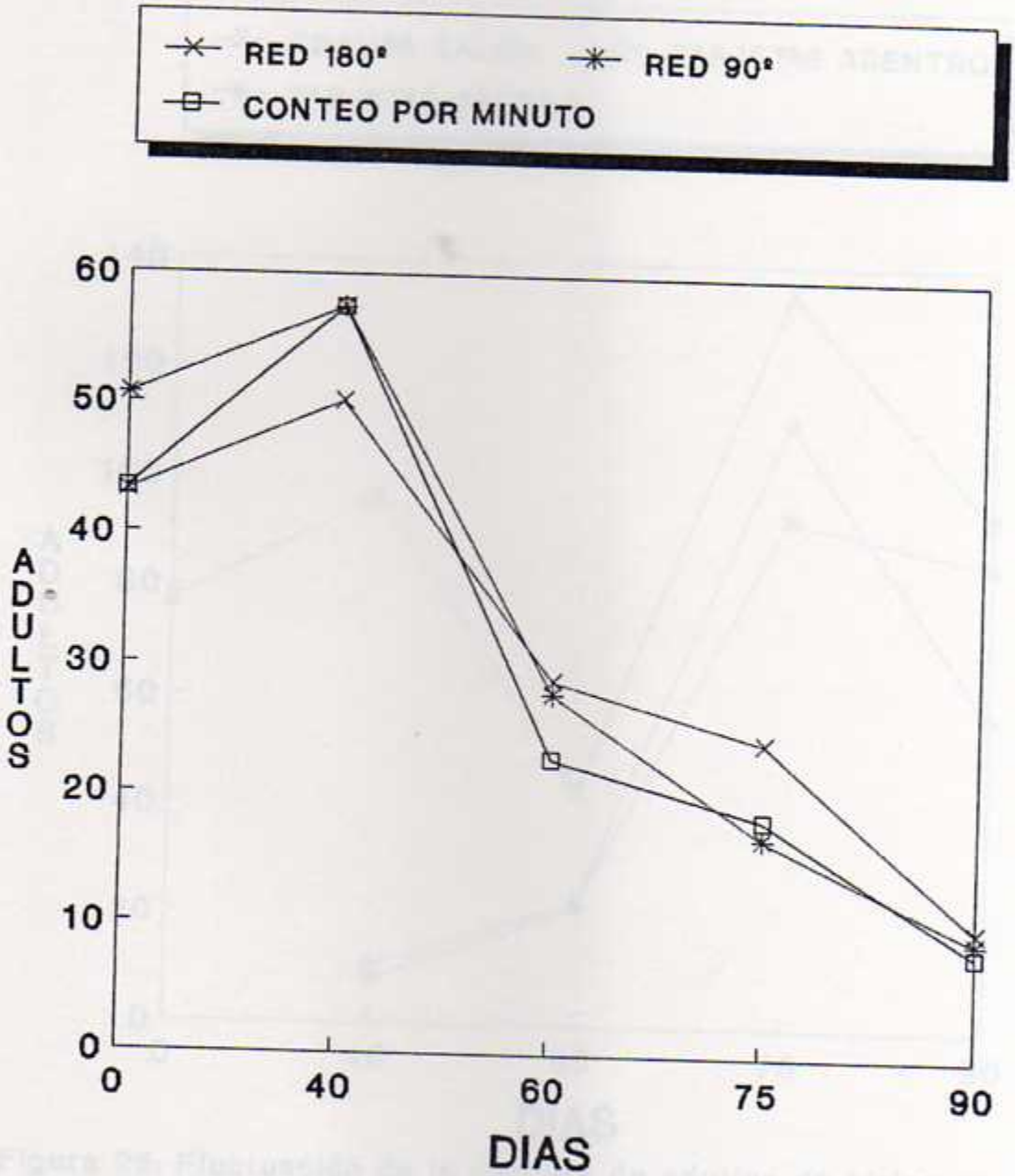


Figura 24: Fluctuación de la captura de adultos de Liriomyza con los métodos de Red 180º,90º y Conteo por minuto, de acuerdo al ciclo del cultivo. Cartago. 1990.

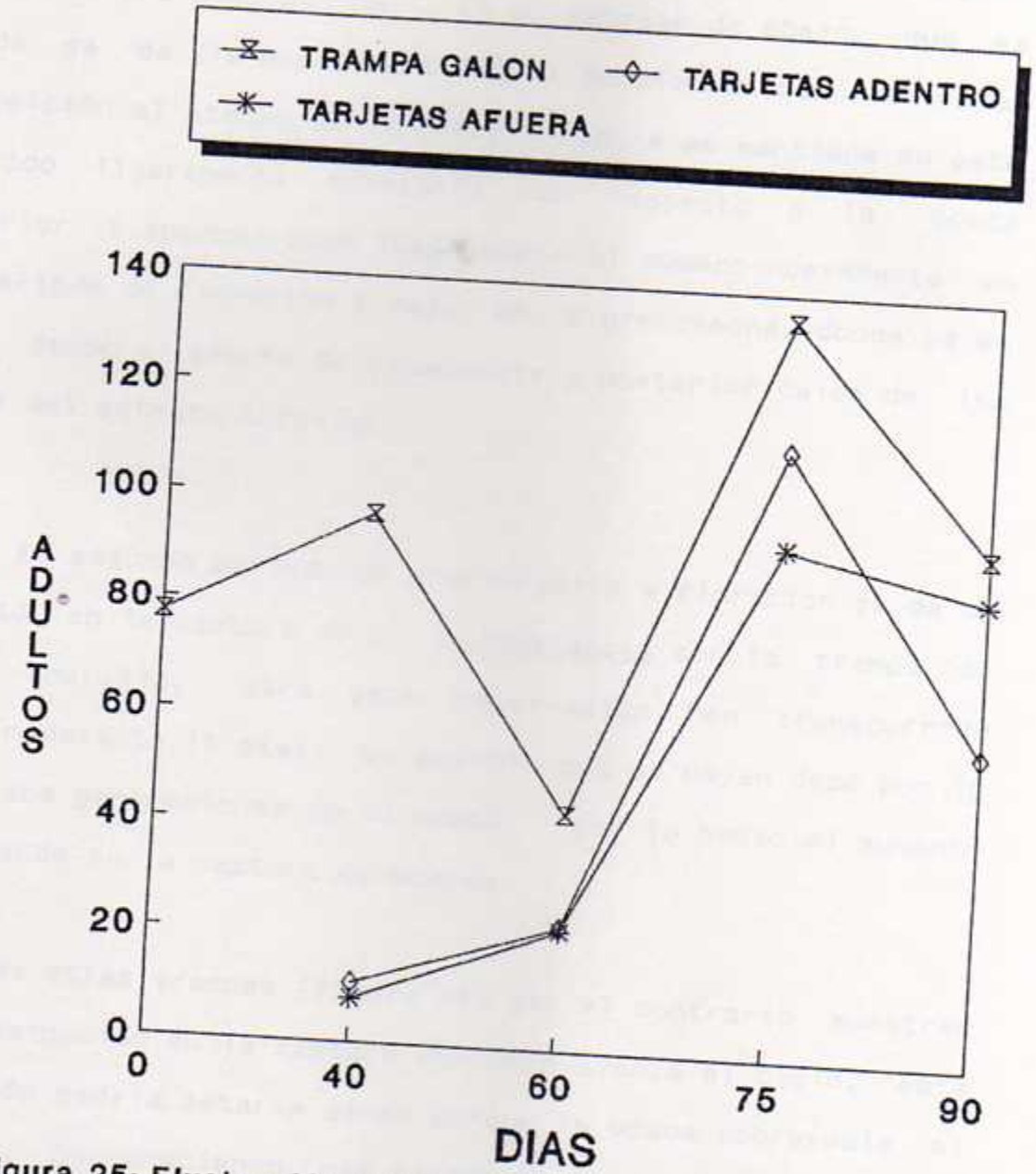


Figura 25: Fluctuación de la captura de adultos de Liriomyza con la trampa de galón amarillo y las tarjetas a tres niveles de altura, de acuerdo al ciclo del cultivo. Cartago.1990

En el caso del estrato de arriba las punciones son en menor número en comparación con los demás estratos y se da conteo menor también en el periódo de tuberización. El estrato medio con mayor número de punciones, se produce también esta disminución. En el estrato de abajo, que es donde se da la mayor cantidad de punciones por la mayor exposición al ataque de la mosca minadora se mantiene en este periódo ligeramente constante con respecto a la época anterior (aporca) para luego subir el número nuevamente en el periódo de floración y bajar en la precosecha, donde ya se está dando el efecto de senecencia y posterior caída de las hojas del estrato inferior.

El segundo período de prefloración a floración se da un aumento en la captura de L. huidobrensis con la trampa de galón amarillo, para esta observación han transcurrido aproximadamente 75 días, es posible que se hayan dado por lo menos dos generaciones de la mosca, por lo tanto el aumento tan grande en la captura de moscas.

Las otras trampas (figura 24) por el contrario muestran una disminución en la captura conforme avanza el ciclo, esta situación podría estarse dando porque la mosca sobrevuela el cultivo, permaneciendo más tiempo en la parte de arriba, cuadro 1A con la trampa de tarjetas amarillas a tres niveles.

Con la red entomológica sucede que en los primeros 40-

50 días la planta se encuentra en crecimiento hacia arriba y posteriormente el follaje se van extendiendo, hacia el final del ciclo las hojas empiezan a caer por enfermedad o senecencia y la planta se encuentra más cerca del suelo.

Lo mismo sucede con el conteo por minuto, donde se cuentan los adultos posados sobre el follaje.

En la etapa cosecha después de 75 días (figura 24 y 25) las poblaciones del minador bajan en todas las trampas, porque a esa edad del cultivo las hojas están senecentes y enfermas y entonces la mosca minadora tiene poco tejido vivo para alimentarse y ovipositar.

Ha disminuido también el número de minas y el número de punciones en la planta que se muestreo con 80 días de edad figura 17.

Estas poblaciones al final del cultivo podrían tener implicaciones agronómicas, porque repercute en los cultivos circunvecinos y en el próximo ciclo del cultivo.

Considerando que la planta de 45 días ya muestra gran daño en punciones y en minas y la captura de adultos en esta primera parte se encuentra en un rango de 100 a 200; sería adecuado dar la primera protección con insecticidas para adultos, antes de esa edad de la planta para evitar se de una

daño severo en la planta y pueda repercutir en el rendimiento.

El segundo período el de floración, es donde se da la mayor captura de moscas adultos y la mayor cantidad de minas con y sin larva, por lo tanto, podría ser una buena tactica proteger el cultivo, tanto con insecticida para adultos como para larvas a los sesenta días aproximadamente, después del periódo de tuberización, para disminuir el aumento de la población de Liriomyza, en una edad posterior de la planta de papa.

Rocha et al (1990) señala que la planta de papa, puede soportar severas pérdidas en follaje con pocas bajas en rendimiento, y que los efectos más severos se presentan en la sexta semana después de la emergencia, o sea durante la etapa de floración.

Además se hace la indicación que con el insecticida de adultos, la aplicacion tendría un buen efecto, si se hace en el estrato superior principalmente, hacia abajo. Pero con el insecticida para larvas la aplicación debería de hacerse principalmente en el estrato medio y bajo (antes del cierre del surco, ya que después es bastante difícil), y es donde se encontra la mayor cantidad de minas con larvas vivas a punto de pupar.

En la figura 26 se compara los dos ciclos de cultivo estudiados en este trabajo durante dos años consecutivos, se muestra como en el período de 1990, donde no hubo protección, el aumento de la mosca durante todo el ciclo fue ascendente principalmente en la época de la floración.

En el otro ciclo de observaciones 1991, protegido con insecticida, y aplicado por el agricultor cada quince días después de la emergencia, la población fue alta al principio y disminuye conforme avanza el ciclo hasta la tuberización, donde se da el mínimo de captura de adultos con la trampa amarilla, aunque el agricultor siguio aplicando plaguicida, se da un aumento en la población de la mosca, capturandose en promedio adultos de Liriomyza como al inicio del cultivo, pero siempre fue menor que cuando no se usó insecticida ciclo 1990.

En el cuadro 14A se dan los mínimos y máximo para cada época del ciclo del cultivo en los dos años evaluados.

4.6 VALORACION DEL GRADO DE DAÑO PRODUCIDO POR L. huidobrensis.

En 500 punciones con un tamaño medio y unas 10 minas de tamaño medio, se pierde aproximadamente 6.62 cm^2 de área foliar del foliolo terminal de una hoja de papa. En el cuadro 15A se resumen el máximo, mínimo y promedio del área de

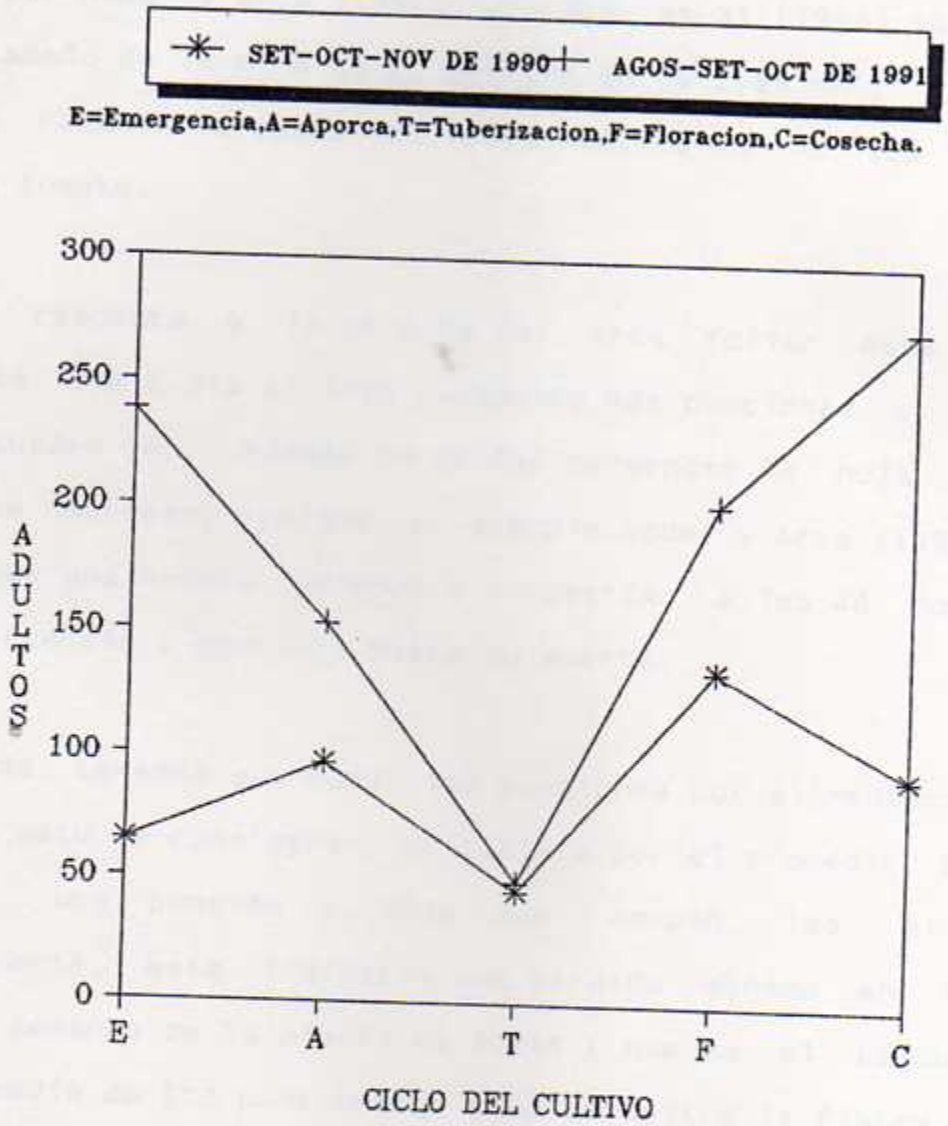


Figura 26: Captura de adultos de Liriomyza con la trampa de galon amarillo, durante dos ciclos del cultivo de papa. Estacion Carlos Duran, Cartago. 1990 - 1991.

punciones y de las minas y se cálcula en base a estos promedios cuanto es la pérdida de área foliar (cuadro 16A); el área de las mina de L. huidobrensis fue calculada también por Neder y Arce (1984). Johnson, et al (1983) obtuvo que el tamaño de la mina de L. sativae es de 2.68 cm^2, y que 8 minas reducen la capacidad fotosintética en un 62% en hojas de tomate.

Con respecto a la pérdida del área foliar ésta se incrementa día a día al irse sumadando más punciones y más minas (cuadro 1A), además de perder turgencia la hoja los tejidos se necrosan, ya que por ejemplo Neder y Arce (1993), indican que una hembra comienza a ovipositar a las 48 horas de su emergencia y continúa hasta su muerte.

Además, tenemos que sumar las punciones por alimentación y si todo esto se considera y multiplica por el promedio del área de una punción y área que ocupan las minas posteriormente, esto indicaría una pérdida mínima en las primeras semanas de la planta de 2.24% (que es el cálculo del área media de 500 punciones), como demuestra la figura 23 el aumento en todos y cada uno de los estratos en el número de punciones y minas conforme avanza la edad del cultivo.

Considerando la dificultad práctica de contar las punciones en cada hoja, se creyó necesario realizar un esquema que sirva de ayuda en el campo, señalando distintos

grados de daño. La pérdida de área foliar para cada una de las categorías del uno al siete representadas en la figura 27, se encuentra en el cuadro 16A.

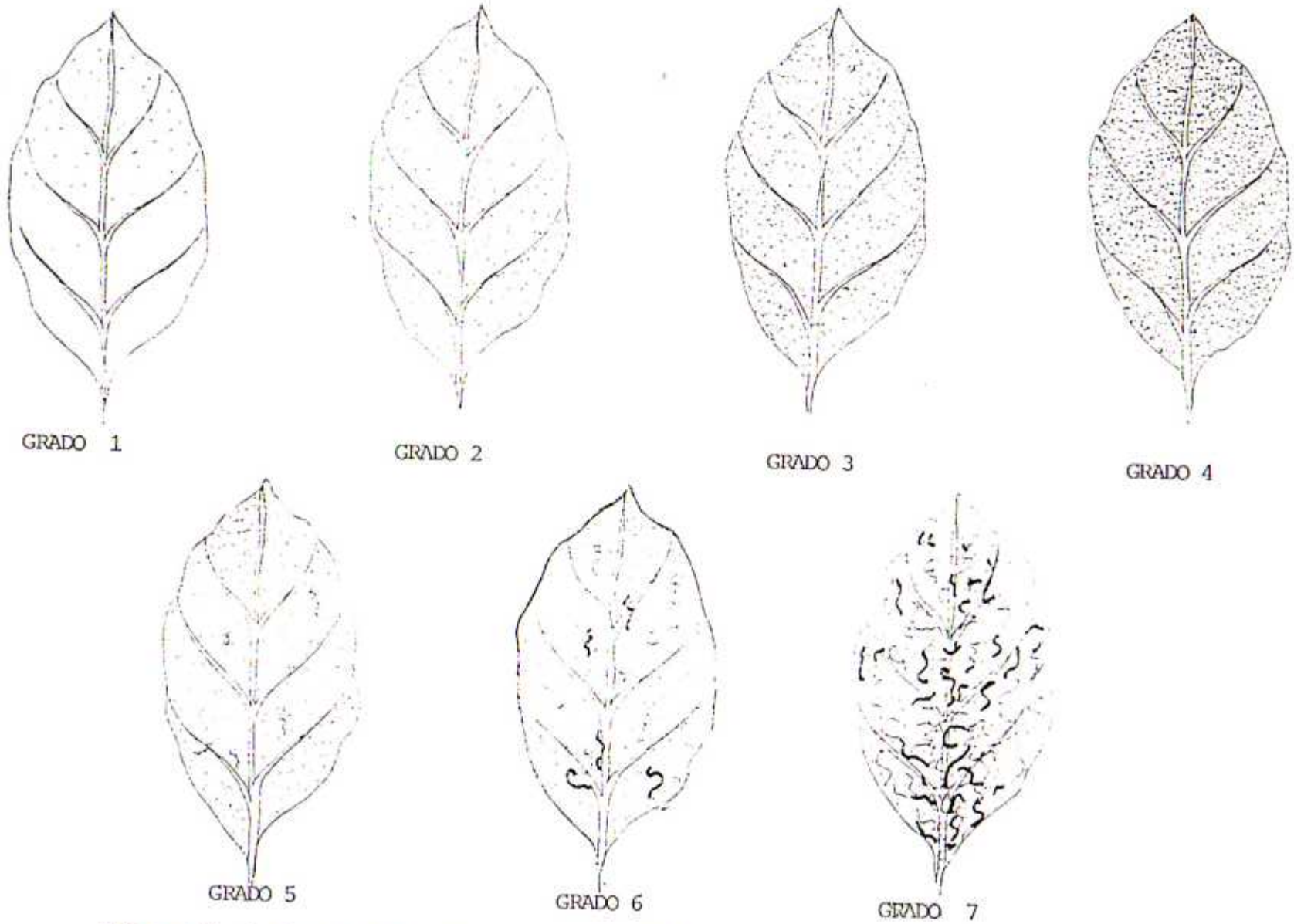


Figura 27: Grados de daño causado po L. huidobrensis en el foliolo terminal de la hoja de papa, caracterizados en una escala del 1 al 7.

5. CONCLUSIONES

1- La especie Liriomyza huidobrensis (Blanchard) fue el insecto estudiado en esta investigación.

2- *La temperatura es un factor muy importante que influye directamente en la actividad de Liriomyza.*

3- Hay diferencia altamente significativa entre todas las trampas *y cada una ayuda a predecir comportamientos particulares de la mosca en algún momento dado. La red 180º captura moscas que se encuentran posadas y sobrevolando el cultivo. Con la red 90º se captura moscas desde la base hasta la parte superior de la planta. Las tarjetas amarillas ayudan a predecir el comportamiento* de la mosca en el aspecto vertical del cultivo de papa.

Para efectos de monitorero se recomiendan todas las trampas estudiadas. Para *ayudar a bajar la población se pueden usar las trampas de galón amarillas ya que servirían como método cultural, para la captura de moscas.*

Según sea la etapa del cultivo, las trampas tendran respuestas diferentes en la menor o mayor captura de las moscas.

Lo mismo sucede en la zona donde se trabaje, ya que las trampas mostran también cambios significativos.

4- *Los* períodos *de prefloración hasta* cosecha fue donde se encontro la mayor población de L. huidobrensis..

Se encontro que en período de emergencia a prefloración, la trampa amarilla mostro la mayor captura y se dio a las 7 y 8 a.m. y a las 4 p.m.

En el período de prefloración a floración, fue la de mayor captura fue la trampa amarilla también, a las 9 a.m., *12 m* y de 3 a 5 p.m.

En el período de floración a cosecha, la trampa amarilla muestra su mayor captura desde las 8 a.m. a las 12 m y 2 a 4 p.m.

Con las otras trampas no se muestran picos importantes de máxima captura, tiende haber un oscilamiento durante todo el cultivo.

5- *Se encontro que en el foliolo terminal fue el que tenía siempre la mayor cantidad de punciones y minas, por estar más expuesto.*

Los resultados demostraron que el estrato del medio es el más significativo para muestrear en la planta *porque tiene una gran asociación con la captura de moscas por medio de las tarjetas amarillas, muestra el ataque progresivo que ha tenido de parte de la mosca, las hojas se encuentran fisiologicamente maduras.*

Que el estrato superior fue el más significativo para muestreo de adultos de la mosca minadora. Por lo tanto se recomienda *usar* la trampa *de galón* amarillo *en* esta parte.

6- En la dinámica poblacional de la mosca con respecto

al ciclo del cultivo de la planta de papa, se encontro: 1- que los primeros treinta y cinco días hay un aumento en la población de la mosca. 2- a los 60 días se da la tuberización, y se da una baja en la población de la mosca 3- En el período de *prefloración en adelante* fue donde se dio la mayor captura de moscas y 4- a los 75 días disminuye la población de L. huidobrensis.

7- Para efectos de control de la plaga, se recomienda que la aplicación de insecticidas químicos y naturales, se de a los treinta y cinco días de sembrado, en parte superior principalmente, con insecticidas para adultos.

En el período de floración se recomienda la aplicación a los cincuenta días, *después de la tuberización, considerando que aqui hay una baja en la población.* Los insecticidas para adultos se deben aplicar en la parte superior y media de la planta. Los insecticidas para larvas deben aplicarse en la parte baja y media de la planta, antes del cierre del surco.

Por último se *recomienda usar trampas de galón amarillo* a los 90 días *para tener una captura masiva del insecto* evitar migraciones de poblaciones a otros lugares circunvecinos, ó poblaciones iniciales a un próximo ciclo de cultivo.

6. RECOMENDACIONES

1- Ampliar las investigaciones para determinar que efecto se esta dando en la época de la tuberización, que redujo la captura de adultos de L. huidobrensis, con las distintras utilizadas en ésta investigación, principalmente con la trampa de galón amarillo.

7. LITERATURA CITADA

Agrios, G.N. 1989. Fitopatología. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Balderas. México. 530p.

Andrews, K.L. y Quezada, J.R. 1986. Plagas de invertebrados de cultivos en estado actual y potencial en América Central. Editorial el Zamorano. Honduras. 530 p.

Bergman, M.K., Tollefson, J.J. y Hinz, P.N. 1983. Spatial dispersion of corn rootworn larvae (Coleoptera: Chrysomalidae) in Iowa cornfield. Environmental Entomology. 12: 1443-1446.

Bliss, C.I. 1958. The analysis of insect counts as negativa binomial distributions. X InterAmerican Congress Entomology. 1956,2:1015-1032.

Carballo, M., León, R. y Ramírez, A. 1990. Combate biológico de *Liriomyza* sp. (Diptera:Agromyzidae) en cultivo hortícolas de Costa Rica. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 16:4-11.

Chandler, L.D. 1985. *Flight activity of Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper Journal of Economic Entomology. 78:825-829.

Chaves, G.L. y Raman, K.V. 1987. Evaluation of trapping and trap types to reduce damage to potatoes by the Leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera, Agromyzidae). Insecticidal Science Application. 8(3):369-372.

Comité Técnico de *Liriomyza sp.* 1990. El minador de las hojas Liriomyza (Diptera: agromyzidae). Boletín divulgativo No. 95. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Convenio Costarricense Alemán, Sanidad Vegetal-GTZ.26 p.

Cole, L.C. 1946. A theory for analizing contagiously distributed populations. Ecology 27: 329-341.

Delgado P., M. 1975. Primeros resultados en el desarrollo de un programa de Control Integrado de Plagas en papa en el valle de Canete. Resúmenes XVII Convención Nacional Entomológica. Tarapoto. Perú.

Dumas, B.A., Boyer W.P.y Whitcomb W.H. 1962. Effect of time of day on surveys of predaceus insects in field crops. Florida Entomology. 45: 121-124.

Dumas, B.A., Boyer W.P. y Whitcomb W.H. 1964. Effect of various factors on surveys of predaceous insects in soybeans. Journal of the Kansas Entondogical Society. 37:192-201.

Feller, W. 1943. On a general class of " contagious" distribution. Annals of Mathematics and Statistics. 14:389-400.

Green, R.H. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. Resistance Population Ecology. 8:1-7.

Hospina,G. y Raman, K.B. 1988. *Liriomyza spp* , plagas importantes de Solanum tuberosum. En: Sociedad Entomológica del Perú. Resúmenes de los trabajos presentados. 87p.

Holdridge, L.R. 1979. Ecología basadas en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 216p.

Johnson, M.W., Welter S.C., Toscano N.C., Ting I.P. y Trumble J.T. 1983. Reduction of Tomato Leaflet Photosynthesis Rates by Mining Activity of Liriomyza sativae (Diptera: Agromyzidae). Journal of Economic Entomology. 76: 1061-1063.

Kretzchmar, G.P. 1948. Soybean insects in Minnesota with special reference to sampling techniques. Journal of Economic Entomology. 41: 586-591.

López Collado, J. 1986. Disposición espacial, evaluación de daño y dinámica poblacional del picudo del ejote (Apion godmani Wagn), en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) tesis profesional. México. Universidad Autónoma Chapingo. 43 p.

Matin, M.A., Yule, W.N y Martekm P. 1984. Comparison of three methods for sampling northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomellidae) adult populations in two Quebec cornfields. Journal of Economic Entomology. 77:1344-1348.

Minkenberg, O. y Van Lenteren, J.C. 1986. The leafminers Liriomyza brioniae and L. trifolii (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agricultural University Wageningen Papers, the Netherlands. 50p.

Nuñez Bojórquez, R.1986. Comparación de métodos de muestreo de plagas agrícolas. Seminario II (Ent-630) Semestre de Primavera - 1986. Centro de Entomología Acarología, Colegio de Post graduados. 20 p.

Neder de Roman, L.E. y Arce de Hamity, M.G. 1984. Revisión y nuevos aportes al conocimiento Bioecológico de *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Acta Zoológica Lilloana. 37:2. 295- 301.

Oatman, E.R. y Michelbacher A.E. 1959. The melon leafminer, Liriomyza pietella (Thonson) (Diptera: Agromyzidae) II. Ecological studies. Annals of Entomological Society of American. 51:557-566.

Parrella, M. 1984. Effect of temperature on oviposition, freding, and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Canadian Entomologist. 116: 85-92.

Parrella, M. y Jones, V. 1984. Coping with the "leafminer crisis". California Agriculture. Sep. 17-20.

Parrella, M. y Jones, V. 1985. Yellow traps as monitoring tools for Liriomyza trifolli (Diptera: Agromyzidae) in Crysanthemum greenhouses. Journal of Economic Entomology. 78:53-56.

Parrella, M. y Keil, C.B. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*, Bulletin the Entomological Society of America. 2:22-25.

Pielou. E.C. 1960. A single mechanism to account for regular. random and aggregated populations. Journal Ecology. 48:575-584.

Price. J. 1981. Ecología. biología y control de Liriomyza trifolii. (Burges) (Dipt: Agromyzidae). minador del crisantemo en América . Memoria Medellin: 13-28.

Price. J. 1982. An assessment of leafminer management methods on export chrysantemun enterprises in Colombia. South America. Process Florida State Horticultural Society. 95:146-148.

Robin. M. y Mitchell. W. 1987. Sticky trap for monitoring leafminers Liriomyza sativae and Liriomyza trifolii (Diptera: Agromyzidae) and their associated hymenopterous parasites in watermelon. Journal of Economic Entomology. 80(6):1345-1347.

Rodríguez V.. C.. Alpízar M.. D.. León G.. R. Monge G.. J.. Céspedes Z.. R.: 1990. Evaluación de Extractos acuosos vegetales en el combate de Liriomyza huidobrensis. Blanchard (Diptero: Agromyzidae) en el cultivo de Papa. Hojas mimiografiadas. Departamento de Entomología del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 6p.

Rodríguez V.. C. y Céspedes S.. R. 1990. Efecto del daño de Liriomyza huidobrensis Blanchard en relación a la fenología del cultivo de papa. Hojas mimiografiadas. Departamento de Entomología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 7p.

Rodríguez V.. C.. Lépiz Ch.. C. y Pérez M.. D. 1991. Evaluación de tipos de pegamento en la captura de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard. (Diptera: Agromyzidae). Manejo Integrado de plagas - Catie Turrialba. Costa Rica .No. 20-21. 5p.

Rodríguez V.. C.. León G.. R.. Corrales. G.. Rodríguez. G.. C.. Alpizar. M.. D.. Lépiz. Ch.. C.. Pizarro. W. y Pérez. M.. D. 1990. Actividad Diaria de Vuelo de Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera: Agromyzidae) en la zona norte de Cartago. Informe de trabajo del Departamento de Entomología del Ministerio de Agricultura y Ganadería. 12 p.

Ruesink, W.C. y Kogan. M. 1975. Quantitative basis of pest management: In Metcalf L. and Luckmann, W.H. eds. Introduction to insect pest Management. New York, Wiley. pp 309-51.

Sarmiento, C., Saray Muñoz, R. y Acosta, G. 1986. Biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) en *Gypsophila paniculata* L., bajo invernadero comercial. Revista colombiana de Entomología. 12:17-25 .

Schuster,D.J. y Beck, H.W. 1983. Visual rating system for assessing *Liriomyza* spp.(Diptera:Agromyzidae) Journal of Economic Entomology. 76: 1465-1466.

Segura Ortiz,E. 1991. Evaluación de insecticidas sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), su efecto en las polillas y en el rendimiento del cultivo de papa. Tesis Licencitura. Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente. 79 p.

Skellam, J.G. 1952. Studies in statistical ecology. I. Spatial pattern. Biometrika 39: 346-362.

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations. 2 ed. Great Britain at the University Printing, House, Cambridge. 375p

Steel, R.G.D. y Torris, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2nd. ed. Mc Graw Hill. New York.

Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution on insect population. Annual Review Entomology. 29: 321-357.

Taylor, L.R. y Taylor R.A.J. 1977. Aggregation, migration and population mechanics. Nature 265: 415-421.

Tryon, E.H. y Pce, S.L. 1981. Development rates and emergence of vegetable leafminer pupae and their parasites reared from celery foliage. Florida Entomologist. 64:477-483.

Vélez A., R., Madrigal, A. y Morales, G. 1980. Biología, hábitos y hospedantes del minador del crisantemo. Revista Colombiana de Entomología. 6:21-35.

Waters, W.E. 1959. A quantitative measure of agregation in insects, Journal of Economic Entomology. 52:1160-1164.

Waters, W.E y Henson W.R. 1959. Some sampling atributes of the negative binomial distribution with special reference to forma insects. Forest Science. 5: 397-412

Zehnder, G.W. y Trumble, J.T. 1984. Spatial and diel activity of Liriomyza species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Environmental Entomology. 13: 1411-1416.

Zehnder, G. W. y Trumble, J.T. 1985. Sequential sampling plans with fixed levels of precision for Liriomyza species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Journal of Economic Entomology. 78:138-142.

Zoebisch, T.G. 1988. Sampling methods to estimate absolute and relative density of adults and larvae of *Liriomyza trifolii* (Burgess) on fresh market tomatoes and biology of *Liriomyza trifolii* under laboratory conditions.Thesis for degree of Doctor of Philosophy. Florida University 163 p.

A P E N D I C E

Cuadro 1A: Coeficiente de variación (C.V) y presición (V.R) de temperatura,humedad relativa y captura de L. huidobrensis con los diferentes métodos de muestreo. Estación Carlos Durán.Cartago. Agosto a noviembre de 1990.

VARIABLES	PROMEMDIO	C.V.	V.R.
EMERGENCIA A PREFLORACION (0-60 DIAS) N=24			
TEMPERATURA	17.0	9.23	2.66
HUMEDAD REL.	68.2	4.01	1.16
RED 180Ω	50.2	9.14	2.63
RED 90Ω	57.5	6.71	1.93
CONTEO 1 MIN.	45.0	9.96	2.87
TRAMPA GALON	45.0	9.96	2.87
TARJ.ADEN.ARR.	6.7	22.1	1.30
TARJ.ADEN.MED.	1.1	110.9	21.8
TARJ.ADEN.ABA.	2.3	68.7	20.0
TARJ.AFUE.ARR.	4.1	46.8	12.2
TARJ.AFUE.MED.	2.5	58.0	16.3
TARJ.AFUE.ABA.	1.3	93.8	26.9
PREFLORACION A FLORACION (60-75 DIAS) N=24			
TEMPERATURA	18.9	11.53	3.33
HUMEDAD REL.	71.2	5.14	1.48
RED 180Ω	24.1	14.6	4.19
RED 90Ω	16.9	14.0	4.02
CONTEO 1 MIN.	18.2	24.0	6.98
TRAMPA GALON	124.8	7.64	2.20
TARJ.ADEN.ARR.	61.3	4.24	3.57
TARJ.ADEN.MED.	18.3	25.0	7.21
TARJ.ADEN.ABA.	6.0	42.0	12.0
TARJ.AFUE.ARR.	57.0	13.1	3.72
TARJ.AFUE.MED.	29.5	17.9	5.15
TARJ.AFUE.ABA.	6.9	41.1	43.1
FLORACION A COSECHA (75-90 DIAS) N=24			
TEMPERATURA	18.5	11.9	3.45
HUMEDAD REL.	75.0	5.83	1.68
RED 180Ω	10.0	25.2	7.27
RED 90Ω	8.2	27.80	8.03
CONTEO 1 MIN.	8.1	34.2	9.87
TRAMPA GALON	93.5	8.82	2.55
TARJ.ADEN.ARR.	30.1	14.2	4.10
TARJ.ADEN.MED.	18.2	21.3	6.14
TARJ.ADEN.ABA.	9.2	31.2	9.02
TARJ.AFUE.ARR.	43.8	12.76	3.82
TARJ.AFUE.MED.	30.6	16.7	4.82
TARJ.AFUE.ABA.	16.1	25.9	7.49

Cuadro 2A: Prueba de Tukey, en el ciclo del cultivo de papa con α=0.05. Ordenados en el rango de mayor a menor número de adultos capturados de moscas minadoras. Utilizando las distintas trampas, en los tres períodos estudiados, durante un día de observación. Se dan solo los 8 primeros resultados. N= 72. Estación Carlos Durán. Cartago. 1990.

TRAMPAS VS PERIODOS		PROM. CAPTURA	**
TARJ.AMAR.AFUE	PREFLORACION A FLORACION	88	A
RED 180º	EMERGENCIA A FLORACION	50	A
TARJ.AMAR.AFUE	FLORACION A COSECHA	9	A
TARJ.AMAR.AFUE	FLORACION A COSECHA	90	AB
RED 180º	PREFLORACON A FLORACION	24	AB
RED 90º	EMERGENCIA A PREFLORACION	17	AB
TRAMPA DE GALON	PREFLORACION A FLORACION	45	ABC
*RED 180º		24	L

PERIODOS VS	HORAS	
FLORACION A COSECHA	9 A.M	A
FLORACION A COSECHA	8 A.M	A
FLORACION A COSECHA	10 A.M	AB
EMERGENCIA A PREFLORACION	9 A.M	AB
FLORACION A COSECHA	4 P.M	AB
FLORACION A COSECHA	10 A.M	AB
PREFLORACION A FLORACION	9 A.M	AB
FLORACION A COSECHA	2 P.M	AB
*FLOPACION A COSECHA	11 A.M	F

TRAMPAS VS	HORAS	
TRAMPA DE GALON AMAR.	7 A.M	A
TRAMPA DE GALON AMAR.	8 A.M	AB
TRAMPA DE GALON AMAR.	9 A.M	AB
TRAMPA DE GALON AMAR.	2 P.M	AB
TARJ. AMAR.AFUERA	12 M.	AB
TARJ. AMAR.AFUERA	7 A.M	ABC
*TRAMPA DE GALON AMAR.	9 A.M	ABC
	1 P.M	F

*= último valor en la lista de rangos de la prueba de Tukey
**= LETRAS DE SIGNIFICANCIA

Cuadro 3A: Correlación de Spearman para determinar la correlación entre colocar la tarjeta amarilla fuera de la planta o dentro de ella y entre los tres estratos (alto, medio y bajo de la planta). P=0.000 y N=72. Estación Carlos Durán, Cartago. De agosto a noviembre 1990.

Localización	Trampa localizada dentro de la planta de papa		
Afuera de la planta de papa	Arriba	Medio	Abajo
Arriba	0.94		
Medio		0.89	
Abajo			0.74

Cuadro 4A: Resultados del análisis de variación, entre la temperatura y las trampas en cada uno de los períodos estudiados. Estac. Carlos Durán, Cartago. 1990.

VARIABLES	C.M	VALORES F	PROBABILIDAD
EMERGENCIA A PREFLORACION		N=24 G.L.=1	
Red 1800	6.570	29.01	0.0000
Red 900	9.805E+03	84.97	0.0000
Conteo minuto	4.707E+03	22.86	0.0001
Trampa galón	3.785E+04	12.43	0.0019
Tarj.aden arr.	650.0	14.24	0.0010
Tarj.aden med.	1.534E+03	354.78	0.0000
Tarj.aden aba.	1.304E+03	223.60	0.0000
Tarj.afue arr.	1.013E+03	102.89	0.0000
Tarj.afue med.	1.275E+03	240.44	0.0000
Tarj.afue aba.	1.487E+03	354.43	0.0000
REFLORACION A FLORACION		N=24 G.L.=1	
Red 1800	167.5	1.91	0.1805
Red 900	23.21	0.85	0.3670
Conteo minuto	2.407	0.01	0.9138
Trampa galón	8.125E+04	21.56	0.0001
Tarj.aden arr.	1.081E+04	6.46	0.0186
Tarj.aden med.	1.815	0.01	0.9305
Tarj.aden aba.	983.0	31.18	0.0000
Tarj.afue arr.	8.785E+03	5.69	0.0261
Tarj.afue med.	665.7	1.66	0.2114
Tarj.afue aba.	659.2	19.45	0.0002
FLORACION A COSECHA		N=24 G.L=1	
Red 1800	423.2	13.23	0.0015
Red 900	628.3	24.31	0.0001
Conteo minuto	645.3	15.50	0.0007
Trampa galón	3.379E+04	14.48	0.0010
Tarj.aden arr.	810.8	4.50	0.0454
Tarj.aden med.	3.604E+01	0.00	0.9640
Tarj.aden aba.	564.3	12.26	0.0020
Tarj.afue arr.	3.863E+03	6.73	0.0165
Tarj.afue med.	882.1	2.50	0.1279
Tarj.afue aba.	41.34	0.25	0.6252

C.M= CUADRADO MEDIO
G.L. = GRADOS DE LIBERTAD

Cuadro 5A: Correlaciones de Spearman para comparar la relación de los distintos tipos de muestreo, con respecto a la trampa de galón amarillo. En un ciclo del cultivo de papa. Estación Carlos Durán, Cartago, agosto a noviembre de 1990.

Tipos de muestreo	Resultados de r	Probabilidad
SIEMBRA-PREFLORACION (PRIMEROS 60 DIAS) N=24		
Red 180	0.84	P>0.01
Red 90	0.82	P>0.01
Conteo en 1 minuto	0.85	P>0.01
Tarj.Aden Ar	0.92	P>0.01
" " Me	0.66	P>0.01
" " Ab	0.80	P>0.01
" Afue Ar	0.81	P>0.01
" " Me	0.73	P>0.01
" " Ab	0.52	P>0.01
Humedad relativa	0.75	P>0.01
PREFLORACION - FLORACION (60-75 DIAS) N=24		
Red 180	0.60	P>0.01
Red 90	-0.05	P<0.05
Conteo en 1 minuto	0.22	P<0.05
Tarj.Aden Ar	0.79	P>0.05
" " Me	0.63	P<0.05
" " Ab	0.73	P>0.05
" Afue Ar	0.83	P<0.05
" " Me	0.63	P>0.05
" " Ab	0.75	P>0.05
Humedad Relativa	-0.55	P<0.05
FLORACION - COSECHA (75 DIAS) N=24		
Red 180	0.22	P<0.05
Red 90	0.03	P<0.05
Conteo en 1 minuto	0.47	P>0.01
Tarj.Aden Ar	0.84	P>0.01
" " Me	0.83	P>0.01
" " Ab	0.68	P>0.01
" Afue Ar	0.86	P>0.01
" " Me	0.83	P>0.01
" " Ab	0.92	P>0.01
Humedad Relativa	-0.67	P<0.05

Cuadro 6A: Adultos de L. huidobrensis, en los lugares de muestreo y los indices de agregación, S^2/m, k, Iδ y Ind. Green. La P=0.000 Zona Norte de Cartago. 1990.

Adultos	S^2/m	K	m*	Iδ	Ind. Green.
FINCA No.1 N=9					
Trampa 1 hora	588.2	0.43	838.6	3.09	0.26
Trampa 3 días	886.7	1.55	2259.8	1.57	0.07
Conteo por min.	5.5	3.67	43.2	1.10	0.013
Red 90Ω	10.4	3.36	41.2	1.27	0.033
Red 180Ω	14.3	2.76	51.3	1.32	0.04
FINCA NO.2 N=9					
Trampa 1 hora	113.7	0.009	168.1	2.31	0.23
Trampa 3 días	135.9	4.75	780.6	1.19	0.02
Conteo por min.	2.2	53.9	67.0	1.02	0.002
Red 90Ω	3.2	12.1	55.1	1.07	0.009
Red 180Ω	3.4	14.3	38.7	1.05	0.009
FINCA No.3 N=9					
Trampa 1 hora	466.7	0.44	671.9	2.11	0.25
Trampa 3 días	131.3	2.70	703.3	1.33	0.041
Conteo por min	30.1	2.33	98.7	1.37	0.047
Red 90Ω	26.1	2.29	82.4	1.39	0.049
Red 180Ω	20.7	2.04	59.9	1.44	0.035
FINCA No.4 N=9					
Trampa 1 hora	54.1	1.73	147.4	1.50	0.05
Trampa 3 días	17627.3	0.036	8090.7	1.10	0.013
Conteo por min.	3.7	34.2	94.6	1.03	0.002
Red 90Ω	102.9	0.89	192.8	1.09	0.12
Red 180Ω	12.1	8.10	101.1	1.10	0.014

Cuadro 7A: Resultados del análisis de variación, donde se determino si hay diferencia entre los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor (A), medio (B) o baja (C)), para la captura de L. huidobrensis, con cada una de las trampas, en la Finca 1. Zona Norte de Cartago 1990.

VARIABLE	G.L.	VALOR F	PROB.
FINCAS	3	6.5549	0.0005
TRAMPAS	3	11.4145	0.0000
FINCAS VS.TRAMPAS	9	5.6720	0.0000
VIENTO	2	19.1231	0.0000
FINCA VS. VIENTO	6	6.4500	0.0000
TRAMPA VS.VIENTO	6	12.0089	0.0000
FINCAS-TRAMPA-VIENTO	18	2.2738	0.0057

COEFICIENTE DE VARIACION 81.78%

Cuadro 8A: Prueba de Tukey. en el ciclo del cultivo de papa con α=0.05. Ordenados en el rango de mayor a menor número de adultos capturados de moscas minadoras. Utilizando las distintas trampas. en las cuatro fincas de evaluación. Se dan solo los 5 primeros resultados. N= 9. Estación Carlos Durán, Cartago. 1990.

Finca	Trampa	Viento *
FINCA VS TRAMPAS		
TIERRA BLANCA	RED 90º	
TIERRA BLANCA	CONTEO POR MINUTO	
ESTAC.CARLOS DURAN	CONTEO POR MINUTO	
ESTAC.CARLOS DURAN	RED 180º	
ESTAC.CARLOS DURAN	TRAMPA DE GALON	
FINCA VS VIENTO		
TIERRA BLANCA		MEDIANA
TIERRA BLANCA		ALTA
ESTAC.CARLOS DURAN		ALTA
ESTAC.CARLOS DURAN		BAJA
ESTAC.CARLOS DURAN		MEDIANA
TRAMPA VS VIENTO		
TRAMPA DE GALON		ALTA
TRAMPA DE GALON		MEDIANA
TRAMPA DE GALON		BAJA
RED 180º		MEDIANA
RED 180º		BAJA
FINCA VS TRAMPA VS VIENTO		
POTRERO CERRADO	TRAMPA DE GALON	BAJA
POTRERO CERRADO	TRAMPA DE GALON	ALTA
COT	CONTEO POR MINUTO	BAJA
ESTAC.CARLOS DURAN	CONTEO POR MINUTO	BAJA
COT	RED 90º	BAJA

VIENTO= ALTA. MEDIANA Y BAJA SON LAS DIFERENTES FORMAS DE COMO SE EXPONE EL VIENTO EN EL CAMPO
ALTA= LOS BORDES DEL CAMPO
MEDIADA= MITAD DEL CAMPO
BAJA= EL MAS ALEJADO DE LA ENTRADA DEL VIENTO

Cuadro 9A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor (A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 1. Zona Norte de Cartago 1990.

VARIABLE	No.CAPTURAS	VIENTO
CONTEO POR MINUTO		
1	46	A
2	53	A
3	30	B
4	36	B
5	25	C
6	30	C
7	29	B
8	30	C
9	69	A
RED 90º		
1	21	A
2	50	A
3	50	B
4	12	B
5	24	C
6	10	C
7	28	B
8	28	C
9	62	A
RED 180º		
1	85	A
2	26	A
3	22	B
4	20	B
5	23	C
6	30	C
7	48	B
8	21	C
9	68	A
TRAMPA GALON AMARILLO 1 HORA DE EXPUESTO		
1	305	A
2	223	A
3	97	B
4	82	B
5	64	C
6	43	C
7	100	B
8	96	C
9	1252	A

Cuadro 10A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor (A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 2. Zona Norte de Cartago 1990.

VARIABLE	No.Capturas	VIENTO
CONTEO POR MINUTO		
1		
2	60	A
3	57	A
4	77	A
5	86	B
6	77	B
7	49	B
8	65	C
9	55	C
	66	C
RED 90º		
1		
2	24	A
3	54	A
4	34	A
5	48	B
6	53	B
7	57	B
8	43	C
9	78	C
	67	C
RED 180º		
1		
2	33	A
3	48	A
4	27	A
5	34	B
6	31	B
7	60	B
8	37	C
9	24	C
	32	C
TRAMPA GALON AMARILLO 1 HORA DE EXPUESTO		
1		
2	228	A
3	22	A
4	87	A
5	15	B
6	7	B
7	18	B
8	26	C
9	34	C
	32	C

Cuadro 11A: Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor (A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 3, Zona Norte de Cartago 1990.

VARIABLE	No.CAPTURAS	VIENTO
CONTEO POR MINUTO		
1	162	A
2	116	A
3	86	A
4	53	B
5	35	B
6	61	B
7	64	C
8	29	C
9	23	C
RED 90Ω		
1	102	A
2	111	A
3	109	A
4	47	B
5	36	B
6	36	B
7	27	C
8	35	C
9	13	C
RED 180Ω		
1	68	A
2	94	A
3	65	A
4	10	B
5	27	B
6	26	B
7	28	C
8	32	C
9	10	C
TRAMPA GALON AMARILLO 1 HORA DE EXPUESTO		
1	681	A
2	327	A
3	437	A
4	189	B
5	62	B
6	67	B
7	44	C
8	26	C
9	24	C

Cuadro 12A:Captura de adultos en los puntos donde el viento llega en distintas formas (mayor (A), medio (B) o baja (C)), con cada una de las trampas, en la Finca 4, Zona Norte de Cartago 1990.

VARIABLE	No.CAPTURAS	VIENTO
CONTEO POR MINUTO		
1	102	A
2	93	A
3	109	A
4	69	B
5	110	B
6	115	B
7	71	C
8	88	C
9	70	C
RED 90º		
1	112	A
2	68	A
3	122	A
4	75	B
5	131	B
6	115	B
7	45	C
8	97	C
9	52	C
RED 180º		
1	87	A
2	97	A
3	89	A
4	99	B
5	145	B
6	122	B
7	56	C
8	578	C
9	68	C
TRAMPA GALON AMARILLO 1 HORA DE EXPUESTO		
1	99	A
2	263	A
3	133	A
4	84	B
5	48	B
6	69	B
7	86	C
8	49	C
9	18	C

Cuadro 13A: Correlación de Spearman para comparar la relación de las minas y las punciones en los distintos estratos estudiados, contra la captura de adultos de Liriomyza en tarjetas amarillas parte superior, en tres momentos importantes del ciclo del cultivo de papa. Alrededores de la Estación Carlos Durán Cartago, agosto - noviembre de 1991.

VARIABLE	r	Tstudent	Probabilidad
SIEMBRA - PREFLORACION (PRIMEROS 60 DIAS) N=66			
Arriba punciones	-0.34	-2.90	P<0.05
Minas de arriba	-0.31	-2.90	P<0.05
Medio punciones	-0.30	-2.52	P<0.05
Minas del medio	0.043	0.35	P>0.01
Abajo punciones	-0.33	-2.79	P<0.05
Minas de abajo	-0.32	-2.71	P<0.05
PREFLORACION - FLORACION (60 - 75 DIAS) N=66			
Arriba punciones	0.68	7.40	P>0.01
Minas de arriba	0.24	1.98	P>0.01
Medio punciones	0.74	8.82	P>0.01
Minas del medio	-0.30	-2.52	P<0.05
Abajo punciones	0.48	4.39	P>0.01
Minas de abajo	0.18	1.46	P>0.01
FLORACION - COSECHA (DESPUES DE 75 DIAS) N=66			
Arriba punciones	-0.27	-2.24	P<0.05
Minas de arriba	0.006	0.05	P=0.05
Medio punciones	-0.43	-3.82	P<0.05
Minas del medio	0.74	8.82	P>0.01
Abajo punciones	-0.44	-3.91	P<0.05
Minas de abajo	-0.38	-3.28	P<0.05

Cuadro 14A: Valores mínimos y máximos de captura de adultos de *Liriomyza* en el transcurso del ciclo del cultivo en los dos años estudiados 1990-1991. Estación Carlos Durán, Cartago.

Etapas del cultivo	Mínimo	Máximo
	1990	
Emergencia	4	200
Aporca	5	251
Tuberización	3	112
Floración	8	269
Cosecha	4	171
	1991	
Emergencia	135	250
Aporca	35	300
Tuberización	19	99
Floración	110	300
Cosecha	110	330

Cuadro 15A: Resultado de los máximos, mínimo promedio del área de un foliolo de la hoja del cultivo de papa, el área del tamaño de una punción y el tamaño promedio del área de una mina, donde posteriormente se cálcula el porcentaje de área de pérdida foliar (sumando 500 punciones como máximo y 10 minas). Catie, Turrialba, 1990.

	AREA FOLIAR	AREA DE PUNCION	AREA MINA	% DE PERDIDA FOLIAR
MAXIMO	32.11 cm^2	0.00239 cm^2		2.13
MIMINO	10.08 cm^2	0.00045 cm^2		6.80
PROMEDIO	20.20 cm^2	0.00068 cm^2	0.0244 cm^2	3.39

Cuadro 16A: Valores promedios de pérdida de área foliar, en el foliolo terminal, de una hoja de papa, para cada uno de los grados de daño, representados en la figura 20.

Grados de daño	No. punc foliolo	No. minas foliolo	% de Pérdida en de una hoja promedio
1	0 a 149	0	0.22%
2	150 a 249	0	0.65%
3	250 a 349	0	1.10%
4	350 a 500	2	1.53%
5	500	3 a 9	2.54%
6	500	10 a 15	3.26%
7	500	+ de 16	3.99%