

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**

**(CATIE)**

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA**

**AREA DE POSGRADO**

**IMPORTANCIA ECONOMICA DE *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) EN LA PAPA, EN COSTA RICA, Y OPCIONES PARA SU MANEJO UTILIZANDO PERIODOS CRITICOS Y UMBRALES DE ACCION**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Postgrado y Capacitación del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de**

***Magister Scientiae***

***por***


**OSCAR MARIO BAREA MONTELLANO**

***Turrialba, Costa Rica***  
***1994***

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

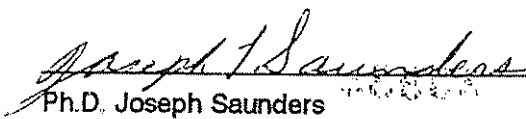
**MAGISTER SCIENTIAE**

**FIRMANTES:**



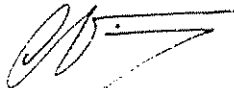
---

Ph.D. Luko Hilje  
Profesor Consejero



---

Ph.D. Joseph Saunders  
Miembro Comité Asesor



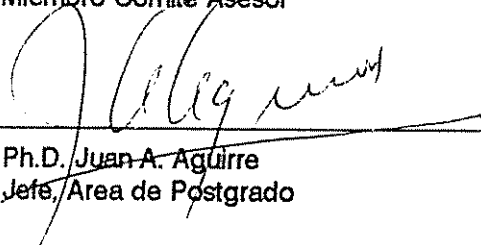
---

Ph.D. Octavio Ramirez  
Miembro Comité Asesor



---

M.Sc. Manuel Carballo  
Miembro Comité Asesor

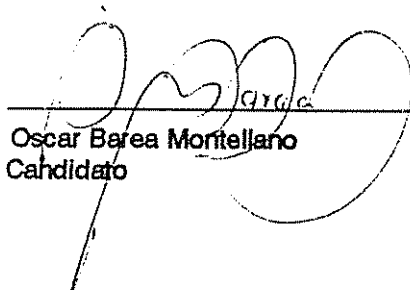


---

Ph.D. Juan A. Aguirre  
Jefe, Area de Postgrado

---

Ph.D. Assefaw Tewelde  
Director, Programa de Enseñanza



---

Oscar Barea Montellano  
Candidato

## DEDICATORIA

A mi adorada Madre, ejemplo  
de coraje, esfuerzo y amor.  
A la memoria de mi Padre.

Con todo mi amor a Vichy y  
nuestras hijas Angela y  
Noelia.

A mis hermanos Clara, Marina,  
Maria, Teresa, Rubén, Gloria,  
Carlos, y a mi cuñado Raúl.  
Especialmente a Rolando por  
haber culminado sus estudios.  
A mis queridos sobrinos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) convenio IBTA-CIP-COTESU por financiar mis estudios de Maestría. A sus ejecutivos Ph.D. André Devaux, M.Sc. Antonio Gandarillas, M.Sc. Gino Aguirre y M.Sc. Carlos Soria por su confianza y apoyo permanente. A los compañeros y técnicos internacionales de PROINPA por sus sugerencias y acertados consejos al momento de emprender esta empresa.

Mi más cordial agradecimiento al Ph.D. Luko Hilje, profesor consejero, por su conducción y apoyo para alcanzar el presente logro. A los miembros del Comité Asesor, Ph.D. Joseph Saunders, Ph.D. Octavio Ramirez y M.Sc. Manuel Carballo por sus acertadas observaciones y sugerencias. De manera especial, al Ph.D. Pedro Ferreira.

Al Proyecto RENARM-MIP e Ing. Douglas Cubillo, Lic. Gustavo Calvo, Sr. Alfonso Chacón y Sr. Guido Sanabria, por el apoyo logístico de campo y en la aplicación de la encuesta. Al Ing. Carlos Campos de la Comisión Nacional de la Papa; al Lic. Ronald Morales del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, e Ing. Jorge Morales del Banco Nacional de Costa Rica, por la información estadística.

A los señores Lalo Araya y Luis Rivera, por permitirme trabajar en sus parcelas y compartir sus experiencias.

## CONTENIDO

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Contenido.....	v
Resumen.....	vii
Summary.....	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de cuadros.....	x
Lista de anexos.....	xii
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Plagas de la papa en Costa Rica.....	5
2.2. Importancia de <i>L. huidobrensis</i> en Costa Rica.....	7
2.3. Biología y ecología de <i>L. huidobrensis</i> .....	8
2.3.1. Taxonomía y caracteres diagnósticos.....	8
2.3.2. Distribución geográfica.....	11
2.3.3. Ciclo de vida y reproducción.....	12
2.3.4. Enemigos naturales.....	15
2.3.5. Ambito de hospedantes.....	16
2.3.6. Hábitos alimentarios y daño.....	17
2.4. Período crítico del cultivo.....	18
2.5. Criterios de decisión.....	21
2.6. Métodos y técnicas de muestreo.....	24
2.7. Métodos de combate.....	29

<b>III. MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>36</b>
3.1. Diagnóstico e importancia de la plaga.....	36
3.2. Experimento de campo.....	38
3.2.1. Ubicación y manejo del experimento.....	38
3.2.1.1. Período crítico.....	39
3.2.1.2. Umbrales de acción.....	42
3.2.2. Variables de respuesta.....	44
3.2.3. Análisis estadística y económico.....	45
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
4.1. Impotancia económico .....	47
4.2. Período crítico.....	59
4.3. Umbrales de acción.....	69
<b>V. DISCUSION .....</b>	<b>78</b>
5.1. Importancia económico .....	78
5.2. Período crítico.....	83
5.3. Umbrales de acción.....	88
5.4. Situación actual de la plaga.....	93
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>98</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

BAREA M., O. 1994. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en la papa, en Costa Rica, y opciones para su manejo utilizando periodos criticos y umbrales de acción.

**Palabras clave:** Período crítico, umbral de acción, *Liriomyza huidobrensis*, manejo, *Solanum tuberosum*.

### RESUMEN

*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae) es una plaga primaria reciente en Cartago, Costa Rica. Mediante la recopilación de información primaria y secundaria se determinó su importancia económica. La plaga ocasionó cambios en la estructura de costos, durante el período 1989-1994, relacionados con la incorporación de nuevos insecticidas, y aumentó del número de aplicaciones. En el campo se evaluaron varios umbrales de acción y períodos de protección, bajo un diseño de bloques al azar. Las bajas poblaciones de la plaga, durante las estaciones seca y lluviosa, causaron la ausencia de diferencias en los rendimientos para los umbrales y períodos evaluados. El análisis económico determinó que la aplicación de insecticidas a estos niveles de población no son rentables.

BAREA M., O. 1994. Economic importance of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in potatoes, in Costa Rica, and management options, using critical periods and action thresholds.

Key words: Critical period, action threshold, *Liriomyza huidobrensis*, management, *Solanum tuberosum*.

#### SUMMARY

*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) is a new primary pest in Cartago, Costa Rica. This study sought to determine its economic importance through the compilation of primary and secondary information. The pest caused damage in the cost structure during the period from 1989 to 1994, related to the incorporation of new insecticides and increased number of applications. Various action thresholds and protection periods were tested in the field, using a random blocks design. The low pest populations, during the dry and rainy seasons, determined the absence of differences in yields for thresholds and periods tested. The economic analysis determined that insecticide applications at these population levels are not feasible.



LISTA DE FIGURAS

Figura N°	Página
1 Escala para el daño de <i>L. huidobrensis</i> en el cultivo de papa .....	41
2 Número promedio de adultos de <i>L. huidobrensis</i> , para las estaciones seca y lluviosa, durante la temporada del cultivo .....	60
3 Regresión entre el índice de daño del testigo y el número de adultos de <i>L. huidobrensis</i> , durante la temporada del cultivo, en ambas estaciones .....	65
4 Número promedio de adultos de <i>T. solanivora</i> y <i>P. operculella</i> durante la temporada del cultivo, en ambas estaciones.....	68
5 Número promedio de adultos de <i>L. huidobrensis</i> para las estaciones seca y lluviosa, durante la temporada del cultivo .....	71
6 Regresión entre el índice de año del testigo y el número promedio de adultos de <i>L. huidobrensis</i> por trampa, durante la temporada del cultivo. Estación seca y lluviosa .....	75
7 Número promedio de adultos de <i>T. solanivora</i> y <i>P. operculella</i> por trampa, durante la temporada del cultivo, para las estaciones seca y lluviosa ...	77

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N°	Página
1 Superficie sembrada, y rendimiento antes, durante y después de la aparición de <i>L. huidobrensis</i> como plaga (n=50) .....	48
2 Porcentaje de papa no comercial según el nivel de rendimiento obtenido antes, durante y después de la aparición de <i>L. huidobrensis</i> como plaga (n=50).....	49
3 Número y porcentaje de aplicaciones de insecticidas, según el número de agricultores, antes, durante y después de la aparición de <i>L. huidobrensis</i> (n=50)..	50
4 Número de aplicaciones de los insecticidas más utilizados, según el número de agricultores, antes de la erupción de <i>L. huidobrensis</i> .....	51
5 Número de agricultores que usaron diferentes dosis de insecticidas, antes de la aparición de <i>L. huidobrensis</i> como plaga .....	52
6 Número de aplicaciones de los insecticidas nuevos, según el número de agricultores, después erupción de <i>L. huidobrensis</i> .....	53
7 Dosis de los insecticidas más usados por los agricultores, después de la aparición de <i>L. huidobrensis</i> como plaga.....	54
8 Cambios en los costos unitarios (en colones) de insumos y rubros mencionados por los agricultores, según los avíos bancarios.....	57
9 Análisis de los costos (en dolares) de combate de insectos, en tres períodos con base en los datos promedio de la encuesta.....	57
10 Número de aplicaciones de insecticidas en los períodos de protección y testigos, en ambas estaciones .....	59
11 Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela (4.6 m <sup>2</sup> ), según categorías, para los períodos de protección. Estación seca .....	61
12 Índice daño para cada período de protección. Estación seca.....	62

13	Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela, según categorías, para los períodos de protección. Estación lluviosa.....	63
14	Índice daño para cada período de protección. Estación lluviosa.....	64
15	Análisis de dominancia de los beneficios netos para los períodos de protección, en ambas estaciones. Las cifras corresponden a colones.....	66
16	Análisis de retorno marginal de los beneficios netos de los períodos de protección, en la estación seca y lluviosa. Las cifras corresponden a colones.....	67
17	Número de aplicaciones de insecticidas en los umbrales de acción y testigos, en ambas estaciones...	70
18	Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela, según categorías, para los umbrales de acción, en la estación seca .....	72
19	Índice daño para cada umbral de acción. Estación seca .....	72
20	Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela, según categorías, para los umbrales de acción en la estación lluviosa.....	73
21	Índice daño para cada umbral de acción. Estación lluviosa .....	74
22	Análisis de dominancia de los beneficios netos para los umbrales de acción, en ambas estaciones. Las cifras corresponden a colones.....	76

## LISTA DE ANEXOS

Anexo N°	Página
1	Encuesta respecto al manejo de <i>Liriomyza huidobrensis</i> 114
2	Presupuestos parciales (miles de colones) para los los periodos de protección, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apolillados. Estación seca..... 119
3	Presupuestos parciales (miles de colones) para los los periodos de protección, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apolillados. Estación lluviosa..... 120
4	Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6m <sup>2</sup> ), según categorías, para los los períodos protección. Estación seca ..... 121
5	Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6m <sup>2</sup> ), según categorías, para los períodos de protección. Estación lluviosa..... 122
6	Presupuestos parciales (miles de colones) para los los umbrales de acción, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apolillados. Estación seca..... 123
7	Presupuestos parciales (miles de colones) para los los umbrales de acción, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apolillados. Estación lluviosa..... 124
8	Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6m <sup>2</sup> ), según categorías, para los umbrales de acción. Estación seca ..... 125
9	Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6m <sup>2</sup> ), según categorías, para los umbrales de acción. Estación lluviosa..... 126

## I. INTRODUCCION

En Costa Rica, la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) se concentra en la provincia de Cartago, con el 90% de la producción nacional. Su importancia radica en su gran aceptación por parte de los costarricenses y por ser un componente básico en su dieta diaria (MAG 1984, Comisión Nacional de la Papa 1989). En Cartago, el cultivo de papa es atacado por varios insectos, principalmente el minador del follaje *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) y las polillas *Tecia solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Posiblemente el uso intensivo de insecticidas para el combate de las polillas, así como algunos factores biológicos de *L. huidobrensis*, como su corto ciclo de vida y alta tasa de reproducción, y la presencia de una amplia gama de hospedantes provocaron, en 1989, una gran explosión poblacional de la plaga (Rodríguez et al. 1989, Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). Ello causó cuantiosas pérdidas a los agricultores de papa, cebolla, frijol y crisantemos de la zona hortícola de Cartago.

Las infestaciones de *L. huidobrensis* fueron severas en las primeras etapas del cultivo, ocasionando pérdidas totales en varias localidades de Cartago (Rodríguez et al. 1989). Esto provocó una contracción del área de siembra en 38% respecto al

año anterior (Rodríguez *et al.* 1993), una disminución del rendimiento promedio de 24.28 a 12.91 t/ha y un fuerte incremento en los costos de aplicación de insecticidas de 18.9% a 50.48% de los costos totales en fitoprotección (Hilje 1994, Rodríguez *et al.* 1993)). Como consecuencia, el Estado tuvo que desplegar muchos esfuerzos y recursos económicos dirigidos a incrementar la actividad de extensión (boletines y visitas), asistencia crediticia e investigación, y además incorporar subsidios a ciertos insumos para combatir a la plaga (Rodríguez *et al.* 1993).

*L. huidobrensis* es una plaga primaria de gran importancia y su manejo integrado es una prioridad, para disminuir las pérdidas en los cultivos y el costo de combate (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). Su manejo deberá orientarse hacia la reducción del volumen de insecticidas aplicados, lo cual podría lograrse mediante la determinación del período crítico del cultivo a la plaga y un umbral de acción para optimizar y disminuir el número de aspersiones.

Estos esfuerzos de investigación deberán conducir a posibles recomendaciones prácticas para los agricultores, para racionalizar el uso de insecticidas, disminuir los costos de producción, conservar los enemigos naturales de ésta y otras plagas, y reducir la contaminación ambiental.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar el impacto económico de *L. huidobrensis* durante su erupción y posterior establecimiento en la zona de Cartago, y determinar el período crítico y el umbral de acción para su manejo, para racionalizar el uso de insecticidas y disminuir los costos de combate.

### Objetivos específicos

- Evaluar los cambios en la estructura de costos de producción del cultivo de papa durante la erupción y establecimiento de *L. huidobrensis* como plaga, en la zona de Cartago.
- Determinar el período crítico clave de la infestación larval de *L. huidobrensis* en la papa respecto al rendimiento, e identificar el óptimo económico.
- Evaluar el efecto de varios umbrales de acción en el rendimiento del cultivo, con respecto a su valor económico y al costo de combate de la plaga.

## Hipótesis

- *L. huidobrensis* tuvo un impacto económico importante, que causó grandes pérdidas para los agricultores y un incremento permanente en los costos en fitoprotección, por su explosión repentina y conversión en una plaga primaria de gran importancia.
- Existe un período crítico del cultivo de la papa, de mayor susceptibilidad al ataque de *L. huidobrensis*, durante el cual se puede realizar su control adecuado y reducir los costos de combate.
- Existe un umbral de acción económicamente aceptable para decidir las medidas de manejo contra *L. huidobrensis*, que logre optimizar los costos de fitoprotección.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Plagas de la papa en Costa Rica

La producción de papa se concentra en la provincia de Cartago, en una superficie aproximada de 1800 ha por año y rendimientos comerciales que varían entre 20.7-24.5 t/ha (MAG 1984, Programa Nacional de Papa 1982, 1989).

En la región más seca y estacional de Cartago (Tierra Blanca, Llano Grande, Potrero Cerrado y Cot) se siembra en marzo, mayo, junio y octubre; en la región este (Santa Rosa de Oreamuno, Capellades, Pacayas, Santa Cruz de Turrialba) y en el sur (La Cima, El Empalme y Macho Gaff) en junio y diciembre (Ramírez y Schnell 1983, MAG 1984, CONITTA 1991, Hilje 1994a).

El cultivo de papa es atacado por varias plagas en Cartago. La polilla criolla *Phthorimaea operculella* (Zeller), causa daños de poca importancia económica, quizás porque las temperaturas a 1000-3000 msnm le son adversas (Hilje 1994a). La polilla guatemalteca *Tecia* (= *Scrobipalopsis*) *solanivora* Povolny, que ingresó en 1971-73 a Costa Rica proveniente de Guatemala, puede causar pérdidas cuantiosas (Murillo de la Rocha 1981, Hilje 1994a). Ambas especies se encuentran en proporción similar a altitudes mayores de 2500 msnm (CONITTA 1990). Otros insectos importantes son los jobotos, *Phyllophaga obsoleta* (Blanchard)

y *P. menetriesi* (Blanchard) (Hilje 1994b); gusanos cortadores, *Agrotis* spp. (Rodríguez et al. 1993); y los áfidos, *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* (Sulzer), que transmiten el virus del Enrollamiento de las Hojas de la Papa (PLRV), el más serio y de mayor incidencia en las zonas paperas bajas (600 a 2300 msnm) (Ramírez y Schnell 1983, CONITTA 1991).

La mosca minadora del follaje, *L. huidobrensis*, alcanzó gran importancia desde 1989. Actualmente está establecida como plaga importante en la zona de Cartago, por su amplia diseminación y potencial de daño (Rodríguez et al. 1990).

El tizón tardío, *Phytophthora infestans* (Mont, De Bary) es el hongo más importante que afecta a la papa en esa zona, seguido por el tizón temprano, *Alternaria solani* Sarauer, que se presenta en la estación seca (CONITTA 1991, Ramírez y Schnell 1983). Además están presentes *Rhizoctonia solani* (Kuhn), el torbó (*Rosellinia* spp.) y *Fusarium solani* (Sorauer), este último común en almacenamiento (CONITTA 1991). La bacteria *Pseudomonas solanacearum* (E.F.Smith) es frecuente entre 900 y 2000 msnm. *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Jones) y *E. c.* var. *atroseptica* (Van Hall) Dyve se presentan en las zonas altas con temperatura baja y alta humedad.

Según los productores de Cartago las pérdidas en la papa alcanzan un 24.36%, y las principales causas, en orden de

importancia, son: insectos (12.67%), enfermedades (3.89%) y daño mecánico (1.49%) (Jara 1991).

## 2.2. Importancia de *L. huidobrensis* en Costa Rica

*L. huidobrensis* se convirtió en una plaga de importancia en la zona papera de Cartago a partir de 1989, después de su explosión repentina. Afectó el patrón de las actividades de combate de insectos en la papa (Rodríguez et al. 1989), y continúa ocasionando pérdidas económicas a los horticultores.

Por el régimen de siembra en Cartago, el insecto está presente en varias localidades y épocas, ocasionando infestaciones en los cultivos en sus distintas etapas de desarrollo, que determinan pérdidas parciales o totales de rendimiento (Rodríguez et al. 1989, Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). El rendimiento promedio de papa se redujo de 24.28 a 12.91 t/ha y los gastos en uso y aplicación de insecticidas aumentaron, debido principalmente a la inclusión de larvicidas como la ciromazina (Vertimec) y la abamectina (Trigard), y adulticidas como tiocyclam-hidrogenoxalato (Evisect) y cartap (Padan), en los planes de manejo (Hilje 1994a, Comisión Nacional de la Papa 1990).

En 1989, esta plaga movilizó muchos esfuerzos y recursos del Estado y de los agricultores, para reducir su impacto

económico, el primero en la implementación de nuevas tácticas de manejo y la divulgación de esta información, y los agricultores en la adquisición de insecticidas y prácticas de nuevas estrategias de combate (Rodríguez et al. 1993).

*L. huidobrensis* es un problema nacional de gran importancia y su manejo integrado una prioridad para disminuir las pérdidas en los cultivos y el costo de combate (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). Los esfuerzos para desarrollar tácticas de manejo integrado de *L. huidobrensis* se han concentrado en la dinámica poblacional (Gómez 1991), la evaluación de trampas adhesivas (Rodríguez et al. 1991), insecticidas, extractos vegetales y repelentes (Rodríguez y Céspedes 1993, Bonilla 1993), umbrales de acción y criterios de decisión (Calvo et al. 1993, Hilje et al. 1993a), y control biológico (Carballo et al. 1990, Hilje et al. 1993b).

### 2.3. Biología y ecología de *L. huidobrensis*

#### 2.3.1. Taxonomía y caracteres diagnósticos

En 1926, Blanchard describió al insecto por primera vez en Argentina como *Agromyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Sin embargo, en 1938 consideró incluirla en el género *Liriomyza*, según el arreglo sistemático de Hendel para dicha familia (González 1973).

*L. huidobrensis* está relacionada con *L. strigata*, especie común en Europa. Ambas se parecen en la forma de la mina que hacen, la estructura de los espiráculos larvales posteriores y la genitalia masculina. Probablemente, hace miles de años la estirpe ancestral en Asia en parte se dispersó a través del estrecho de Bering hacia Norteamérica (Spencer 1981).

Antes de 1973, en la literatura norteamericana se usaron los nombres de Frick para dos especies importantes, *L. munda* y *L. langei*. En 1973, Spencer descubrió que dos especies descritas por Blanchard en Argentina en 1926 y 1936 eran similares a aquellas dos, por lo que se cambiaron los nombres: *L. langei* se convirtió en *L. huidobrensis*, y *L. munda* en *L. sativae*; además demostró que *L. decora* y *L. cucumifoliae* son iguales a *L. huidobrensis* (Spencer 1981, González 1973).

La separación taxonómica de *L. huidobrensis* se basa en el color del cuerpo, intermedio entre el de *L. trifolii* y *L. sativae*. También, el tercer segmento de la antena es ligeramente oscuro, mientras en las otras dos especies es amarillo brillante. Además, el tipo de venación alar distingue a *L. huidobrensis* (Spencer 1981).

En el diagnóstico de *L. huidobrensis* la genitalia de la hembra permite su identificación, la cual presenta dentículos cónicos y cuatro estaquillas basicónicas en los cerci; en cambio, *L.*

*sativae* tiene dentículos alargados y guías de huevos agudas y *L. trifolii* dentículos angulares y guías de huevos en forma de V (Knodel y Poe 1982). En Costa Rica los especímenes de Cartago presentan dentículos cónicos, dos guías de huevos y cinco o seis estaquillas, pero no cuatro, como indican Knodel y Poe (Romero et al. 1993b) y son iguales a las descritas por Sarmiento et al. (1989) como *L. huidobrensis*.

Con las características de la larva, como la disposición de los espiráculos posteriores, se puede separar a *L. huidobrensis* de las otras especies. En la larva cada espiráculo posterior tiene 6-8 bulbos, en contraste con un máximo de tres, en las otras especies; este carácter también es detectable en el pupario (Spencer 1981).

Las larvas y pupas se diferencian por el número y disposición de los poros estigmas (7-12 en *L. bryoniae*, 6-9 en *L. huidobrensis* y 3 en *L. sativae* y *L. trifolii*) (OEPP/EPPO 1992). Las pupas de *L. huidobrensis* se distinguen de *L. trifolii* por su mayor tamaño y la presencia de numerosos bulbos en los espiráculos anteriores (Parella y Bethke 1982).

Existen diferencias entre especies, según el tejido que consumen. Por ejemplo, *L. huidobrensis* se alimenta del mesófilo esponjoso, cerca de la nervadura central y las venas laterales, *L. trifolii* en el mesófilo de empalizada, y *L. brassicae* en el

mesófilo de empalizada y esponjoso (Bartlett 1991, Parella 1987, Spencer 1981).

### 2.3.2. Distribución geográfica

*L. huidobrensis* es originaria de América del Norte y se dispersó a la zona templada de Sudamérica (sur de Argentina y centro de Chile) (Spencer 1982). Actualmente causa daños en plantas ornamentales y hortalizas, en California (Parella 1982) y Sudamérica (Spencer 1973). Sin embargo, fue introducida a Florida y Virginia, posiblemente a través de material infestado proveniente de California (Poe y Montz 1981). Aunque *L. huidobrensis* fue hallada en Miami infestando crisantemos importados desde Colombia (Poe 1982a), en este país no es común (Spencer 1981).

Hasta antes de 1989, *L. huidobrensis* solo se presentaba en el oeste de Norteamérica, principalmente California, y parte de la zona templada de Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela) (Spencer 1973); fue introducida a Europa en ese año. En Holanda, Bélgica y Gran Bretaña fue observada en lechuga, tomate, pepino, crisantemos y cereales (Bartlett 1991, Van der Linden 1990, De Gauffau 1991, Van de Veire y Bleyaert 1990).

Actualmente *L. huidobrensis* causa daños en varios países de América Central, como Costa Rica, Panamá y Guatemala (Luko Hilje 1994, CATIE, com. pers.). No es muy conocida, pero se presenta en el norte y sur de México (Poe 1982b). En Costa Rica, desde 1983 se observó primero como plaga de la planta ornamental *Tropaelum* sp. (Spencer 1983). En dicho país además se encuentran sus congéneres *L. archboldi*, *L. commelinae*, *L. costaricana*, *L. irazui*, *L. lupini*, *L. marginalis*, *L. microglossae*, *L. sabaziae*, *L. sativae* y *L. trifolii* (Spencer 1983).

### 2.3.3. Ciclo de vida y reproducción

El adulto de *L. huidobrensis* mide cerca de 2 mm de longitud, es negro y con manchas amarillas en la frente, el escutelo, halterios, genas, abdomen y parte de las patas (Blanchard 1929, Lizarraga 1990). Las alas son hialinas, con nervaduras fuertes y amarillas, y calípteres grises (González 1973).

La hembra se diferencia del macho por ser de mayor tamaño y por su ovipositor prominente al final del abdomen. La cópula se inicia al emerger los adultos y se realiza en las hojas; ella puede copular varias veces con diferentes machos (PRACIPA 1992). Con el ovipositor realiza perforaciones en el envés de la hoja, moviéndolo de atrás hacia adelante, para depositar un huevo por cada punción (Sarmiento et al. 1986, Lizarraga 1990).



Los huevos son ovalados, algo alargados, sin adornos, de opalescentes a lechosos, de consistencia delicada y miden 0.29-0.32 x 0.16-0.17 mm (Parrella 1987, Lizarraga 1990, PRACIPA 1992). Tienen un período de incubación de 3-6 días a 14.6-20.4°C, en plántulas de papa (Lizarraga 1990), mientras que a 26.7°C en hojas de *Chrysanthemum morifolium* y *Aster* sp. fue de 3 días y en *Pisum* sp. 2.9 días (Parrella y Bethke 1984).

Además de las punciones de oviposición, la hembra hace punciones para obtener alimento. La hembra realiza más punciones de alimentación a mayores temperaturas; a 18.7°C y 75% HR hizo 3168 punciones en 12 días (Prando y Da Cruz 1986), mientras a 14.6°C y 88.4 %HR hubo 1875 punciones (Lizarraga 1991).

En el laboratorio, en esquejes de papa, a 14.6°C y 88.4% HR el período de oviposición promedio fue de 10 días y la fecundidad de 42 huevos (Lizarraga 1991); en folíolos de frijol fue de 130.8 huevos a 18.7°C y 75% HR (Prando y Da Cruz 1986). La longevidad de los adultos (ambos sexos) fue de 2-5 días, en ayuno, mientras que en esquejes de papa los machos vivieron 4-7 días y las hembras 18-32 días (Lizarraga 1991).

La larva, ápada y acéfala, pasa por 3 o 4 estadios, que se diferencian por el desarrollo de los ganchos bucales y el número de espiráculos visibles (Sarmiento et al. 1986,

Lizarraga 1990). Conforme aumenta la temperatura se reduce la duración del estado larval; en el laboratorio duró 13, 10, y 7.4 días a 14.6, 20.4 y 25°C, respectivamente (Lizarraga 1990). Su duración (26 días) fue similar en *Chrysanthemum morifolium*, *Aster* sp. y *Pisum* sp., a 26.7°C (Parella y Bethke, 1984). En papa, *Apium graveolens* (apio), *Bidens pilosa*, *Brassica campestris*, *Sonchus oleracea* y *Amaranthus* sp. duró 7-9 días a 23°C y 90% HR (Romero et al. 1991a).

El pupario es pardo claro u oscuro, más o menos cilíndrico, de 2.1 x 0.9 mm (Sarmiento et al. 1986, Lizarraga 1990). La larva empupa principalmente en el suelo y ocasionalmente en el envés de las hojas y pecíolos (Carballo et al. 1990). La pupa dura 21, 7 y 8 días a 14.6, 20.4°C y 25-26°C, respectivamente, a 60-80% HR y fotoperíodo de 12:12 (Prando y Da Cruz 1986, Lizarraga 1990).

En el laboratorio el ciclo total se acorta al aumentar la temperatura. Por ejemplo, a 22.7°C y 90% HR dura 21.4 días, sobre hojas de papa (Romero et al. 1991b). Sobre esquejes de papa dura 40, 25 y 19 días a 14.6, 17.3 y 20.4°C respectivamente, a 82-88% HR (Lizarraga 1990).

#### 2.3.4. Enemigos naturales

Se conocen al menos 40 especies de parasitoides de *Liriomyza* spp., entre los que destacan *Chrysocharis* y *Diglyphus* (Eulophidae), *Opius* y *Oenonogastra* (Braconidae), *Halticoptera* (Pteromalidae) y *Trigonogastra* (Ichneumonidae) (Aguilar et al. 1988, Parella 1987).

En Perú se registraron 11 especies de parasitoides de *L. huidobrensis*, ocho de ellos Eulophidae, dos Pteromalidae y un Braconidae (Delgado 1978, 1980). *Halticoptera ardui* importante, predominante en los Valles de Rímac, donde alcanzó un máximo de 40% de parasitismo; al disminuir, *Diglyphus websteri* puede aumentar hasta más del 50%. *Chrysocharis phytomyzae* es escaso y entra en diapausa (Cisneros 1986, Redolfi et al. 1987). En Cartago, Costa Rica están *Diglyphus isaea*, *Chrysocharis* sp., *Oenonogastra* sp. y *Opius* sp., y el primero es el más importante (Carballo et al. 1990); en la zonas bajas, a menos de 1700 msnm, durante la floración y cosecha se alcanzó un porcentaje de parasitismo de 85-90%, mientras que a 2400 msnm no superó el 20%.

En EE.UU., Francia, Colombia y Perú, se crían varios parasitoides y liberan en campo para el control de *Liriomyza* spp., tales como: *Chrysocharis* sp., *Hemiptarsenus semialbiclava*

y *Opius dissitus* (Prieto 1986). En Hawaii se han introducido varias especies contra *L. huidobrensis*, como *Chrysocharis parksi*, *Halticoptera patellana*, *Chrysonotomyia punctiventris*, *Opius dissitus* y *Ganaspidium pusillae*, de los cuales los dos primeros son los mejores (Johnson 1984).

### 2.3.5. Ambito de hospedantes

*L. huidobrensis* puede afectar varios cultivos hortícolas, muchas plantas ornamentales y malezas (Clercq y Casteels 1992, Hidalgo y Carballo 1990, Raman 1988, Valencia y Estrada 1986).

En California, en el campo e invernadero ataca a *Allium cepa* (cebolla), *Brassica oleracea* (repollo), *Pisum sativum* (arveja) (Poe y Montz 1981), y a las plantas ornamentales *Chrysanthemum morifolium*, *Dahlia* híbrida, *Dianthus caryophyllus* (clavel), *Gypsophila paniculata*, *Senecio cineraria* y *Tagetes patula* (Christie y Parrella 1987, Poe y Montz 1981).

En Brasil, Argentina y Costa Rica los hospedantes más comunes son: *Allium cepa* (cebolla), *Apium graveolens* (apio), *Beta vulgaris* (remolacha), *Capsicum annum* (chile dulce), *Chrysanthemum morifolium* (crisantemo), *Citrullus lannatus* (sandía), *Cucumis melo* (melón), *Cucumis sativa* (pepino), *Cucurbita maxima* (ayote), *Daucus carota* (zanahoria), *Dianthus caryophyllus* (clavel), *Lactuca sativa* (lechuga), *Lycopersicon*

*esculentum* (tomate), *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Pisum sativum* (arveja), *Sechium edule* (chayote), *Solanum tuberosum* (papa), *Spinacia oleracea* (espinaca) y *Vicia faba* (haba) (Campos y Takematsu 1982, González 1973, Rodríguez et al. 1989, Spencer 1981). Además, en Costa Rica, se ha observado en las malezas *Amaranthus* sp., *Bidens pilosa*, *Brassica campestris*, *Galinsonga ciliata* y *Sonchus oleraceus* (Hidalgo y Carballo 1991).

En Bélgica afecta al apio, lechuga, *Chrysanthemum frutescens*, *C. morifolium* (crisantemos), *Dahlia pinnata*, *Nicotiana alata*, *Petunia* híbrido, *Tagetes erecta* híbrido y *Verbena* sp. (Clercq y Casteels 1992).

#### 2.3.6. Hábitos alimentarios y daño

En el cultivo de papa la larva de *L. huidobrensis* se alimenta del parénquima foliar (Lizarraga 1991), desde su emergencia, durante las horas diurnas (Vélez et al. 1980, González 1973). Mina el parénquima esponjoso (Parrella 1987), cerca de la nervadura central y las venas laterales. Usualmente la mina se inicia en la parte superior de la superficie (donde está la mayoría de las punciones de alimentación y huevos), y luego las larvas se desplazan debajo de la epidermis (Parrella y Bethke 1982); éstas recorren 1.12 cm por día y 7 cm durante su vida, en promedio (PRACIPA 1992).

El daño es ocasionado por la alimentación de las larvas, al consumir el tejido foliar, formando galerías típicas para cada hospedante. Estas se unen y se tornan verde claro a marrón y luego se necrosan, reduciendo la capacidad de fotosíntesis del cultivo (González 1973). Además las hembras, al realizar punciones para succionar la savia, afectan la fisiología de la planta (Prando y Da Cruz 1986, González 1973). En el cultivo de papa, con 500 punciones y unas 10 minas de tamaño medio, se pierde aproximadamente 6.62 cm<sup>2</sup> de área foliar del folíolo terminal de una hoja (Gómez 1992).

Las preferencias alimentarias de *L. huidobrensis* varían según el hospedante. En Costa Rica, la papa y las malezas *Galinsonga ciliata* y *Brassica campestris*, son más preferidas que *Amaranthus* sp. y *Sonchus oleraceus* (Romero et al. 1991a).

#### 2.4. Período crítico del cultivo

Existen tres tipos de respuesta de la planta al daño de los insectos: resistencia, tolerancia y sobrecompensación (Poston et al. 1983). La segunda es la más común, probablemente; la planta puede compensar la misma cantidad de daño sin reducir el rendimiento comercial. La respuesta de los procesos y componentes afectados debe ser determinado a varios niveles de daño y etapas del cultivo.

El período crítico se define según la fenología del cultivo, pues implica cambios en la fisiología de la planta, la cual a su vez se asocia con la densidad de la plaga en las distintas estaciones y años (Hruska 1987). Así, el momento de aplicar una táctica de combate depende de la fenología del cultivo y del grado de infestación de la plaga (Aguilar et al. 1988, Hruska y Rosset 1987). La protección en diferentes etapas fenológicas de la planta permite separar explícitamente los efectos de la plaga en los distintos períodos (Hruska 1987, Rosset 1991).

En el cultivo de la papa se distinguen dos etapas fenológicas mayores: el crecimiento y desarrollo vegetativo y la tuberización. El follaje es importante en las primeras semanas después de la emergencia y entre la emergencia y el inicio de la tuberización (INIA 1980). El desarrollo foliar depende de la variedad, la edad fisiológica del tubérculo, el fotoperíodo y la temperatura (INIA 1980). A temperaturas altas las plantas tienen mayor área foliar al inicio del cultivo, pero la longevidad de las hojas es menor (Midmore 1988). El máximo desarrollo foliar en *S. t. tuberosum*, entre 450-2000 msnm y temperaturas de 16-24°C, ocurre a los 60 días después de la siembra (dds), mientras en los cruces *S. t. tuberosum* con *S. t. andigena* ocurre alrededor de 120 dds (Montaldo 1984).

Durante la tuberización se distinguen tres etapas: formación del tubérculo (56-91 dds), engrosamiento y diferenciación (91

y 112 dds) y llenado final (desde 112 dds), para las variedades Ica Nariño y Parda Pastusa (Alvarado 1986). Para *S. t. tuberosum* la tuberización se inició antes de los 45 dds y el peso de los tubérculos aumentó desde 45 hasta 60-75 dds, decayendo hacia los 90-105 días (Montaldo 1984). El peso fresco de los tubérculos de la var. Segura alcanzó su mayor tasa de ganancia diaria entre 49-63 dds (Hilje y Cartín 1989).

Varios estudios con defoliación simulada, por una sola vez, indican que el período más susceptible a la pérdida de área foliar es el período de formación de tubérculos, por su efecto en el rendimiento (Midmore 1986). Los daños hasta la mitad del ciclo del cultivo redujeron más la cosecha que las defoliaciones después de la mitad del ciclo. Las defoliaciones repetidas hasta 30% del área foliar en un lapso de 4-6 semanas durante la formación de tubérculos, no redujeron la cosecha significativamente, mientras que defoliaciones de 50 y 59% durante el mismo período, redujeron la cosecha en 14 y 36.8%, respectivamente (Cranshaw y Radcliffe 1980).

En EE. UU., las defoliaciones inducidas con el escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata* Say) hasta los 55 dds, causaron una disminución de 40% del área foliar al inicio del período vegetativo y no se redujo la cosecha; no obstante las defoliaciones naturales de un 25% durante el intervalo 43-57 dds redujeron la producción en más de 50% (Ferro et al. 1983).



En la var. precoz Revolución, no es necesario proteger a la planta contra *L. huidobrensis* hasta el final de su ciclo vegetativo; probablemente sea rentable solo hasta los 60 días después de la emergencia (dde) (Jara 1986). Su daño hasta los 40 dds no afectó el rendimiento, mientras que los inducidos entre los 40-70 dds disminuyeron el peso de los tubérculos.

## 2.5. Criterios de decisión

El daño es la reducción en la utilidad económica del cultivo, causada por el ataque de una plaga (Chiang 1982, Hutchins et al. 1988). La respuesta del cultivo a un ataque de la plaga, observable como la pérdida en rendimiento, se puede evaluar (Poston et al. 1983) mediante: a) la observación de poblaciones naturales de plagas; b) modificaciones de la población natural (reducida a diferentes niveles con insecticidas o enemigos naturales); c) establecimiento de poblaciones artificiales; y d) simulación de daño.

El desarrollo de tácticas para el manejo integrado de plagas (MIP) de un cultivo debe incluir el uso de criterios de decisión, sobre el momento económicamente oportuno para la aplicación de ciertas medidas de combate (French et al. 1994). Algunos principios sobre la toma de decisiones económicas, como los umbrales de acción, el análisis marginal, la función de producción, el modelo teórico de decisión y el modelo de

decisión del comportamiento, son opciones para evaluar el daño económico causado por las plagas (Mumford y Norton 1984, French 1989).

Durante al menos dos decenios, el concepto del nivel de daño económico fue aceptado como la columna vertebral del MIP. No obstante, es necesaria una reinterpretación del concepto para mejorar su aplicación, ya que resulta de un balance matemático de la economía y los factores biológicos (Poston *et al.* 1983, Pedigo *et al.* 1986).

La definición tradicional del nivel de daño económico es la densidad poblacional de la plaga a la cual el costo de combate iguala el beneficio económico del mismo (Stern *et al.* 1959). La de umbral económico, ligado íntimamente al anterior, es la densidad que justificaría el tratamiento cuando el beneficio del mismo apenas excede su costo de combate (Stern *et al.* 1959, Headley 1972, Onstad 1987). Ambos conceptos tienen una contradicción fundamental, al no establecer un criterio de acción óptimo desde el punto de vista económico, que trate de maximizar la diferencia entre el beneficio económico y el costo de combate, además de ser un modelo estático que no considera la dinámica poblacional de la plaga y la eficacia de los insecticidas (Rosset 1991, Ramírez 1993).

La literatura entomológica utiliza de distinta manera, algunas veces, los conceptos de "umbral económico" y "umbral de acción" sin una clara diferencia conceptual (Hruska y Rosset 1987). Ramírez (1993) redefinió el umbral de acción con base en la optimización económica, como la densidad de la plaga a la cual se deben aplicar acciones de control para maximizar las ganancias parciales que el agricultor espera obtener como resultado de estas medidas.

Para determinar un umbral de acción se debe tener información del nivel de la plaga y del rendimiento, para parcelas tratadas y no tratadas, para luego estimar las relaciones del rendimiento y la densidad de la plaga, cuantificar el costo del tratamiento y obtener un valor estimado del cultivo (Carlson y Headley 1987). El conocimiento de estas relaciones para distintos niveles de la plaga, puede conducir a ajustar las relaciones y estimar la forma de la curva de rendimiento (Carlson y Headley 1987). Es evidente que no existe una función típica (Southwood y Norton 1973, Chiang 1982, Pedigo et al. 1986).

Otro criterio de decisión utilizado en la producción agrícola es el análisis de beneficio-costo (Poston et al. 1983). En el caso del MIP, el presupuesto parcial es útil como instrumento de análisis para elegir entre varios métodos de manejo, según su contribución a las ganancias (Perrin 1979). Para evaluar

nuevas tácticas de manejo es preciso examinar las variaciones en los gastos y los ingresos asociados con las mismas (French 1989). Este método se basa en la máxima ganancia y el principio de marginalidad. En el combate de insectos plagas los beneficios deben mostrar un nivel óptimo de aplicación de insecticidas, en términos de maximización de ingresos, donde el beneficio adicional por la aplicación de plaguicidas exceda a su costo (Mumford y Norton 1984). La variabilidad de los ingresos es también un importante criterio de selección de opciones en las tácticas de combate de plagas (Szmedra et al. 1990).

## 2.6. Métodos y técnicas de muestreo

El muestreo es considerado como la base del MIP, por ser una idea implícita en su concepto y práctica (Barfield 1989). Su valor depende del método, que debe medir la población con menor riesgo e incertidumbre, así como proporcionar información valiosa de la población a través del tiempo (Mumford y Norton 1984). Un programa de muestreo puede ser económicamente factible para grandes campos, pero la relación funcional entre el tamaño del campo y el número de muestreos necesita un nivel de precisión dado, que debe ser determinado (Binns y Nyrop 1992).

Varios métodos de muestreo han sido desarrollados para la toma de decisiones en MIP, basados en la relación entre la varianza y la media, o un modelo específico de probabilidad (Binns y Nyrop 1992). Estos son diferentes a los muestreos de localización espacial de muestras, como el muestreo al azar simple, al azar estratificado o sistemático (Barfield 1989, Sarmiento 1984).

El muestreo secuencial es un método ampliamente utilizado en las decisiones en MIP, que trata de separar las densidades de las plagas en varias "categorías de decisión": tratar, no tratar o tomar más muestras. Este método reduce el tiempo de muestreo cuando la densidad de insectos es baja o alta respecto al umbral de acción (Barfield 1989), que puede variar entre estaciones o localidades (Kogan y Herzog 1980). Otro método es el muestreo binomial (Binns y Nyrop 1992, Binns y Bostanian 1991, 1988), definido como una relación entre la densidad de organismos por unidad de muestreo y la proporción de unidades de muestreo infestadas con más de  $N$  organismos, referido a un nivel de umbral o "número límite". Requiere un mínimo de un parámetro diferente de la media, como por ejemplo la agregación del parámetro "k" de la distribución binomial negativa. Este método es poco costoso por unidad básica de muestreo y fácil de aplicar en el campo.

Morris (1960), Strickland (1961) y Southwood (1977) mencionan varios métodos o técnicas de muestreo como: recuentos directos, recuentos sobre y dentro la superficie del suelo, captura por intercepción, captura con atrayentes, recuentos de residuos y determinación de daños. Los conteos visuales consisten en observar el hábitat; la captura con redes varía de acuerdo con la especie, el hábitat y el estilo de golpear; las trampas con atrayente usan feromonas o atrayentes alimentarios; en las trampas adhesivas y telas de sacudir se pueden variar el color y los adherentes (Barfield 1989). Las técnicas más usadas en el muestreo de *L. huidobrensis* son las trampas amarillas adhesivas y el conteo visual de minas activas, de adultos, pupas y punciones foliares (Jara 1986, Rodríguez et al. 1989).

Las tarjetas amarillas impregnadas con pegamento se utilizan para muestrear adultos de *Liriomyza* spp. (Musgrave et al. 1975). Algunos estudios posteriores confirman que dicho color es muy atractivo para ellos (Tryon et al. 1980, Parrella y Jones 1985, Parrella 1987). Se utilizan para disminuir la infestación de *L. huidobrensis*, así como para decidir la aplicación de insecticidas (Raman 1984).

En Cartago, Costa Rica, se compararon varios tipos de muestreo de *L. huidobrensis*, como los conteos visuales de adultos, capturas con red entomológica y trampas amarillas. La mayor captura de adultos y la mejor precisión se obtuvieron con las

trampas de 10 x 15 cm, ubicadas en el tercio superior de la planta (Gómez y Rodríguez 1994).

Aunque en 1989 y 1990 el 65% de los agricultores utilizaron estas trampas para el seguimiento y combate de *L. huidobrensis* (Rodríguez et al. 1990), actualmente su uso es escaso. Utilizándolas, se propuso un umbral de acción de 300 moscas/trampa/semana en promedio (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990), que tiene limitaciones por la gran movilidad de los adultos, los cuales aparecen durante todo el ciclo del cultivo (Rodríguez 1994). Actualmente el umbral para adultos se está validando en parcelas MIP en varias localidades de Cartago (Calvo et al. 1994)

En tomate, se estimó la población de *Liriomyza* spp. seleccionando al azar seis plantas contiguas y los tres folíolos terminales de la 3ª o 4ª hoja expandida (Schuster y Beck 1983). Este criterio mejoró con el muestreo binomial (presencia y ausencia) de larvas en los tres folíolos terminales de la 7ª hoja desde arriba; ésta se ha utilizado con éxito como umbral de acción en Florida (Schuster y Beck 1984, Pohronezny et al. 1986).

Un criterio similar se aplicó a *L. huidobrensis* en papa, para evaluar varios umbrales de acción (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). Rodríguez y Céspedes (1993) establecieron una escala de

intensidad de daño por hoja con cuatro grados: 1) pocas punciones, 2) pocas punciones y menos de 5 minas activas, 3) de 5-15 minas y 4) más de 15 minas. Segura (1991) y Hilje *et al.* (1993b) usaron la suma de los grados 3 y 4, cuando alcanzó más del 50% de las hojas afectadas; Calvo *et al.* (1993) utilizó 16, 32 y 48 minas activas en promedio. Estos criterios, en proceso de validación, no determinaron el efecto del daño foliar de *L. huidobrensis* en el rendimiento de la papa, pero identificaron la importancia y posibilidad de aplicar el criterio de los umbrales para el manejo de la plaga.

Para *L. trifolii*, el muestreo de larvas en el follaje tiene ventajas sobre las trampas amarillas, en cuanto al área cubierta para el muestreo y el tiempo invertido (Parrella y Jones 1985). Esta técnica puede ser usada para obtener una rápida estimación del número de larvas, con mínimo esfuerzo. Usado con el muestreo de adultos por planta, se tiene mayor criterio para tomar decisiones en un programa MIP (Jones y Parrella 1986).

El muestreo secuencial es aplicado en el tomate, basado en la proporción de folíolos minados (Wolfenbarger y Wolfenbarger 1966) y el número de larvas vivas por folíolo (Johnson *et al.* 1982). El desarrollo del muestreo secuencial de plantas con un nivel de precisión predeterminado, puede proporcionar una importante ayuda para monitorear fluctuaciones de las



poblaciones de minadores con mínimo tiempo y esfuerzo (Zehnder y Trumble 1985).

## 2.7. Métodos de combate

El combate de *Liriomyza* spp. mediante cultivares de papa resistentes, es una opción para su manejo. Varios clones y variedades de diferente madurez se evaluaron con resistencia a *L. huidobrensis*: precoces (menos de 90 días), intermedios (90-120 días) y tardíos (más de 120 días). Los clones precoces fueron más afectados por la plaga (Yábar 1987). Hubo correlación negativa significativa entre el porcentaje de hojas dañadas y el índice de daño en una escala visual, que resultaron menores conforme aumentó el período vegetativo de los clones (Yábar 1986).

Reynoso (1987) determinó que el cultivar B-71-240-21 fue el más tolerante al ataque de *L. huidobrensis*, con rendimiento de 18.6 t/ha y la variedad Revolución la más susceptible, con más de 70% de follaje dañado y 13.27 t/ha.

Algunos clones con tricomas glandulares son utilizados como una fuente de resistencia a plagas importantes. De 86 de estos hubo cuatro resistentes a *L. huidobrensis*, durante los primeros 45 días después de la emergencia (Centro Internacional de la Papa 1991).

El combate químico es el método más usado y polémico, por los perjuicios colaterales que ocasiona al agroecosistema y el desarrollo de resistencia de las plagas a los insecticidas. En Cartago, Costa Rica, se encontró que todos los agricultores utilizan insecticidas para el combate de *L. huidobrensis* y que se usan 25 tipos diferentes, incluyendo organofosforados, carbamatos, piretroides y biológicos. Ellos consideran que la abamectina (Vertimec), ciromazina (Trigard) y cartap (Padan) dan resultados satisfactorios (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990).

Segura (1991) y Rodríguez et al. (1993), al combatir a *L. huidobrensis*, obtuvieron mejores rendimientos con Cartap (Padan), tiocyclam hidrogenoxalato (Evisect), abamectina (Vertimec) y carbaril (Sevin). En el laboratorio, el Trigard y metamidofós (Tamarón) causaron 100% de mortalidad a larvas de *L. huidobrensis*, mientras que el Vertimec, Padán y Evisect dieron valores de 83%, 56% y 20%, respectivamente; la mortalidad de adultos fue 100% con metamidofós, Evisect y Padán (Ochoa y Carballo 1993). La ciromazina fue eficaz contra larvas de *L. trifolii* en tomate (Schuster y Everett 1983).

En el invernadero, en frijol, la ciromazina perjudicó poco a los parasitoides, pero el cartap les ocasionó mayor mortalidad (Carballo et al. 1990). Este controló mejor a *L. huidobrensis* en la papa y se obtuvo un mayor porcentaje de parasitismo que

con abamectina. Para combatir a *L. huidobrensis* en crisantemos, el oxamyl superó a los granulados carbofurán y isazofos (Masís 1991).

Parrella y Trumble (1989) documentaron altos niveles de resistencia a la permetrina (Ambush), en una colonia de *L. trifolii* obtenida de crisantemos. Keil y Parrella (1990) determinaron que desarrolló resistencia a mezclas de permetrina y paratión metílico, así como de DDT y cipermetrina (Cymbush). *L. huidobrensis* fue más tolerante a deltametrina (Decis) y gamma-HCH que una colonia susceptible de *L. trifolii*, y más tolerante a triazophos. Esto sugiere que algunos insecticidas pueden no ser eficaces contra esta plaga (MacDonald 1991).

Los insecticidas botánicos que se recomiendan para el combate de minadores son: hombre grande (*Quassia amara*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y nim (*Azadirachta indica*) (Stoll 1991). Las soluciones acuosas de 0.1 y 0.05% de nim fueron eficaces contra huevos y larvas de *L. sativae* (91-100% de mortalidad) y el extracto de 0.1% aplicado a hojas de crisantemos inhibieron a las hembras de *L. trifolii* de perforar con su ovipositor (Webb et al. 1983). Para obtener la máxima eficacia del extracto de semillas de nim aplicado al follaje contra *L. trifolii*, se requiere una buena cobertura (Larew 1988).

Los extractos licuados de ajo (*Allium sativum*), tomillo (*Thymus vulgare*) e higuierilla (*Ricinus communis*), para el combate de *L. huidobrensis*, redujeron los rendimientos de papa, aún presentando protección contra la plaga (Rodríguez y Céspedes 1993). En pruebas de insecticidas y extractos vegetales, hubo un menor daño con el bifentrina (Talstar) que con los extractos mencionados (Bonilla 1993).

La capacidad de desarrollar resistencia a insecticidas de *L. trifolii* y *L. huidobrensis* (Parrella et al. 1984, Macdonald 1991), además de otros factores, implican la necesidad de buscar otros métodos de combate. El aprovechamiento del comportamiento de *L. huidobrensis* para su combate, mediante trampas amarillas que capturan a los adultos, es una medida utilizada en brotes de la plaga, y los plásticos adhesivos son una respuesta lógica y comercialmente viable (Long 1991). Durante la explosión de *L. huidobrensis* en Cartago, casi el 100% de los agricultores utilizó trampas amarillas de galón plástico para su captura masiva, pero su uso declinó posteriormente (Rodríguez et al. 1991).

El combate cultural es una opción preventiva (Andrews y Howell 1989). En Perú, las combinaciones de cultivares de papa redujeron la cantidad de larvas de *L. huidobrensis* en la variedad tolerante Tomasa Condemayta, pero la incrementaron en la variedad susceptible Revolución (Midmore y Alcázar 1990);

por el contrario, el cultivo mixto redujo las poblaciones de adultos y de punciones de alimentación en la variedad susceptible de cada mezcla.

Zambon *et al.* (1991) en Brasil, observaron que el uso excesivo de fertilizantes en papa aumentó la población de *Liriomyza* spp., y que la combinación de aldicarb y fertilizante a la siembra fue el mejor tratamiento para controlar a la plaga.

En Brasil, mediante el manejo de la humedad y el sustrato en el invernadero, se obtuvo una mortalidad de prepupas de *L. trifolii* de 70-85%, a 50% HR. Conforme ésta aumentó, la mortalidad decreció; la mortalidad máxima de pupas (50%) se alcanzó a 20% HR. Aparentemente, el empupamiento ocurrió normalmente para los diferentes sustratos evaluados, pero la emergencia se redujo significativamente cuando el espesor de arena fue mayor a 20 cm. Otra práctica para reducir la infestación de *L. trifolii* en tomate es el uso de polietileno blanco como cobertura del suelo, que puede combinarse con la aplicación de agua en la superficie (Keularts y Lindquist 1989).

Estas tácticas culturales podrían ser compatibles con programas de combate biológico de las moscas minadoras (Keularts y Lindquist 1989). *Diglyphus begini* es un buen candidato para el combate biológico de *L. trifolii*, por no tener

hiperparasitoides y ser eficiente para localizar y matar larvas (Heinz y Parrella 1989). Sus liberaciones inundativas sin aplicaciones de insecticida redujeron la población de *L. trifolii* y el daño foliar a 0-1.2 minas por hoja, en la parte superior de *Tagetes erecta* (Heinz y Parrella 1990). Jones et al. (1986) hicieron liberaciones repetidas de *Diglyphus intermedius* y *Chrysocharis parksi* para el combate de *L. trifolii* en crisantemos, en invernadero. En Colombia (Gaviria et al. 1982) y Francia (Lyon 1985), también se efectuaron liberaciones inoculativas e inundativas de *Diglyphus* spp.

La mortalidad de *L. huidobrensis* por parasitoides en Tierra Blanca, Cartago (1700 a 2000 msnm), causada especialmente por *D. isaea*, no superó el 30% (Carballo et al. 1990). En San Rafael de Oreamuno, a menor altitud el control natural por *D. isaea* y *Opius* sp., es bajo al inicio del cultivo y puede aumentar hasta 85-95%, cuando la papa se encuentra entre la floración y la cosecha (Carballo et al. 1990). El parasitismo *D. isaea* durante la estación lluviosa no es importante, pues sus valores rara vez superan 10-20%, aunque se incrementa hasta 65% hacia el final de la temporada del cultivo (Hilje et al. 1993b); Calvo et al. (1994) observaron valores de apenas 2-18%. En las malezas *Amaranthus* sp., *Bidens pilosa* y *Galinsoga ciliata* se observaron porcentajes de parasitismo altos, de 87, 66 y 64%, respectivamente, en varias localidades de Cartago (Hidalgo y Carballo 1991).

En el laboratorio, la aplicación foliar del nematodo entomopatógeno *Steinernema carpocapsae*, que completa su desarrollo, se reproduce y desarrolla estados infectivos dentro la larva del insecto, en laboratorio causó un 64% de mortalidad en adultos de *L. trifolii* (Harris et al. 1990). En el invernadero, después de dos aplicaciones foliares, el daño y el número de adultos de *L. trifolii* observados en el follaje fueron menores.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Diagnóstico e importancia de la plaga

Para determinar la importancia económica de *L. huidobrensis*, se recopiló información sobre el cultivo y la plaga durante el período de 1988-1994, mediante fuentes primarias y secundarias.

Para recabar la información primaria se realizó un sondeo previo y la visita a algunos agricultores. Se elaboró un cuestionario con el apoyo de especialistas de varias disciplinas, cuyas preguntas se enfocaron a tres áreas: aspectos agronómicos y generales, manejo de la plaga, y costos de producción con énfasis en la fitoprotección (Anexo 3). Este fue probado con un grupo de agricultores, para ajustar algunos aspectos y medir su tiempo de ejecución.

Luego se utilizó una encuesta formal, que se aplicó en la mayoría de localidades productoras de papa de Cartago, de los cantones de Alvarado (Pacayas, Llano Grande, San Martín, Cervantes, Trinidad, Las Aguas, Capellades y Presidio); Oreamuno (Cipreses, Boqueron, Pueblo Nuevo, Cot, Descansades, Santa Rosa, San Martín, Potrero Cerrado y Sanatorio) y Cartago (Llano Grande, Barrio Los Angeles, Cuatro Vientos, Ortiga, Tierra Blanca, La Esperanza y Rodeo).



El tamaño de la muestra (n=50) se definió con base en el número de productores de papa de cada localidad, según las estadísticas del Comisión Nacional de la Papa (CNP) y correspondió al 7-10% de ellos. Su elección se realizó con el apoyo de los extensionistas del MAG, quienes sugirieron a algunos agricultores, de los cuales se entrevistó a los que tuviesen experiencia en el cultivo y al menos una parcela en producción cuando se realizó la entrevista.

La información secundaria se obtuvo de varias instituciones involucradas en la producción de papa en Costa Rica. De la CNP se obtuvieron datos sobre la superficie cultivada, volumen de producción, rendimiento anual promedio y precios de venta, para el período de estudio. Del Sistema Bancario (Banco de Costa Rica, Banco de Crédito Agrícola de Cartago y Banco Nacional de Costa Rica), los costos de producción mediante los avíos interbancarios. Del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA), los precios de venta de papa y su procedencia.

La información de la encuesta se analizó mediante el programa Fox-pro, creando una base de datos. Se obtuvieron promedios y porcentajes de rendimientos, pérdidas y costos de producción, percepción del problema y de su manejo por parte del agricultor. Este análisis fue complementado con los datos de las instituciones consultadas.

El análisis de costos se realizó con base en los costos de producción en los avíos, los rendimientos promedio por hectárea (CNP) y los precios promedio de mercado (PIMA, CNP), así como los resultados de la encuesta. Para ello solo se consideraron las variaciones en los costos de combate de insectos-plagas.

### 3.2. Experimentos de campo

#### 3.2.1. Ubicación y manejo de los experimentos

El trabajo se realizó durante las estaciones seca (noviembre-febrero) y lluviosa (junio-setiembre) en 1993-94, en parcelas de agricultores, en Tierra Blanca y Llano Grande (Cartago, Costa Rica), respectivamente. Están ubicadas en las estribaciones del volcán Irazú, en la zona de bosque tropical premontano (Holdridge 1979). Tierra Blanca está a  $09^{\circ} 55' 02''$  N y  $83^{\circ} 54' 44''$  O, a 2080 msnm, y Llano Grande a  $09^{\circ} 56' 26''$  N y  $83^{\circ} 54' 44''$  O, a 2270 msnm. La temperatura promedio anual es de  $15-16^{\circ}\text{C}$  y la precipitación media de 1800-2000 mm.

En ambas estaciones se sembró la var. Granola, a 30 cm entre plantas y 80 cm entre surcos. Al sembrar se aplicó un nivel de fertilización de N-P-K de 110-330-110 por hectárea, con el fertilizante 10-30-10, y clorpirifós granulado (Lorsban 10% G), a 25 kg/ha y Rhizolec, a 1 kg/ha al suelo, ambos de producto comercial; al aporque un nivel N-P-K de 90-25-75 por hectárea,

con la formulación 18-5-15. Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron los microelementos zinc, magnesio, boro, hierro, magnesio y potasio.

Cuando había emergido el 80% de las plantas se aplicó deltametrina (Decis 25% C.E.), a razón de 250 ml/ha de producto comercial, al suelo, contra gusanos cortadores (Noctuidae). El combate de *Phytophthora infestans* se efectuó según la práctica del agricultor, con los fungicidas oxadixyl + mancozeb, propineb, mancozeb, clorotalonil, propanocarb, captan, maneb-zineb y cobre.

Para el manejo de las polillas *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* se instalaron dos trampas de feromona de cada una, en los bordes de cada parcela. La aplicación de adulticida (clorpirifós, a 250 ml/200 l) se basó en un umbral de acción de 100 adultos/trampa/semana, combinando ambas especies (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990). Esta evaluación de polillas se realizó con el objeto de diferenciar el daño de ellas, respecto al ocasionado por *L. huidobrensis*.

#### 3.2.1.1. Período crítico

Se definieron, con base en las labores culturales y la fisiología de la planta, tres etapas fenológicas del cultivo de papa: 1) entre la emergencia y el aporque (hasta la 4ª semana),

2) entre el aporque y el 50% de floración (5ª hasta 6ª semana),  
3) entre el 50% de floración y la cosecha (7ª hasta 10ª semana).  
Con base en éstas se establecieron los siguientes períodos de protección:

1. Emergencia a aporque (E-A): 1ª a 4ª semana
2. Emergencia a 50% de floración (E-A-F): 1ª a 6ª semana
3. Aporque a 50% de floración (A-F): 4ª a 6ª semana
4. Aporque a cosecha (A-F-C): 4ª a 10ª semana
5. 50% de floración a cosecha (F-C): 6ª a 10ª semana
6. Testigo absoluto (TEST): sin aplicaciones
7. Testigo relativo (AGRIC): aplicaciones según el criterio del agricultor.

Los tratamientos se dispusieron en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental, de 40 m<sup>2</sup>, comprendió 10 surcos de 4.5 m de longitud, separados por un surco libre, con cinco surcos a cada lado, para facilitar el manejo de la plaga; estas unidades tuvieron una separación de 1 m y entre repeticiones fue de 1.5 m.

Durante el período correspondiente a cada tratamiento se aplicó semanalmente el larvicida abamectina (Vertimec 1.8% C.E.), a 100 ml /200 l de agua, de producto comercial. La aspersion se realizó con una bomba manual, con boquilla cónica y a presión aproximada de 3.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Se registró el daño de las larvas la abundancia de adultos de *L. huidobrensis*, semanalmente. El primero se evaluó en 10 plantas al azar, en el folíolo terminal de la 7ª hoja desde arriba, según la siguiente escala (Fig. 1):

- Grado 0 : Sin daño (sin punciones ni minas)
- Grado 1 : Solo punciones
- Grado 2 : < 5 minas activas
- Grado 3 : 5-10 minas activas
- Grado 4 : > 10 minas activas

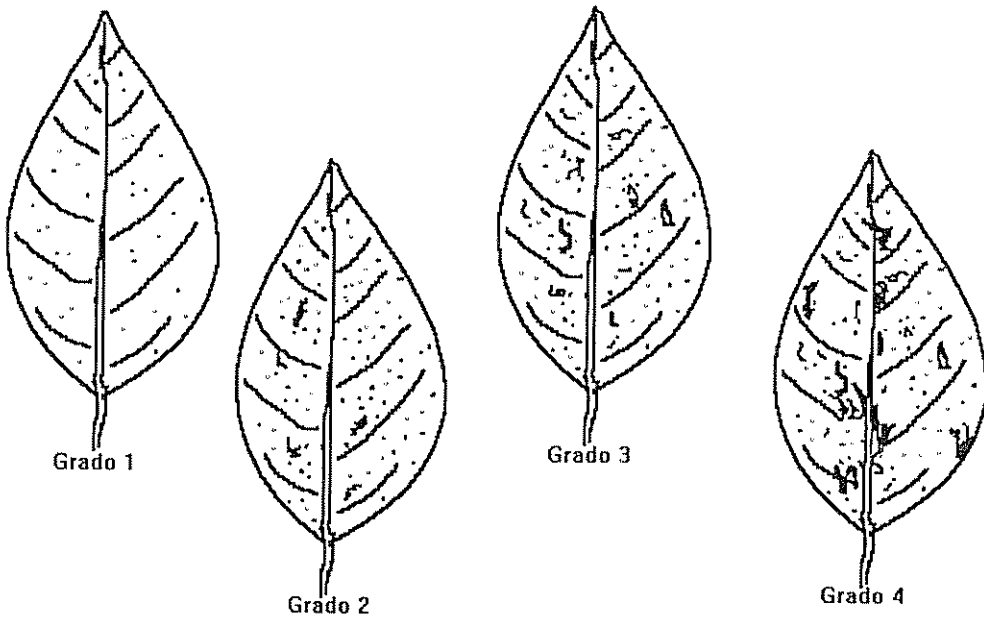


Figura 1. Escala para el daño causado por *L. huidobrensis* en el cultivo de papa.

Para el monitoreo de adultos se colocaron seis láminas amarillas adhesivas, de 10 x 15 cm, impregnadas en grasa de motor Pennzoil 707L. Se distribuyeron en forma equidistante, en la periferia del experimento.

### 3.2.1.2. Umbrales de acción

Estos se definieron con base en la escala de daño previa, asumiendo como importante el grado 3, por el número de minas activas (Fig. 1). Se establecieron seis tratamientos, para evaluar la frecuencia con que alcanzó el grado 3 en el total de hojas examinadas, y decidir la aplicación del larvicida abamectina.

Con base en la distribución binomial se determinó, con una confiabilidad de 95% (según el porcentaje de hojas con grado 3 previsto para cada umbral) el número de hojas dañadas (x) con ese grado para decidir la aplicación del larvicida. Los tratamientos fueron los siguientes:

- |                     |       |
|---------------------|-------|
| 1. Umbral 1 (U-10): | > 10% |
| 2. Umbral 2 (U-25): | > 25% |
| 3. Umbral 3 (U-50): | > 50% |
| 4. Umbral 4 (U-75): | > 75% |

5. Testigo absoluto (TEST): Sin aplicaciones
6. Testigo relativo (AGRIC): Aplicaciones según el criterio del agricultor.

El experimento se ajustó a un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental, de 40 m<sup>2</sup>, comprendió 10 surcos de 4.5 m de longitud, separados por un surco libre, con cinco surcos a cada lado, para facilitar el manejo de plagas.

Las evaluaciones se realizaron semanalmente en 10 plantas al azar por repetición, en el folíolo terminal de la 7<sup>a</sup> hoja. Cada vez que se alcanzó el umbral respectivo en una unidad experimental se aplicó abamectina, a 100 ml/200 l, del producto comercial. La aspersion se realizó con una bomba manual, con boquilla cónica y a presión aproximada de 3.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el monitoreo de adultos se instalaron seis láminas amarillas adhesivas, impregnadas con grasa transparente Pennzoil 707L, distribuidas en forma equidistante en la periferia del experimento. Para el combate de adultos, durante los primeros 30 días del cultivo, se utilizó el umbral de 300 adultos/trampa/semana (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990), para así evaluar los umbrales para larvas solo durante el período de

30 días después de la siembra hasta 21 días antes de la cosecha.

### 3.2.2. Variables de respuesta

En ambos experimentos se cosecharon 3 m lineales del surco central de los cinco surcos de cada lado; en total se cosecharon 6 m o 4.8 m<sup>2</sup>. Se dejaron dos surcos laterales y 0.75 m en el surco, como bordes.

Los tubérculos se clasificaron según las siguientes categorías comerciales: 1<sup>a</sup> (>200 g), 2<sup>a</sup> (100-200 g) , 3<sup>a</sup> (40-100 g) (tubérculo-semilla) y 4<sup>a</sup> (< 40 g). Además, para cada categoría, se separaron y pesaron las papas atacadas por las polillas. Según los criterios de mercado, se calculó el rendimiento comercial, así como la porción del rendimiento dañada por las polillas.

En cada experimento se determinó el índice de daño para cada tratamiento y durante el ciclo del cultivo, según la siguiente fórmula:

$$\text{I.D.} = \frac{0 \times (\text{hojas grado } 0) + \dots + 4 \times (\text{hojas grado } 4)}{\text{Total hojas evaluadas}}$$



### 3.2.3. Análisis estadístico y económico

En ambos experimentos se aplicó el análisis de varianza, para el diseño bloques al azar, a las siguientes variables: número y peso de tubérculos de las cuatro categorías; número y peso de tubérculos comerciales y no comerciales; y número y peso de tubérculos dañados por polillas en las mismas categorías y clases. También, se le aplicó a la expresión porcentual del número y peso de tubérculos comerciales dañados por polillas. A las variables, cuando fue pertinente, se le aplicó la prueba de medias de Duncan.

Los datos de índice de daño se analizaron mediante diseño bloques al azar, para medias ponderadas.

Para el análisis económico, se determinaron las cantidades utilizadas de los factores variantes entre los períodos de protección y umbrales de acción, mediante el registro y seguimiento de las actividades de manejo. El costo de los insecticidas correspondió a los precios para cada época de siembra. El precio de mano de obra fue el valor de contratación establecido en la zona. El precio de venta del producto correspondió a aquel en la finca (menos el costo de cosecha), que no incluye el costo de transporte y comercialización.

La evaluación económica para los diferentes umbrales de acción y períodos de protección se realizó para la papa comercial con y sin daño de polillas, según la metodología de presupuestos parciales y análisis marginal de los beneficios netos (Perrin et al. 1976) y criterios de decisión (Ramírez 1993).

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Importancia económica

De los 50 agricultores encuestados, el 80% tienen más de 10 años de experiencia en el cultivo, y el 87.5% son mayores de 29 años. El 94% indicaron que la papa tiene más problemas con *L. huidobrensis*, seguido por la remolacha (30%), frijol (26%) y la cebolla, zanahoria y pepino (44%).

Todos han sido afectados por *L. huidobrensis*. El 28% la observó desde 1988, el 48% la conoció durante 1989, y el 24% la observó entre 1990-92. Durante 1989, el 68% tuvo problemas serios con la plaga, el 20% en 1990 y el resto en los años siguientes (12%). El 64% percibió una infestación súbita que les sorprendió, y el 36% una infestación baja y paulatina, que les dio tiempo para combatirla. Para el 61% la plaga es más severa durante la estación seca, para el 26% en la lluviosa y el 6% la considera peligrosa en ambas estaciones.

Como consecuencia de la erupción de la plaga en 1989, 12% dejó de sembrar papa durante 1990, pero volvieron a sembrar porque se disponía de nuevos insecticidas. Además el 12% redujo el área de siembra en 35-50%; ninguno cambió de sitio o zona de siembra. En 1990 se redujo en 13.8% la superficie anual sembrada, y entre marzo-julio en 38%, respecto a 1989, por la

plaga y la falta de semilla (Comisión Nacional de la Papa 1990).

Antes de 1989, el rendimiento promedio era de 24.73 t/ha, pero en 1989 se redujo a 11.75, y en 1994 ascendió a 24.49 t/ha. La reducción en 1989 afectó más a los agricultores con menor superficie sembrada (Cuadro 1), y menos a los de mayor superficie; los de superficies medianas tuvieron valores intermedios. Antes de 1989 y en 1994 los rendimientos fueron superiores a 10 t/ha, independientemente de la superficie sembrada.

Cuadro 1. Superficie sembrada, y rendimiento antes, durante y después de la aparición de *L. huidobrensis* como plaga (n=50).

Superf. (ha)	Rend. (t/ha)	Agricultores					
		< 1989		1989		1994	
		No.	%	No.	%	No.	%
0.1-2.0	0-10	0	0	19	61	0	0
	10.1-20	17	55	9	29	17	52
	> 20	14	45	3	10	16	48
		31	62	31	62	33	66
2.1-5.0	0-10	0	0	5	42	0	0
	10.1-20	2	20	6	50	2	0
	> 20	8	80	1	8	8	80
		10	20	12	22	10	20
> 5.0	0-10	0	0	0	0	0	0
	10.1-20	0	0	7	100	3	3
	> 20	9	100	0	0	4	57
		9	18	7	14	7	14

La pérdida en producción, expresada como el volumen de papa no comercial ("arreflís") fue mayor en 1989 que antes de 1989 y en 1994 (Cuadro 2). Algunos agricultores tuvieron pérdidas mayores a 10 t/ha (8%), y hasta totales (14%). Además de sus bajos rendimientos (0.1-10 t/ha), predominaron los agricultores con pérdidas mayores a 20% (82%). Los que obtuvieron rendimientos mayores a 20 t/ha, tuvieron pérdidas menores.

Cuadro 2. Porcentaje de papa no comercial según el nivel de rendimiento obtenido antes, durante y después de la aparición de *L. huidobrensis* como plaga (n=50).

Rend. (t/ha)	% papa no comercial	Agricultores					
		< 1989		1989		1994	
		No.	%	No.	%	No.	%
0-10	0-10	0	0	2	9	1	100
	11-20	0	0	2	9	0	0
	> 20	0	0	18	82	0	0
		0	0	22	44	1	2
10.1-20	0-10	18	90	5	23	17	89
	11-20	2	10	6	27	2	11
	> 20	0	0	11	50	0	0
		20	40	22	44	19	38
> 20	0-10	24	80	1	17	26	87
	11-20	4	13	4	66	4	13
	> 20	2	7	1	17	0	0
		30	60	6	12	30	60

La causa principal de la disminución en el rendimiento durante 1989 fue *L. huidobrensis*, para el 72% de los agricultores; el resto no supo responder o indicó causas como suelo, semilla y clima.

Antes de la erupción de la plaga, se hacían hasta un máximo de 30 aplicaciones durante el ciclo del cultivo, contra jobotos (*Phyllophaga* spp.), gusanos cortadores (Noctuidae) y especialmente las polillas *T. solanivora* y *P. operculella*. La mayoría realizaba 1-10 (Cuadro 3), pero en 1989 predominó el intervalo de 11-20 aplicaciones; para 1994 descendió con respecto a 1989, pero el número de aplicaciones fue mayor que antes de ese año.

Cuadro 3. Número y porcentaje de aplicaciones de insecticidas, según el número de agricultores, antes, durante y después de la aparición de *L. huidobrensis* (n=50).

Intervalo (Aplicac.)	Agricultores					
	< 1989		1989		1994	
	No.	%	No.	%	No.	%
1-10	34	68	16	32	26	52
11-20	12	24	25	50	17	34
>20	1	2	8	26	6	12
	47	94	49	98	49	98

En los avíos bancarios de 1990 y 1994 se estipulaban 37 y 30 aplicaciones de insecticidas, respectivamente (Comisión

Interbancaria 1990, 1994). De ellas, 21 y 16 correspondían a *L. huidobrensis*, y el resto a polillas y otras plagas. En la encuesta, esas cifras correspondieron 11 y 6 para la mosca minadora y 4 a otras plagas, en ambos años; en total, el número de aplicaciones fue de 15 y 10, respectivamente.

Antes de 1989, los insecticidas más usados contra polillas, jobotos y gusanos cortadores eran el metamidofós (Tamarón 60% S.I.), paratión metílico (Penncap 24% C.E., Folidol), permetrina (Ambush 50% C.E.), deltametrina (Decis 25 C.E.) y endosulfán (Thiodan 35% C.E.); las formulaciones mencionadas son las más utilizadas. En menor proporción aparecían el metomil (Lannate), dimetoato (Perfekthion), cipermetrina (Cymbush), diazinón (Diazinon), clorpirifós (Lorsban 48% C.E.) y algunos granulados. Los avíos bancarios financiaban los tres primeros insecticidas y el Lannate.

Cuadro 4. Número de aplicaciones de los insecticidas más utilizados, según el número de agricultores, antes de la erupción de *L. huidobrensis*.

Intervalo (Aplic.)	Agricultores									
	Tamarón		Decis		Ambush		Paratión		Thiodan	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1-5	35	70	30	60	7	14	10	20	7	14
6-10	5	10	4	8	1	2	1	2	1	2
> 10	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	45	90	34	68	8	16	11	22	8	16

El número de aplicaciones de estos insecticidas durante una temporada, se concentró en el intervalo de 1-5 (Cuadro 4); 8-10% de los agricultores aplicaron más de seis veces Tamarón y Decis. En 1988 y 1989 se financiaban cuatro aplicaciones de Tamarón y Lannate, tres de Ambush y paratión (Comisión Interbancaria 1988, 1989).

Sus dosis variaron bastante. Las dosis recomendadas fueron las más usadas. Sin embargo, hubo sobredosificación con el Decis (38%), Tamarón (34%), Ambush y paratión (8%); en algunos casos se cuatriplicó la dosis comercial. En varios casos (8%) se aplicaron subdosis.

Cuadro 5. Número de agricultores que usaron diferentes dosis de insecticidas, antes de la aparición de *L. huidobrensis* como plaga.

Dosis (ml/200 l)	Tamarón		Decis		Ambush		Paratión		Thiodan	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
50	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
100	2	4	13*	26	3*	6	1	2	2	4
120	-	-	9	18	1	2	-	-	-	-
150	1	2	1	2	-	-	-	-	-	-
200	1	2	3	6	1	2	-	-	-	-
250	21*	42	6	6	2	4	5*	10	1*	2
350	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
500	13	26	-	-	-	-	3	6	2	4
1000	3	6	-	-	-	-	1	2	1	2
	42	82	32	64	8	16	10	20	6	12

\* Dosis comercial recomendada



Pocos agricultores (12%) indicaron que el Tamarón, paratió n metílico y Decis funcionaron contra *L. huidobrensis*. Después de la aparición de ésta empezaron a utilizar nuevos insecticidas, como el tiocyclam hidrogenoxalato (Evisect 50% P.S.), cartap (Padan 50% P.S.), abamectina (Vertimec 1.8% C.E.) y cyromazina (Trigard), que además fueron financiados por los bancos. Estos generalmente se aplicaron cinco veces (Cuadro 6), salvo el Evisect y Padan, aplicados más de seis veces. Los avíos de 1990 y 1994 registran seis de Padan en ambos años, cuatro y cinco de Evisect respectivamente, nueve de Trigard en 1990 y siete de Vertimec en 1994. El 50% duplicó el número de aplicaciones en 1989-90 con respecto a años previos, el 8% lo aumentó en 40-70% más, y el 42% lo mantuvo igual.

Cuadro 6. Número de aplicaciones de insecticidas nuevos, según el número de agricultores, después de la aparición de *L. huidobrensis*.

Intervalo (Aplic.)	Agricultores							
	Evisect		Padan		Vertimec		Trigard	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1-5	36	72	36	72	39	78	10	20
6-10	8	16	6	12	1	2	1	2
> 10	1	2	2	4	0	0	0	0
	45	90	44	88	40	80	11	22

De estos productos, las dosis comerciales fueron las más usadas (Cuadro 7). Se sobredosificó con el Vertimec (50%), Evisect (22%) y Trigard (12%), y se subdosificó con Padan y Evisect (8%), y Vertimec (2%).

El 90% de los agricultores indicó que los nuevos insecticidas funcionan contra *L. huidobrensis*. El 56% manifestó que el precio del Vertimec y el Trigard, ¢ 32000 y ¢ 35000 por litro, respectivamente (1 \$US = ¢ 163), les impidió su uso más frecuente.

Cuadro 7. Dosis de los insecticidas más usados por los agricultores, después de la aparición de *L. huidobrensis* como plaga.

Dosis (ml/200 ml)	Evisect		Padan		Vertimec		Trigard	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
25	-	-	-	-	1	2	-	-
50	-	-	-	-	12*	22	5*	10
100	4	8	2	4	18	36	2	4
120	-	-	-	-	7	14	-	-
200	30*	60	-	-	-	-	2	4
250	5	10	2	4	-	-	2	4
300	1	2	-	-	-	-	-	-
400	1	2	-	-	-	-	-	-
500	4	8	40*	80	-	-	-	-
	45	90	44	88	40	80	11	22

\* Dosis comercial recomendada

Actualmente, para combatir la plaga el 40% de los agricultores utilizan mezclas de insecticidas (Padan + Evisect, Padan + Decis, Evisect + Decis, Tamarón + Decis).

Algunos indicaron que el Tamarón, Decis y Ambush, que se usaban antes del surgimiento de *L. huidobrensis*, han recuperado su capacidad letal en 1994.

La mayoría de los agricultores (92%) utiliza algún criterio para decidir sobre el combate de la plaga, tales como la presencia de adultos sobre las plantas, o el daño foliar. El 62% se basa en el primer criterio y el 34% en el último; el 10% manifestó utilizar dos criterios a la vez. Actualmente no usan las trampas amarillas.

El 72% de los agricultores diferencian los larvicidas de los adulticidas. Aplican los últimos (Evisect y Padan) al observar adultos en el cultivo, y los primeros (Trigard y Vertimec) al observar daños en las hojas, y generalmente cuando la planta tiene suficiente follaje.

Cuando se presentó el problema, el 16% recibió algún tipo de asistencia económica (bancos, cooperativas y casas comerciales). En 1989, el 48% tenía crédito bancario, de los cuales el 62.5% obtuvo prórroga, debido a la erupción de la plaga; ninguno recibió condonación. Todos recibieron apoyo del

Estado a través de charlas de funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); otros recibieron subsidios (6%), que consistieron en una rebaja en los precios de insecticidas previa recomendación de los técnicos del MAG. Además este ministerio obtuvo rápidamente licencias provisionales para algunos insecticidas (Ing. Juan Hernández MAG, com. pers.). Solamente el 14% de los agricultores buscaron ayuda del MAG, cooperativas y UPANACIONAL (gremio de agricultores).

La mayoría (92%) indicó que los costos de control de plagas aumentaron debido a *L. huidobrensis*, por la inclusión de nuevos insecticidas y el incremento del número de aplicaciones (62%), y en general por los precios de insecticidas (38%). Otros costos que aumentaron fueron los de fungicidas, fertilizantes, mano de obra, semilla y transporte.

En el avío de 1990 se incluyeron los nuevos insecticidas (Evisect, Padan, Trigard y Vertimec), debido a la aparición de *L. huidobrensis*; sus precios presupuestados en 1989-90 y 1994 fueron similares a los pagados por los agricultores. En los avíos de 1988, 1989, y 1994 aumentaron los costos para los insumos y rubros mencionados por los agricultores, debido a la inflación de precios, que se reflejaron en los costos por hectárea (Cuadro 8); éstos fueron mayores que los promedios obtenidos mediante la encuesta.

Cuadro 8. Cambios en los costos unitarios (en colones) de insumos y rubros mencionados por los agricultores, según los avíos bancarios.

Insumos y rubros	Costos		
	1988	1989	1994
Fertilizante (kg)	16.82	22.00	37.48
Mano de Obra (h)	42.25	51.00	119.21
Semilla (kg)	18.12	24.15	54.34
Transporte (kg)	1.20	1.50	2.50
Costo por ha			
Avíos	165206.70	212618.90	553375.35
Encuesta	102700.00	176800.00	303700.00
Tipo de cambio (US\$)	73.95	79.15	152.17

Los costos de combate de insectos respecto a 1988, subieron en 437.51 % para 1989; bajaron bastante en 1994, pero fueron siempre mayores que en 1988 (Cuadro 9). La mayor relación beneficio-costo se registró en 1988 (146.24), fue muy baja en 1989 y en 1994 aumentó.

Cuadro 9. Análisis de los costos (en dolares) de combate de insectos, en tres períodos, con base en los promedio de la encuesta.

	1988	1989	1994
Beneficios brutos	6279.32	3144.22	7982.30
Costos variables	42.94	230.80	109.25
Beneficios netos	6236.38	2913.42	7873.30
Cambio beneficios (%)		53.28	26.25
Cambio costos (%)		437.51	52.66
Relación beneficio/costo	146.24	13.62	73.07

Actualmente, después de haber analizado la problemática a través del tiempo, aún el 54% consideran tener problemas con la plaga y el resto no tenerlos, pues los nuevos insecticidas controlan a la plaga; de los primeros, el 88.9% consideran tener menos problemas que en la explosión poblacional de 1989 y el 11.1% igual. Sin embargo, el 78% consideran a *L. huidobrensis* como una plaga establecida en la zona, con la cual deben coexistir y continuar aplicando insecticidas para evitar daños ocasionales. Esta situación se ratificó con la opinión de que dicha plaga es la primera en importancia en la zona (56%), seguida por las polillas (30%) y los jobotos (14%).

#### 4.2. Período crítico

El número de aplicaciones de abamectina entre tratamientos varió según el desarrollo del cultivo y la estación. En ambas, estaciones cada tratamiento recibió la misma cantidad de aplicaciones, salvo E-A y E-A-F, que tuvieron una más en la lluviosa (Cuadro 10). En ésta, AGRIC recibió nueve aplicaciones (tres de deltametrina, tres de paratión metílico, dos de clorpirifós y una de ciromazina), mientras que en la seca recibió 12 (tres de cartap, tres de clorpirifós, dos de dimetoato y dos de tiocyclam hidrogenoxalato, una de pirimor y una de paratión metílico).

Cuadro 10. Número de aplicaciones de insecticidas en los períodos de protección y testigos, en ambas estaciones.

Períodos de protección	Estación seca	Estación lluviosa
E-A	2	3
E-A-F	4	5
A-F	3	3
A-F-C	7	7
F-C	5	5
AGRIC	12	9
TEST	0	0

En la estación seca, el 80% de las plantas emergieron a la 2 sds. En esa fecha las trampas amarillas capturaron bastantes adultos (Fig. 2), pero luego hubo un descenso, que se mantuvo durante las primeras seis semanas, hasta casi el final de la floración. A partir de la 8 sds se incrementó la captura, permaneciendo casi constante hasta la 12 sds. Durante la senectud y al final del cultivo se registró el mayor número de adultos. La época de mayor abundancia de adultos (8-14 sds) coincidió con los períodos de protección A-F-C y F-C, y especialmente con el último.

En la estación lluviosa, el 80% de emergencia se presentó a la 3 sds. La captura de adultos fue baja inicialmente, hasta la 6 sds (Fig. 2), pero a partir de 7 sds aumentó en forma rápida y constante hasta el final de la temporada, alcanzando su máximo valor antes de la cosecha. La época de mayor abundancia

(8-14 sds), coincidió más con los periodos A-F-C y F-C, y en parte con A-F y E-A-F.

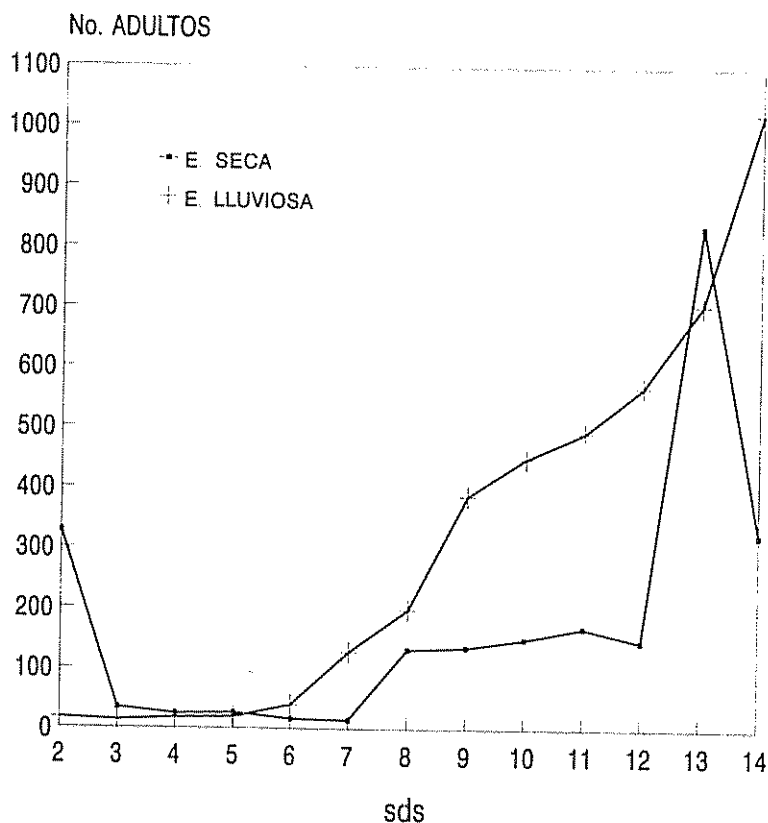


Figura 2. Número promedio de adultos de *L. huidobrensis*, para las estaciones seca y lluviosa, durante la temporada del cultivo.

En la estación seca, no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, para el número y peso de tubérculos de la 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y la comercial (Cuadro 11).



El índice de daño fue bajo en todos los períodos de protección (Cuadro 12), aunque se incrementó conforme el cultivo se desarrolló, especialmente después de la 7 sds. No hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) para el índice promedio de las nueve semanas, entre períodos de protección, pero sí entre semanas. En la 2 sds fue inferior al de las siguientes cinco semanas, y el de éstas, inferior al de las 8-10; en la 11 sds fue diferente a todos los anteriores. El de la 4 sds fue diferente al de 2, 3, 5-7 sds.

Cuadro 11. Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela ( $4.6 \text{ m}^2$ ), según categorías, para los períodos de protección. Estación seca.

Trat.	Categorías				
	1ª	2ª	3ª	4ª	Comercial
<b>Número</b>					
E-A	21.8a	79.5a	91.5a	66.8a	201.8a
E-A-F	23.3a	93.8a	76.0a	63.5a	193.0a
A-F	21.5a	86.8a	91.5a	72.5a	199.5a
A-F-C	20.5a	94.8a	87.8a	74.8a	203.0a
F-C	18.8a	90.3a	92.0a	72.3a	201.0a
AGRIC	23.8a	76.3a	87.8a	62.0a	187.8a
TEST	19.8a	77.5a	90.5a	65.5a	187.8a
<b>Peso</b>					
E-A	3.51a	7.54a	4.94a	1.17a	16.00a
E-A-F	4.05a	8.89a	3.52a	0.87a	16.50a
A-F	3.45a	8.20a	4.41a	1.26a	16.10a
A-F-C	3.85a	8.82a	4.15a	1.19a	16.80a
F-C	3.26a	8.34a	4.41a	1.26a	16.00a
AGRIC	3.99a	7.31a	4.18a	1.06a	15.50a
TEST	3.50a	7.51a	4.39a	1.13a	15.40a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p \leq 0.05$ )

Cuadro 12. Índice de daño para cada período de protección.  
Estación seca.

	Semanas después de la siembra (sds)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
E-A	0.57	1.05	1.33	0.98	1.08	1.15	1.40	1.43	1.30	1.43
E-A-F	0.55	1.08	1.10	0.93	1.00	0.95	1.28	1.35	1.48	1.58
A-F	0.48	1.03	1.13	1.05	1.03	0.93	1.30	1.50	1.35	1.53
A-F-C	0.50	1.00	1.18	1.05	1.03	1.18	1.28	1.25	1.28	1.48
F-C	0.45	1.05	1.15	0.98	1.05	1.28	1.28	1.28	1.23	1.43
AGRIC	0.63	1.05	1.18	1.05	1.03	0.93	1.28	1.23	1.28	1.53
TEST	0.55	1.05	1.33	1.08	1.05	1.05	1.18	1.18	1.43	1.53
Media	0.5e	1.0d	1.2c	1.0d	1.0d	1.1d	1.3b	1.3b	1.3b	1.5a
CV(%)	37.5	6.64	12.9	13.0	16.5	18.0	16.1	11.1	12.4	11.6

Promedios sin letras o con letras iguales no son significativos ( $p \leq 0.05$ ).

En la estación lluviosa no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos para el peso y número de tubérculos de las categorías 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y la comercial (Cuadro 13).

Cuadro 13. Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela según categorías, los períodos de protección Estación lluviosa.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
E-A	17.3a	55.5a	158.8a	41.8a	231.5a
E-A-F	15.0a	61.3a	140.8a	41.5a	217.0a
A-F	17.0a	52.3a	145.8a	29.3a	215.0a
A-F-C	18.3a	51.3a	156.0a	40.3a	225.5a
F-C	17.8a	47.8a	136.0a	32.3a	201.5a
AGRIC	16.3a	46.8a	159.3a	36.5a	222.3a
TEST	16.3a	38.3a	156.0a	31.8a	210.5a
<b>Peso</b>					
E-A	4.34a	10.7a	12.4a	1.32a	27.40a
E-A-F	4.91a	9.8a	13.6a	1.22a	28.20a
A-F	4.78a	9.5a	13.0a	0.92a	27.20a
A-F-C	5.19a	9.4a	13.8a	1.17a	28.30a
F-C	5.08a	8.2a	11.6a	1.04a	24.80a
AGRIC	4.29a	8.0a	14.1a	1.08a	26.40a
TEST	4.48a	7.1a	13.9a	1.09a	25.40a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p \leq 0.05$ )

El índice de daño fue bajo hasta la 7 sds (Cuadro 14), pero a partir de la 8 sds tuvo un incremento repentino, que continuó hasta el final de la temporada. Hubo diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre E-A, A-F y TEST con respecto a A-F-C, para la 12 sds, y además entre semanas. En las 4-7 sds el índice fue similar, y el de éstas inferior al de las 8-12 sds; estos últimos fueron diferentes entre sí ( $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 14. Índice de daño para cada período de protección.  
Estación lluviosa.

Semanas después de la siembra (sds)									
Trat.	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E-A	0.05	0.35	0.00	0.05	0.30	0.40	1.68	1.88	2.43b
E-A-F	0.13	0.25	0.23	0.23	0.60	0.15	1.43	1.63	2.23abc
A-F	0.15	0.35	0.13	0.23	0.43	0.40	1.53	1.88	2.50a
A-F-C	0.05	0.28	0.15	0.10	0.43	0.33	1.33	1.85	2.10c
F-C	0.10	0.28	0.10	0.10	0.38	0.50	1.73	1.95	2.18bc
AGRIC	0.08	0.35	0.15	0.15	0.65	0.35	1.55	1.90	2.33abc
TEST	0.10	0.45	0.15	0.18	0.60	0.40	1.53	1.98	2.40ab
Media	0.1f	0.3e	0.1f	0.2f	0.5d	0.4e	1.5c	1.9b	2.3a
CV(%)	128	57.0	78.2	72.2	33.2	44.4	13.0	11.6	7.1

Promedios sin letras o iguales no son significativos  
( $p \leq 0.05$ )

En ambas estaciones, la relación entre el número de adultos capturados y el índice de daño de TEST fue significativa ( $p \leq 0.05$ ) (Fig. 3). Las ecuaciones de regresión fueron  $Y = 1.09 + 0.00167 X$  ( $R^2 = 0.556$ ) y  $Y = 0.1904 + .00487 X$  ( $R^2 = 0.9248$ ), para la estación seca y lluviosa, respectivamente.

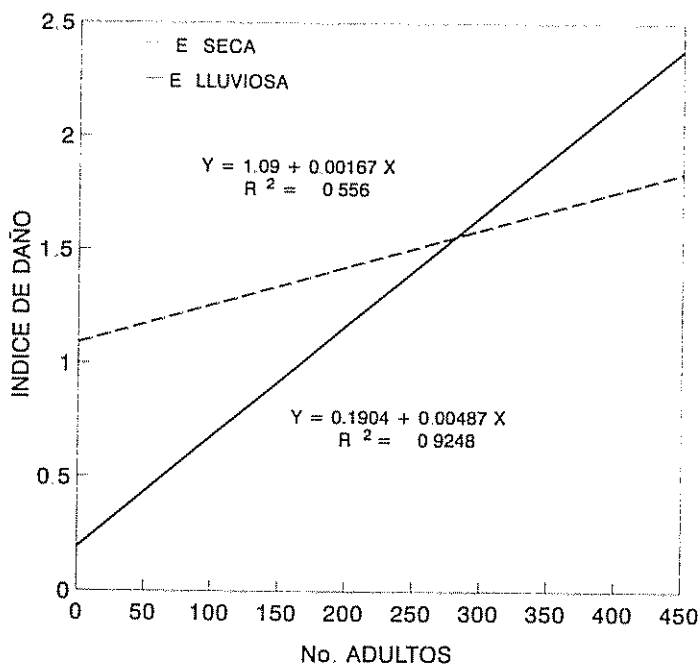


Figura 3. Regresión entre el índice de daño del testigo y número de adultos de *L. huidobrensis* durante la temporada del cultivo, en ambas estaciones.

La ausencia de diferencias importantes en la respuesta biológica para los períodos de protección, no significó necesariamente una similar respuesta económica. Los ingresos brutos totales de los tratamientos se calcularon multiplicando el promedio de los rendimientos comerciales (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> categorías) por hectárea, incluidos los tubérculos apolillados, por los respectivos precios (por kg); esto se hizo en la finca, considerando el costo unitario de la cosecha. Los costos variables se calcularon mediante la suma de los gastos en insecticidas y mano de obra para su aplicación. Con el

presupuesto parcial se obtuvieron los beneficios netos, para los distintos períodos de protección (Anexos 1 y 2).

En la estación seca, los tratamientos E-A-F, A-F, E-A y TEST fueron los dominantes (Cuadro 15), pues tuvieron mayor beneficio neto y menor costo variable que al menos uno de los otros tratamientos; los dominados fueron A-F-C, F-C y AGRIC. De acuerdo con las diferencias en los beneficios brutos ( $p < 0.20$ ), incluido el peso de los tubérculos apolillados, se realizó el análisis marginal para los tratamientos E-A-F y TEST que fueron dominantes y diferentes entre sí, y se obtuvo una tasa marginal de retorno de 303.9% para E-A-F (Cuadro 16).

Cuadro 15. Análisis de dominancia de los beneficios netos períodos de protección, en ambas estaciones. Las cifras corresponden a colones.

Trat	Estación seca		Trat.	Estación lluviosa	
	Beneficio neto	Costo variable		Beneficio neto	Costo variable
E-A-F	1333203.1	22375.0*	E-A-F	1073625.0	28667.5*
A-F-C	1328850.0	51375.0	A-F	1012750.0	15700.0*
A-F	1305215.6	17500.0*	A-E-F	998687.0	51375.0
E-A	1304750.0	9750.0*	E-A	971843.8	16062.5
F-C	1274312.5	40187.5	TEST	960906.3	0.0*
TEST	1265206.3	0.0*	AGRIC	931454.9	29451.4
AGRIC	1227567.8	46241.1	F-C	881093.8	40187.5

\* Tratamientos dominantes

Cuadro 16. Análisis de retorno marginal de los beneficios netos de los períodos de protección, en las estaciones seca y lluviosa. Las cifras corresponden a colones.

Trat.	Beneficio neto	Costo variable	Cambio en beneficio neto	Cambio en costo variable	Tasa de retorno marginal (%)
<b>Estación seca</b>					
E-A-F	1333203.1	22375.0	67994.8	22375.0	303.9
TEST	1265208.3	0.0	1265208.3	0.0	0.0
<b>Estación lluviosa</b>					
E-A-F	1073625.1	16062.5	112718.8	28667.5	393.2
TEST	960906.3	0.0	960906.3	0.0	0.0

En la estación lluviosa, los tratamientos E-A-F, A-F y TEST fueron los dominantes, y E-A, A-F-C, F-C y AGRIC los dominados (Cuadro 15). Según las diferencias encontradas para los beneficios brutos ( $p < 0.20$ ), considerando los tubérculos apolillados, se realizó el análisis marginal para E-A-F y TEST, que fueron los dominantes y diferentes entre sí; la tasa de retorno marginal (393.2%) (Cuadro 16). En ambas estaciones, los beneficios brutos, sin considerar los tubérculos apolillados, no fueron analizados, porque no hubo diferencias entre los tratamientos para dicha variable.

Los rendimientos fueron afectados por las polillas, en ambas estaciones. En la estación seca, la abundancia de adultos *T.*

*solanivora* y *P. operculella* fue alta en la 2 sds, pero disminuyó y se mantuvo baja hasta la 9 sds; durante la senectud del cultivo, se incrementó mucho, pero cayó abruptamente al final (Fig. 4). En la estación lluviosa la captura fue mayor y mostró gran fluctuación, con tres picos diferenciados, en la 2, 6-8 y 13 sds. No se aplicó insecticida contra polillas, aun cuando el umbral de 100 fuera superado, para no afectar a los pocos adultos de *L. huidobrensis*, en ambos experimentos.

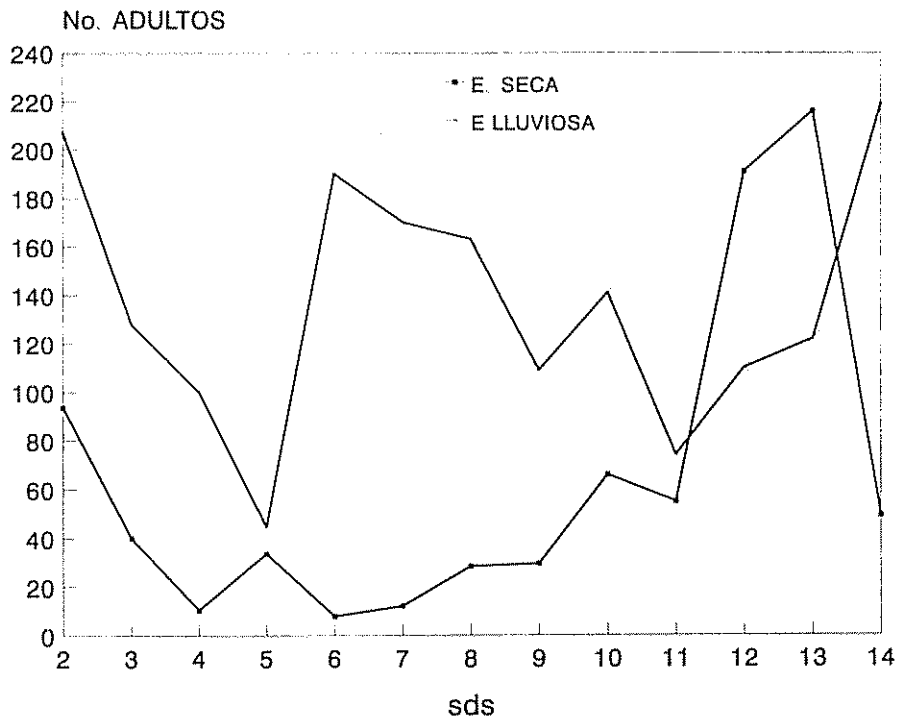


Figura 4. Número promedio de adultos de *T. solanivora* y *P. operculella* por trampa, durante la temporada del cultivo, en ambas estaciones.



En la estación seca hubo diferencias ( $p \leq 0.05$ ) para el peso de la 1ª categoría de tubérculos afectados por ellas, entre el A-F-C y los demás tratamientos. No las hubo para el peso y número de tubérculos de las categorías 2ª, 3ª y 4ª, i para la comercial (la suma de 1ª, 2ª y 3ª) (Anexos 4 y 5); el daño en ninguno de los tratamientos superó el 6%. El número de tubérculos afectados fue inferior a 6400/ha y el peso a 1.5 t/ha. En la estación lluviosa el daño fue mayor que en la seca, pero tampoco hubo diferencias entre tratamientos, ni en las cuatro categorías, ni en la comercial; en ninguno de los tratamientos superó el 8%. El número de tubérculos afectados fue inferior a 27800/ha y el peso a 3.5 t/ha.

### 5.3. Umbrales de acción

Los umbrales no se pudieron evaluar totalmente, por la baja presión de la plaga en casi toda la temporada del cultivo, en ambas estaciones; fue más baja en la seca.

Solo U-10 y U-25 recibieron aplicaciones de abamectina, a partir de la 8-9 sds, cuyo número varió entre estaciones (Cuadro 17). En la lluviosa, se evaluaron entre la 9-12 sds, y en la seca entre la 8-11 sds, en ambas durante cuatro semanas continuas. En algunas semanas no todas las repeticiones recibieron la aplicación del larvicida, pues el umbral no se había alcanzado en ellas.

Cuadro 17. Número de aplicaciones de insecticidas en los umbrales de acción y testigos, en ambas estaciones.

Períodos de protección	Estación seca	Estación lluviosa
U-10	3	3.5
U-25	2	2.5
U-50	0	0
U-75	0	0
AGRIC	12	9
TEST	0	0

En la estación seca se capturaron bastantes adultos al inicio (Fig. 5). En las seis semanas siguientes la captura fue baja, pero a partir de la 7 sds se incrementó, hasta la 11 sds; antes de la cosecha hubo una alza súbita. En la estación lluviosa, fue leve al principio y ascendió aceleradamente a partir de la 7 sds. En la estación seca, en la 2 sds se superó el umbral de 300 adultos, pero no se aplicó adulticida, para permitir mayor infestación; en la lluviosa tampoco se aplicó, pues hasta en los 30 dds no se superó dicho umbral.

En la estación seca no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) entre umbrales, para el peso y número de tubérculos de las categorías 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y comercial (Cuadro 18).

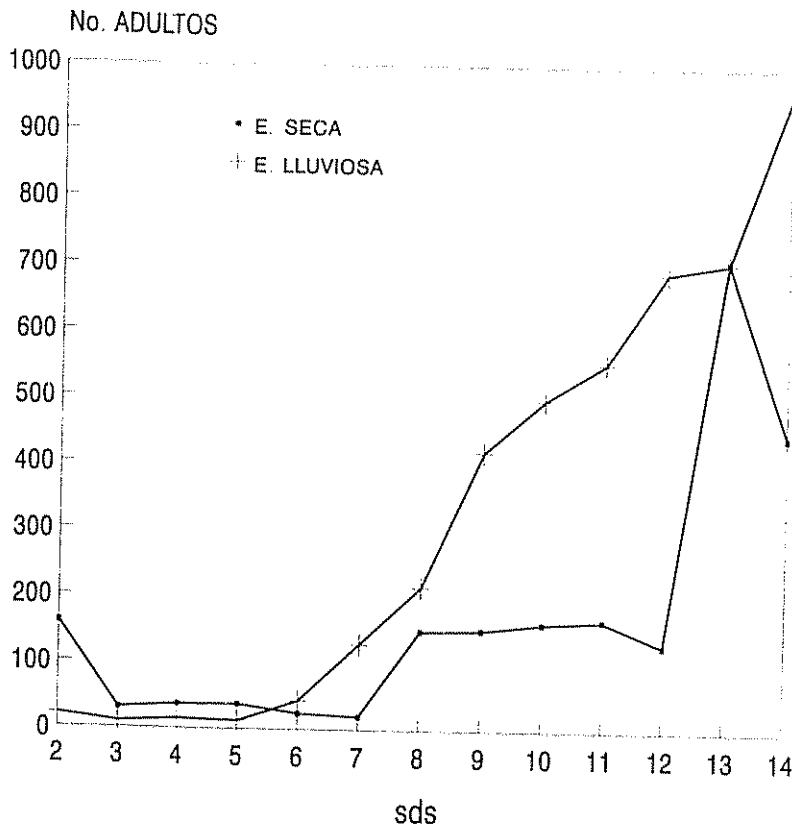


Figura 5. Número promedio de adultos de *L. huidobrensis* trampa para las estaciones seca y lluviosa, durante la temporada del cultivo.

El índice de daño fue bajo hasta la 7 sds (Cuadro 19), pero luego se incrementó hasta transcurrida la floración y durante la tuberización. No hubo diferencias para el índice promedio entre umbrales, pero sí entre semanas; en la 2 sds fue inferior al de las siguientes cinco semanas y el de éstas inferior al de las 8-11 sds.

Cuadro 18. Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela, según categoría para los umbrales de acción, en la estación seca.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
U-10	12.5a	95.0a	83.3a	55.5a	190.8a
U-25	11.0a	107.8a	89.5a	65.3a	208.3a
U-50	13.0a	87.8a	58.0a	55.8a	158.8a
U-75	9.5a	95.0a	73.0a	51.8a	184.8a
AGRIC	9.5a	98.3a	74.5a	61.0a	182.3a
TEST	6.3a	102.0a	62.8a	44.3a	171.0a
<b>Peso</b>					
U-10	2.25a	10.1a	3.91a	0.78a	16.20a
U-25	2.25a	10.6a	3.95a	0.98a	16.70a
U-50	2.70a	9.2a	2.70a	0.87a	14.50a
U-75	1.78a	10.1a	3.24a	0.81a	15.00a
AGRIC	1.73a	9.6a	3.72a	0.75a	15.00a
TEST	1.35a	10.1a	2.95a	0.65a	14.30a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p \leq 0.05$ )

Cuadro 19. Índice de daño para cada umbral de acción. Estación seca.

Trat.	Semanas después de la siembra (sds)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U-10	0.58	1.05	1.13	1.18	1.18	1.18	1.43	1.48	1.80	1.55
U-25	0.60	1.18	1.20	1.10	1.18	1.15	1.40	1.53	1.58	1.68
U-50	0.55	1.15	1.15	1.23	1.23	1.08	1.43	1.50	1.53	1.88
U-75	0.50	1.13	1.13	1.10	1.30	1.25	1.43	1.53	1.48	1.68
AGRIC	0.68	1.10	1.08	1.10	1.00	1.13	1.30	1.38	1.35	1.55
TEST	0.57	1.07	1.07	1.17	1.17	1.33	1.20	1.47	1.53	1.63
Media	0.6e	1.1d	1.1d	1.1d	1.2d	1.2d	1.4c	1.5b	1.5b	1.6a
CV(%)	37.8	10.2	12.3	16.4	15.4	15.2	15.9	13.1	8.36	10.8

Promedios sin letras o iguales no son significativos ( $p \leq 0.05$ )

En la estación lluviosa no hubo diferencias para el peso y número de tubérculos entre umbrales, para las cuatro categorías y la comercial (Cuadro 20).

Cuadro 20. Número y peso (kg) promedio de tubérculos por parcela, según categorías, para los umbrales de acción en la estación lluviosa.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
U-10	14.0a	51.5a	148.5a	34.5a	214.0a
U-25	19.8a	46.3a	156.5a	32.5a	222.5a
U-50	15.5a	40.8a	151.0a	32.3a	207.3a
U-75	15.0a	45.5a	165.5a	33.8a	226.0a
AGRIC	21.3a	49.8a	149.0a	31.0a	220.0a
TEST	12.5a	51.5a	164.8a	28.3a	228.8a
<b>Peso</b>					
U-10	4.00a	9.44a	13.6a	1.01a	27.00a
U-25	5.30a	7.74a	14.1a	0.91a	27.20a
U-50	4.23a	7.74a	14.6a	1.04a	26.60a
U-75	4.03a	8.08a	15.0a	1.01a	27.00a
AGRIC	5.40a	8.80a	13.4a	0.85a	27.60a
TEST	3.48a	9.07a	14.9a	0.90a	27.40a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p \leq 0.05$ )

El índice de daño fue bajo inicialmente (Cuadro 21), pero a partir de la 8 sds se incrementó notablemente, hasta el final de la temporada. No hubo diferencias para el índice promedio entre umbrales ( $p > 0.05$ ), pero sí en la 12 sds, y entre semanas. El índice en la 4 sds fue inferior al de las 5-7 sds,

las de la 8-12 sds fueron distintas entre sí y superiores al de 4-7 sds. En la 12 sds el índice de U-10 fue igual a AGRIC y diferente al resto de los tratamientos, que recibieron escasa o ninguna aplicación de larvicidas.

Cuadro 21. Índice de daño para cada umbral de acción.  
Estación lluviosa.

Trat.	Semanas después de la siembra (sds)								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U-10	0.07	0.43	0.42	0.40	0.88	0.48	2.05	2.35	2.13b
U-25	0.15	0.58	0.45	0.48	1.03	1.33	2.18	2.30	2.50a
U-50	0.23	0.50	0.48	0.35	0.83	1.85	2.10	2.23	2.66a
U-75	0.20	0.50	0.33	0.43	0.80	1.35	2.00	2.13	2.53a
AGRIC	0.18	0.48	0.28	0.35	0.80	1.18	1.95	2.13	2.40ab
TEST	0.15	0.48	0.33	0.38	0.78	1.45	2.00	2.35	2.65a
Media	0.2g	0.5f	0.4f	0.4f	0.9e	1.4d	2.1c	2.3b	2.5a
CV(%)	91.6	45.3	59.6	37.9	26.4	23.7	13.6	13.1	8.6

Promedios sin letras o iguales no son significativos  
( $p \leq 0.05$ )

En ambas estaciones, la relación entre el número de adultos capturados y el índice de daño de TEST fue significativa ( $p \leq 0.05$ ). Las ecuaciones de regresión fueron  $Y = 0.994 + 0.00277 X$  ( $R^2=0.8707$ ) y  $Y = 0.4570 + 0.0049 X$  ( $R^2=0.9106$ ), para la seca y lluviosa, respectivamente (Fig. 6).

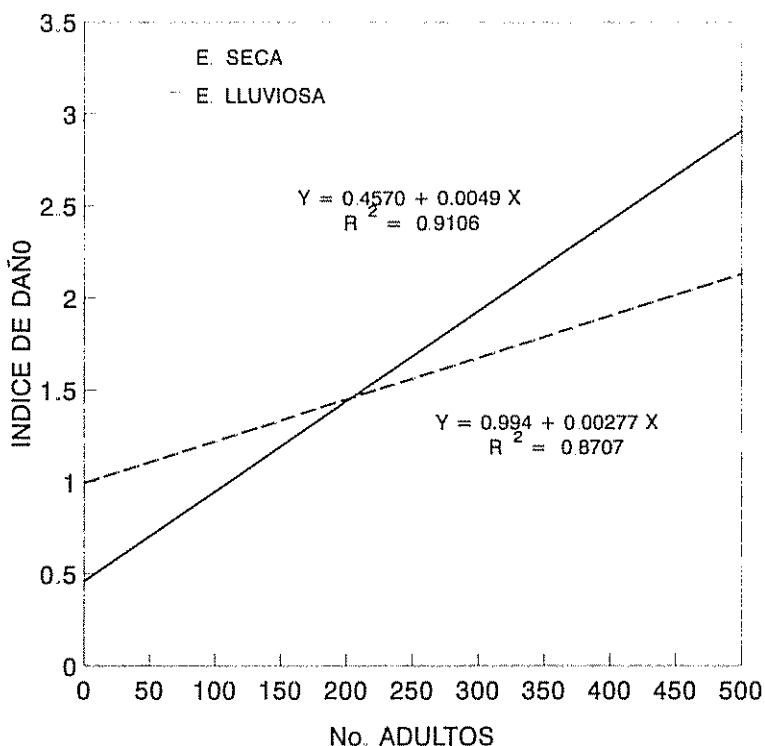


Figura 6. Regresión entre el índice de daño del testigo y el número promedio de adultos de *L. huidobrensis* por trampa, durante la temporada del cultivo. Estaciones seca y lluviosa.

Para ambas estaciones, con base en los rendimientos, incluidos los tubérculos apolillados se obtuvo los ingresos brutos totales; estos y los costos variables se usaron para calcular los beneficios netos de los distintos umbrales de acción. En el cálculo de los costos no se contabilizó el costo de muestreo, porque su tamaño (n) es variable en relación al área a muestrear. Los U-50, U-70 y TEST no tuvieron costos variables, pues no recibieron insecticidas (Anexos 6,7).

En la estación seca, los umbrales U-25 y U-75 fueron los dominantes, y los U-10, U-50, AGRIC y TEST los dominados. En la estación lluviosa todos los tratamientos fueron dominados por el TEST (Cuadro 22).

En ambas estaciones, no hubo diferencias ( $p > 0.20$ ) entre los beneficios brutos de los umbrales, considerando los tubérculos apolillados, por lo que no se aplicó el análisis marginal; según los costos, el menor correspondió al TEST.

Cuadro 22. Análisis de dominancia de los beneficios netos para los umbrales de acción, en ambas estaciones. Las cifras corresponden a colones.

Trat.	Estación seca		Trat.	Estación lluviosa	
	Beneficio neto	Costo variable		Beneficio neto	Costo variable
U-10	1353634.4	18375.0*	TEST	1085725.0	0.0*
U-25	1304806.3	26125.0	U-75	1069875.0	0.0
U-75	1232343.8	0.0*	AGRIC	1064198.6	29451.4
U-50	1191265.8	0.0	U-25	1054831.3	22968.8
AGRIC	1186489.6	45854.1	U-50	1054025.0	0.0
TEST	1174834.4	0.0	U-10	1039156.3	30718.8

\* Tratamientos dominantes

En la estación seca, los números de adultos de *T. solanivora* y *P. operculella* fueron bajos en las primeras 7 sds. En las tres semanas siguientes se incrementó y a cuatro semanas de la cosecha hubo un rápido aumento, para luego, en ausencia de follaje bajar drásticamente (Fig. 7). En la estación lluviosa



fue mayor, pero con una tendencia muy irregular, de picos muy marcados en la 2, 4, 7 y 14 sds.

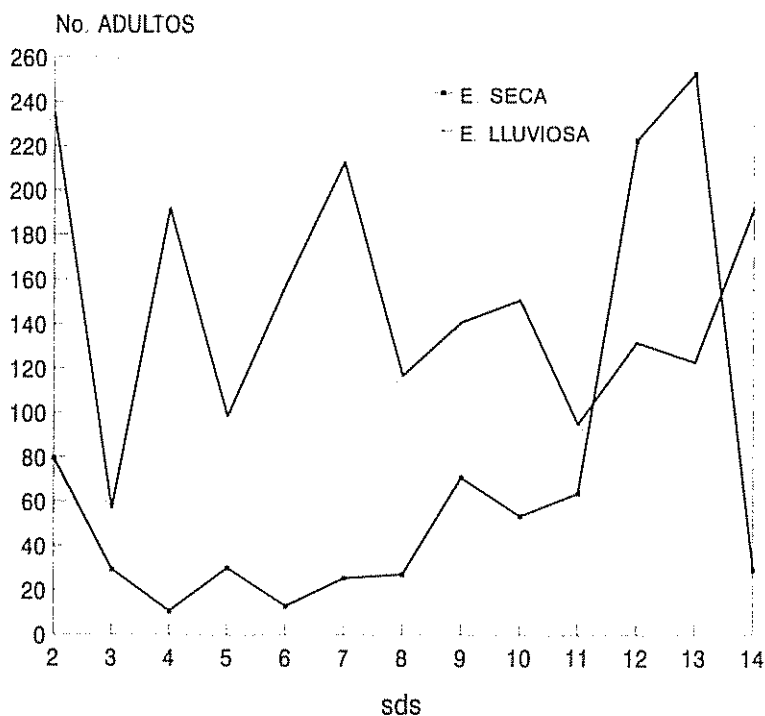


Figura 7. Número de adultos de *T. solanivora* y *P. operculella* por trampa durante la temporada del cultivo, en las estaciones seca y lluviosa.

Para ambas estaciones, no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) en el número y peso de tubérculos afectados por polillas para ninguna categoría, ni para la comercial (Anexos 8 y 9). En ninguno de los tratamientos el daño superó el 10%. En la estación seca el número de tubérculos afectados fue inferior a 18437.5 /ha y su peso a 1.72 t/ha, y en la lluviosa a 23.125/ha y 2.9 t/ha, respectivamente.

## V. DISCUSION

### 5.1. Importancia económica

Los años de experiencia y edad de los agricultores encuestados, muestran que desde muy jóvenes trabajan en el cultivo de papa, y que poseen un buen nivel de conocimiento de su manejo. Ellos fueron sorprendidos por *L. huidobrensis*, por las características súbitas de su erupción. Esta plaga afectó más los papales durante el período 1989-90, causando serios problemas a la mayoría de los agricultores. En 1989, aunque no todos fueron afectados severamente, la mayoría de las localidades tuvieron el problema; en años posteriores las infestaciones fueron más aisladas.

La mayoría de los agricultores (72%) indicaron a *L. huidobrensis* como la principal causa de estas pérdidas, lo cual coincide con Rodríguez et al. (1989). En 1989 la reducción del rendimiento alcanzó niveles considerables (11,75 t/ha), afectando con mayor rigor a los pequeños agricultores, con menos 2 ha sembradas; ello posiblemente obedeció a sus escasos recursos económicos para invertir en nuevos insecticidas. Colateralmente, el porcentaje de papa no comercial o "arreflís" superó el 100%, respecto a los obtenidos antes de 1989 y en 1994, mucho más en los pequeños, por su baja capacidad de inversión y nivel tecnológico. Actualmente los niveles de

rendimiento y porcentaje de "arreflís" se pueden considerar normales, lo cual podría deberse a los nuevos insecticidas utilizados y a la disminución de la población de la plaga.

Los efectos indirectos de la plaga, como la suspensión de las siembras y la reducción del área sembrada, aunque fueron bajos (24%), tuvieron un efecto global importante en la producción de la zona durante 1989-90. En 1990, la reducción del área fue mayor en el primer trimestre (38%) que en el segundo, ya en la estación lluviosa. Varios agricultores decidieron sembrar de nuevo, porque dicha estación es menos favorable para la plaga, y por la disponibilidad de nuevos insecticidas eficaces. Esto muestra la rápida reacción que tuvieron los agricultores frente al problema, contando con el apoyo del MAG, casas comerciales, y cooperativas. Muchos agricultores con pequeñas áreas de siembra, para quienes la agricultura es su única fuente de ingresos, se vieron forzados a continuar cultivando, y arriesgar la inversión realizada en sus papales.

Antes de 1989, los insecticidas organofosforados y piretroides fueron los más usados, con un elevado número de aplicaciones, lo que coincide con Hilje y Cartín (1990); además, se usaban en sobredosis que a veces superaron a las recomendadas en 100%. Después de la conversión de *L. huidobrensis* en plaga primaria, el uso de insecticidas cambió drásticamente, por la introducción de nuevos productos más selectivos, como

larvicidas (Vertimec y Trigard) y adulticidas (Padan y Evisect).

El número total de aplicaciones aumentó en este período, pues los bancos financiaron hasta 21 aspersiones solo para esta plaga en 1990, y los agricultores realizaron un promedio de 11 aspersiones, bastante menor a la cantidad registrada en el avío. Esto se debió a la sobreestimación por parte de los bancos y las diferencias entre agricultores con diferente nivel tecnológico. El 50% de los agricultores duplicaron el uso de insecticidas. Para 1994, estos niveles de uso de insecticidas eran aún mayores que los de 1988, porque se mantuvieron los nuevos insecticidas en el régimen de aplicaciones, realizándose aspersiones separadas contra la mosca minadora y las polillas.

La sobredosificaciones y las mezclas entre los "viejos" y nuevos insecticidas realizadas por los agricultores, son un riesgo para el desarrollo de resistencia a estos nuevos productos, que ocasionalmente podría causar nuevas erupciones grandes de *L. huidobrensis*.

Las labores de extensión del MAG, la obtención de licencias provisionales para algunos insecticidas y las prórrogas dadas por los bancos a los agricultores, fueron los principales esfuerzos realizados por el Estado y los bancos para resolver la emergencia de la erupción de *L. huidobrensis*. El uso de

criterios para la aplicación de insecticidas por parte de los agricultores, como la observación de adultos en las plantas y el daño en las hojas, son el resultado de los esfuerzos realizados.

Los costos de fitoprotección subieron, debido a la incorporación e incremento en el número de aplicaciones de insecticidas más caros para el combate de la plaga. La inflación de precios también encareció costos como la mano de obra, transporte, fertilizantes y semilla. El efecto más visible de *L. huidobrensis* en la estructura de costos fue la incorporación de nuevos insecticidas y el aumento de la mano de obra para su aplicación, encareciendo los costos de producción. Estos cambios forzaron a los agricultores medianos (> 2 ha) a arriesgar mayor capital, mientras los pequeños (0.1-2 ha) no pudieron hacerlo, debido a sus escasos recursos, por lo que fueron los más afectados en sus rendimientos e ingresos.

El gran incremento de los costos de control de insectos afectó los ingresos de los agricultores durante 1989, pero ya en 1994 los beneficios fueron mayores que en 1988, posiblemente debido al uso eficiente de insecticidas y a la necesidad de coexistir con la plaga. Paralelamente los costos declinaron, por el menor número de aplicaciones, debido a la disminución de la abundancia de la plaga.

El costo por control de insectos plagas representó el 3% antes de 1989, 10% en 1989 y 7.6% en 1994, por lo cual los agricultores no tienen reparo en continuar aplicando insecticidas contra polillas y mosca minadora en forma separada, obviando los efectos colaterales de estos productos. Las diferencias del costo por hectárea entre los avíos y los resultantes de la encuesta, podrían deberse a una sobreestimación de algunos rubros por parte de los bancos y el uso de tubérculo-semilla certificada o no, por parte de los agricultores; este rubro corresponde a más del 30% del costo por hectárea.

De manera general, la información de fuentes secundarias ratificó los resultados de la encuesta, con excepción de algunas diferencias debido a las estadísticas sobreestimadas de algunas fuentes, y al amplio período (1989-1994) considerado en la encuesta.

En resumen, *L. huidobrensis* presionó a los agricultores a conocerla, combatirla e incorporar indefinidamente los nuevos insecticidas a su régimen de aplicaciones. Por ello el 52% de los agricultores consideran no tener problemas con *L. huidobrensis* actualmente, haciendo referencia al conocimiento de la plaga y a la bondad de los nuevos insecticidas. Bajo esta nueva situación, el 78% consideraron a la plaga como establecida en la zona y propia del cultivo, con la cual deben

coexistir, aunque inesperadamente podría ocasionarles daños; el 56% aún la señalan como la primera plaga de importancia.

## 5.2. Período crítico

La tendencia en la fluctuación de adultos *L. huidobrensis* fue análoga en ambas estaciones. El período de mayor abundancia ocurrió a partir de la 7-8 dds, lo cual coincide con otros autores (Calvo et al. 1994, Hilje et al. 1993, Gómez 1992), aún con diferente presión de la plaga, casi constante en la seca y ascendente en la lluviosa. Esta infestación tardía pudo deberse a la disminución de las poblaciones y al combate permanente de la plaga en la zona, en los últimos años.

La alta captura inicial en la estación seca, probablemente se debió a la presencia de adultos deambulantes, y a su facilidad de desplazamiento desde otros campos de cultivo. En la estación lluviosa no se observó el pico inicial, quizá debido al efecto adverso de la lluvia. En la primera, el incremento repentino al final de la temporada podría deberse a la senescencia del cultivo y ausencia de alimento, que las hizo emigrar. En la segunda, el incremento acelerado a mitad de la temporada, se debió a su ingreso desde una parcela vecina infestada, próxima a cosecharse.

En ambas estaciones el número de semanas para los períodos E-A y E-A-F no fue igual, pues el aporque se realizó en diferentes semanas, según el desarrollo del cultivo y el clima. Las épocas de siembra en Cartago pueden retrasar o prolongar el desarrollo de la var. Granola y, por tanto, el tiempo de exposición al ataque de *L. huidobrensis*. Así, la evaluación del período crítico en ambas estaciones permitió observar algunas dificultades en su aplicación.

En la estación seca, entre los 21-56 dds hubo pocos adultos. En cambio, en la lluviosa el número fue mayor en la segunda mitad de este período. Ello inicialmente afectó las unidades experimentales más próximas a un campo vecino infestado, y luego se extendió a todo el experimento. Durante este período, que corresponde a la floración y formación de los tubérculos en *S. t. tuberosum* (Montaldo 1984), la pérdida de área foliar puede afectar seriamente el rendimiento (Midmore 1986).

En la estación seca los tratamientos E-A-F y A-F-C, que recibieron una protección más prolongada, tuvieron mayor número y peso de tubérculos en la 2ª categoría, pero no fueron estadísticamente significativos, Jara (1991), en Perú, determinó que las pérdidas causadas por *L. huidobrensis* se pueden deber a la reducción del peso de categorías comerciales y del rendimiento total.



En síntesis, en ambas estaciones no hubo diferencias claras entre los tratamientos, debido a la infestación tardía de *L. huidobrensis* entre la 7-12 sds, debido a su baja población. En la lluviosa, cuando hubo el mayor grado de infestación, a partir de la 7-8 sds, F-C y TEST tuvieron menor rendimiento relativo (no significativo), ya que no recibieron aplicaciones hasta 8 sds, esto fue menos perceptible en la estación seca.

Los mayores rendimientos de A-F-C y E-A-F, aunque no significativos ( $p > 0.05$ ), mostraron que los períodos de protección continuos y más prolongados podrían ser los mejores, para proteger la ganancia de peso de los tubérculos. En la var. Granola el período entre 21-56 sds, comprende parte del proceso de tuberización. Algo similar ocurrió con la var. Revolución, pues los daños de *L. huidobrensis* producidos entre 40 y 70 días después de la emergencia (dde) redujeron el peso de los tubérculos (PRACIPA 1986).

En la estación lluviosa, el bajo rendimiento de F-C posiblemente se debió al efecto de la población acumulada en los primeros 56 dds y por estar desprotegido el cultivo durante este período, lo que pudo retrasar su posterior ganancia en peso. Iniciada la tuberización, la tasa de crecimiento de los tubérculos es exponencial en las primeras 2-3 semanas (Moorby 1970). Esto corresponde a los 21-42 dds para la var. Granola, que tuberiza antes de la floración (Hilje y Cartín 1989). A

ello pudo agregarse la falta de una buena cobertura con el insecticida, por el abundante follaje de la planta a partir de la 7 sds (Segura 1991, Rodríguez y Céspedes 1993).

La estación lluviosa favoreció el desarrollo del cultivo, obteniéndose mayor rendimiento que en la seca. Esto compensó el daño de la plaga en los tratamientos, y contrarrestó la mayor abundancia de *L. huidobrensis* en dicha estación. La distribución y el régimen de lluvias posiblemente fueron los factores que ayudaron a compensar el ataque de la plaga. Harris (1978), citado por Martínez y Human (1987), menciona que las plantas de papa responden con incrementos de hasta 1.4 t/ha por cada centímetro de precipitación, por lo que el agua causa importantes variaciones en los rendimientos. En la estación seca el efecto del daño fue más apreciable posiblemente por la escasa lluvia, y la poca capacidad de compensación de las plantas. Con *Leptinotarsa decemlineata* en *S. t. tuberosum* se registraron pérdidas de hasta 50% y, en otro año, cuando el vigor de las plantas fue mayor, aquéllas fueron nulas (Ferro et al. 1983).

El tratamiento AGRIC incluyó aplicaciones contra *L. huidobrensis* y polillas. Contra la primera, en la estación seca se aplicaron adulticidas, y en la lluviosa adulticidas y una vez larvicida, en la 11 sds. En la estación seca, AGRIC tuvo un rendimiento más bajo e igual al de TEST, éste sin aplicaciones

de insecticidas; posiblemente fueron innecesarias las aplicaciones realizadas en AGRIC, por la escasa población de la plaga.

El índice de daño varió entre ambas estaciones, y fue mayor en la estación lluviosa. A partir de 7-8 sds aumentó el número de hojas con grado 3, lo cual se reflejó en el incremento paulatino y ascendente del índice en las siguientes semanas. Este incremento fue más marcado en la estación lluviosa, según lo revelan las cifras de las 10-12 sds; A-F-C tuvo el menor índice promedio, pues recibió protección continua durante las últimas siete semanas. En la 12 sds, el índice en A-F-C fue el más bajo y diferente al de E-A, A-F y TEST, pues recibió protección antes y durante el período de infestación (8-11 sds); el resto no tuvo protección o lo recibió solo al inicio del cultivo.

En la estación seca el índice de daño a las 4 sds fue mayor a los dos anteriores y tres posteriores semanas, posiblemente como reflejo de la alta abundancia de adultos al inicio del cultivo.

En ambas estaciones, con base en el análisis de dominancia y las diferencias encontradas a  $p \leq 0.20$ , se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal para el tratamiento E-A-F, respecto al TEST, éste sin costo de combate. Posiblemente el combate de la

plaga durante las primeras cinco semanas después de la emergencia (sde) o 7 sds, sea el período más favorable para el control, ya que puede reportar beneficios económicos adicionales, respecto a no realizar aspersiones y la práctica calendarizada de algunos agricultores. La protección en variedades precoces es rentable en los primeros 60 dde y las aplicaciones después de la floración posiblemente solo aumentan los costos (Jara 1987).

En AGRIC, el alto número de aplicaciones en ambas estaciones, representa un costo adicional con respecto a E-A-F, que se podría evitar.

Las tasas de retorno marginal obtenidas son aceptables, pues permitieron cubrir el interés del capital correspondiente a cuatro meses de duración del cultivo (6%) , una prima de riesgo (40%) y un margen de utilidad (50%). Fano y Achata (1992), en Perú, indican que en la papa una tasa de 100% sugiere un potencial de adopción de una nueva tecnología, como lo sería el cambio de una herramienta de combate, como el período crítico.

### 5.3. Umbrales de acción

La relativa similitud de la abundancia de adultos de *L. huidobrensis* entre los dos experimentos en ambas estaciones, se debió a que ambos estaban ubicados en el mismo terreno.

En ambas estaciones, la baja abundancia de la plaga al inicio del experimento impidió que se alcanzaran los umbrales más altos. Los bajos (U-10 y U-25) fueron sobrepasados a partir de 8-9 sds. Esta infestación tardía sugiere que las poblaciones de la plaga han sido bajas en la zona en los últimos dos años.

Las diferencias en la abundancia de la plaga en ambas estaciones, sugieren que a baja abundancia del insecto el criterio de minas por folíolo, para el umbral, puede funcionar, pero a mayor abundancia podría ser inadecuado, por la acelerada reproducción del insecto. A altas poblaciones de la plaga, este umbral posiblemente no permitiría anticiparse a la acelerada infestación ni eliminar más larvas en sus primeros estadios, por lo cual debería evaluarse un umbral basado en las punciones foliares o una combinación de ambos criterios.

En la estación seca, durante los 56-84 dds, la abundancia de adultos no alcanzó el umbral. Durante este período ocurre el engrosamiento y llenado de tubérculos en *S. t. tuberosum* (Montaldo 1984). En la estación lluviosa el umbral fue sobrepasado a partir de la 9 sds y no se observaron diferencias en el rendimiento según los umbrales. En Atzimba, con capturas superiores al umbral para adultos a partir de la 7 sds no hubo diferencias en rendimiento comercial (Hilje et al. 1993b).

Durante la estación seca, en U-10 y U-25 se obtuvieron mayores rendimientos, debido a la protección recibida en las últimas semanas, pero no fueron estadísticamente significativos; en cambio U-50, U-75 y TEST, que no tuvieron aplicaciones, rindieron menos. En la lluviosa, en general, por las condiciones favorables de la época, aumentó la capacidad de compensación del cultivo y se obtuvo mayor rendimiento, eliminando el posible efecto de la plaga, aún considerando su mayor abundancia relativa.

En la estación lluviosa, entre los 54-84 dds, cuando se superaron los umbrales U-10 y U-25, y se realizaron las aspersiones con el larvicida, el índice de U-10 (con 3.5 aplicaciones) fue similar al de AGRIC pero diferente al del resto de los tratamientos, pero solo para la 12 sds. Esto muestra que la protección recibida con el larvicida funcionó. En la estación seca, los índices para los diferentes umbrales fueron similares entre sí y hacia el final de la temporada el índice no superó en promedio el grado 2.

Al igual que en el experimento sobre período crítico, y correlacionado con la captura de adultos, a partir de la 7 sds se observaron mayores daños y un incremento del índice de daño. Segura (1991) y Rodríguez y Céspedes (1993) para la var. Atzimba en la estación lluviosa, capturaron más adultos a partir de la 7 sds. La relación entre la captura de adultos y

el índice de daño fue clara (Figs. 5, 11), por lo que ambos criterios deberían utilizarse de manera combinada para tomar decisiones de manejo durante el desarrollo del cultivo. A mayor abundancia de adultos, la correlación entre ambas variables fue mayor. Jara (1987) encontró una correlación aceptable ( $R^2 = 0.667$ ) entre el porcentaje de daño y una escala visual de cinco grados, pero diferente a la utilizada en el presente trabajo.

La inspección de la séptima hoja podría ser una buena opción para detectar el avance del daño y aplicar criterios de decisión en el manejo de *L. huidobrensis*. Esto fue confirmado por otros autores, quienes determinaron que el estrato medio de la planta es más representativo para muestrear, ya que la mayor oviposición ocurre en la séptima hoja (Yabar 1987) y el mayor número de punciones aparece en el folíolo terminal de la hoja (Gómez y Rodríguez 1994).

La evaluación de los umbrales U-10 y U-25 a partir de la 7-8 sds, en ambas estaciones, indirectamente podría determinar que este período del cultivo no es muy susceptible para la pérdida en rendimiento, para los niveles de la plaga observados. Esta baja presión de la plaga impidió determinar la función del rendimiento, en respuesta a los distintos umbrales evaluados, por lo cual no se pudo aplicar la técnica de criterios de decisión.

En la estación seca, los tratamientos U-10 y U-50 fueron los dominantes, el último sin ninguna aplicación de insecticida. Por la ausencia de diferencias en el rendimiento ( $p > 0.20$ ), fue innecesario realizar el análisis marginal de los beneficios, por lo cual los tratamientos sin costo resultaron ser, en este caso, la opción más rentable. En la estación lluviosa el TEST dominó al resto, por lo que no fue rentable realizar las atomizaciones en los U-10 y U-25 en la etapa final del cultivo. Ambas situaciones muestran implícitamente la ventaja de utilizar un criterio de decisión frente a no hacerlo.

Al igual que en el experimento sobre período crítico, en cada estación, la abundancia de *T. solanivora* y *P. operculella* fue similar, porque estuvieron juntos. En la estación seca la alta infestación inicial posiblemente se debió al movimiento del insecto desde otros campos de papa cercanos, con un avanzado desarrollo vegetativo.

La diferencia en la abundancia de adultos de polillas en ambas estaciones, se debió más al clima y ubicación del experimento. La mayor abundancia en la lluviosa también se originó en los tubérculos-semillas, que estaban levemente infestados por ellas. Los picos altos se presentaron quizás por la alternancia de días lluviosos durante la temporada del cultivo. Este patrón



de comportamiento de *T. solanivora* y *P. operculella*, también fue observado en varias zonas de Cartago (Calvo et al. 1994).

El daño de polillas no redujo la producción comercial. El diseño experimental atenuó el efecto de focos aislados de infestación, en algunos tratamientos. En la estación lluviosa, las diferencias en la 1ª categoría para A-F-C se debieron a su mayor tamaño y peso, que no representa una pérdida porque el daño al tubérculo no fue total. Esto indica que el daño directo por polillas no interfirió con el tipo de daño de *L. huidobrensis*, que afecta la capacidad de fotosíntesis, y repercute en el tamaño de los tubérculos.

#### 5.4. La situación actual de la plaga

*L. huidobrensis* tuvo un comportamiento similar a cuando ocurre la erupción de una plaga secundaria, como consecuencia del uso excesivo de insecticidas. Los agricultores, que fueron sorprendidos por la plaga, usaron los métodos que estuvieron a su alcance para combatirla, con el apoyo del MAG y del Comité Técnico de *Liriomyza*. Los productores tuvieron que incorporar nuevos insecticidas y aumentar su número de aplicaciones, variando la estructura de costos para el cultivo.

Entre 1989-1994 los agricultores han disminuido las aspersiones contra *L. huidobrensis* e indirectamente el número de

aplicaciones contra insectos, pero aún el nivel es mayor que antes de 1988. Simultáneamente, las poblaciones de *L. huidobrensis* han disminuido, como revelan otros estudios (Hilje et al. 1993a, Calvo et al. 1994) y el experimento de campo de esta investigación. Asimismo, los rendimientos han alcanzado los niveles de antes de 1989.

Actualmente la importancia económica de *L. huidobrensis* radica en el incremento permanente de los costos de fitoprotección, por los nuevos productos utilizados y el cambio del régimen de aplicaciones a nivel de finca. Aún se mantienen las aspersiones contra mosca minadora, diferenciadas de aquellas para combatir polillas, pero los niveles de aplicación son menores a 1989.

Un hecho positivo de la erupción de *L. huidobrensis* fue la aceptación, por parte de algunos agricultores, de nuevos criterios en el uso de los plaguicidas, especialmente en el momento de su aplicación. Esto es ventajoso en la perspectiva del manejo integrado de plagas, pues la alta rentabilidad del sistema de explotación en la zona fomenta el uso desmedido de plaguicidas.

El agricultor, después de adecuarse a la nueva situación de coexistencia con la plaga, ha estado ajustando su régimen de aplicaciones, lo cual se refleja en la reducción de los costos

de fitoprotección en 1994. Esto ha aumentado su eficiencia económica e incorporado algunos criterios de aplicación de insecticidas a su manejo tradicional de plagas.

Los resultados de la investigación de campo sobre el período crítico y los umbrales de acción, mostraron ventajas económicas en su aplicación. Los períodos indicaron que el uso de insecticidas solamente en las primeras semanas del cultivo, es importante como prácticas del MIP, para mostrarle al agricultor cómo optimizar su uso. Con los umbrales se demostró que las aplicaciones entre 9-12 sds, no favorecen económicamente al agricultor, y que el monitoreo de la plaga, es necesario antes de decidir sobre las aplicaciones de insecticidas.

El actual comportamiento focalizado de la plaga, puede ser manejable considerando los criterios para la aplicación de adulticidas y larvicidas, utilizados por los agricultores. Los primeros se aplicarían al inicio del cultivo, evitando la llegada de los adultos y la oviposición, y los otros cuando el follaje es abundante, reduciendo los daños ocasionados por las larvas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Aunque *L. huidobrensis* está establecida en las estribaciones del volcán Irazú, la eficacia de los nuevos insecticidas y su uso adecuado le permiten al agricultor coexistir con ella de manera favorable económicamente.
2. Los cambios en la estructura de costos para el combate de *L. huidobrensis* entre 1989 y 1994, se debieron a la incorporación de nuevos insecticidas y al aumento del número de aplicaciones. Actualmente estos se mantienen, pero en menor proporción a 1989, cuando surgió la plaga.
3. En los experimentos realizados, la baja presión de la plaga no permitió evaluar adecuadamente los períodos de protección y los umbrales de acción.
4. Tanto en la estación seca como en la lluviosa, los períodos de protección más prolongados (E-A-F y A-F-C), tuvieron mayor rendimiento, pero no fue significativo. A una probabilidad de  $p < 0.20$ , el período E-A-F fue el más rentable económicamente.

5. En ambas estaciones, los umbrales más bajos (U-10 y U-25) fueron superados a partir de la 7-8 semana después de la siembra, pero no hubo respuesta en el rendimiento. El testigo, sin costo alguno, resultó ser el tratamiento óptimo.

## VII. LITERATURA CITADA

- AGUILAR, P.; APABLAZA, J.; HELFGOTT, S.; LATORRE, B.A.; VAUGHAN, M.A. 1988. Guía para el control integrado de plagas de las hortalizas. Santiago, Chile. FAO. 318 p.
- ALVARADO, L.F. 1986. Crecimiento del cultivo de papa. In Memorias del Curso sobre Control Integrado de Plagas. Bogotá, Colombia, CIP/ICA. p. 162-170.
- ANDREWS, K.L.; HOWELL, H.N. 1989. Utilización de controles culturales. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. K.L. Andrews y J.R. Quezada (eds.). Tegucigalpa, Honduras. p. 243-253.
- BARFIELD, S.C. 1989. El muestreo en el manejo de plagas. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. K.L. Andrews y J.R. Quezada (eds.). Tegucigalpa, Honduras. p. 145-162.
- BARTLELL, P.W. 1992. Experience of polyphagous alien pest of protected crops in Great Britain. Bulletin OEPP/EPPO (G.B.) 22:337-346.
- BINNS, M.R.; BOSTANIAN, N.J. 1988. Binomial and censored sampling in estimation and decision-making for the binomial distribution. Biometrics (EE.UU.) 44:473-483.
- ; BOSTANIAN, N.J. 1990. Robust binomial decision rules for integrated pest management based on the binomial distribution. American Entomologist (EE.UU.) 36(1):50-54.
- ; NYROP, P.J. 1992. Sampling insect populations for the purpose of IPM decision-making. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 37:427-453.
- BLANCHARD, E.E. 1926. A dipterous leafminer on *Cineraria*, new to science. Revista de la Sociedad Argentina de Entomologia (Argentina) 1:10-11.
- BONILLA, N.A. 1993. Evaluación de extractos vegetales e insecticidas en el combate de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae) en el cultivo de papa, en Cartago, Costa Rica. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Invetigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG-CATIE. p. 41-47.

- BONILLA, N.A.; RODRIGUEZ V., C.L. 1994. Captura de adultos de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) mediante trampas amarillas y su relación con la el daño producido en las plantas de papa (*Solanum tuberosum*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 33:19-22.
- CALVO, G.; RAMIREZ, O.; RODRIGUEZ C. 1993. Criterios de aplicación de insecticidas para el control de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo de papa. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Invetigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG-CATIE p. 16-25.
- .; DIAZ, M.; HILJE, L.; BRENES, L.; COTO, A; CUBILLO, D.; CHACON, A. 1994. Informe sobre validación de tecnologías de manejo integrado de plagas en papa en las estribaciones del volcan Irazú, 1993. Costa Rica, MAG/CATIE/UNA 36 p.
- CAMPOS, R. 1977. Control químico de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) en el Valle del Cañete. Revista Peruana de Entomología (Perú) 21(1):105-108.
- CAMPOS R., J.J. 1993. Evaluación de repelentes para *Liriomyza* spp. en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Investigaciones, Cartago, Costa Rica, MAG/CATIE. p. 52-58.
- CAMPOS, B.T.; TAKEMATSU, P.A. 1982. Ocorrencia de diptero minador en diversas culturas no estado de Sao Paulo, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard 1926) (Diptera: Agromyzidae). Biologico (Brasil) 48(2):33-38.
- CARBALLO, M.; LEON, G.R.; RAMIREZ, A. 1990. Combate biológico de *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) en cultivos hortícolas de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 16:4-11.
- CARLSON, A.G.; HEADLEY, C.J. 1987. Economic aspects of integrated pest management threshold determination. Plant Disease 71:459-462.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1991. Informe anual 1991. Lima, Perú. p. 85-86.
- CHIANG, H.C. 1982. Factors to be considered in refining a general model economic threshold. Entomophaga (EE.UU) 27:99-103.

- CHRISTIE, G.D.; PARRELLA, M.P. 1987. Biological studies with *Chrysocharis parksi* (Eulophidae) a parasite of *Liriomyza* spp. (Diptera:Agromyzidae). Entomophaga (EE.UU.) 32(2):115-126.
- ✓ CISNEROS, H.F. 1986. Control biológico de las plagas con especial referencia al cultivo de la papa. In Memorias del Curso sobre Control Integrado de Plagas de Papa. Bogota, Colombia, CIP/ICA. p. 101-108.
- ✓ CLERCQ, R. de; CASTEELS, H. 1992. Occurrence and host plants of *Frankliniella occidentalis* and *Liriomyza huidobrensis* in Belgium. Bulletin OEPP/EPPO (G.B.) 22:363-366.
- COMISION INTERBANCARIA DE AVIOS. 1988. Cultivo de papa. San José, Costa Rica. 5 p.
- COMISION INTERBANCARIA DE AVIOS. 1989. Cultivo de papa. San José, Costa Rica. 8 p.
- COMISION INTERBANCARIA DE AVIOS. 1990. Cultivo de papa. San José, Costa Rica. 4 p.
- COMISION INTERBANCARIA DE AVIOS. 1994. Cultivo de papa. San José, Costa Rica. 7 p.
- COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (CONITTA). 1991. Papa (*Solanum tuberosum*), Solanaceae. San José, Costa Rica, MAG. 29 p. (Serie IITA No. 11)
- COMISION NACIONAL DE LA PAPA (CNP). 1989. Pronóstico de producción de papa. Cartago, Costa Rica. 14 p.
- COMISION NACIONAL DE LA PAPA (CNP). 1990. Pronóstico de producción de papa. Cartago, Costa Rica. 14 p.
- COMITE TECNICO DE LIRIOMYZA. 1990. El minador de las hojas *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica). Boletín Divulgativo No. 95. 26 p.
- CRANSHAW, W.S.; RADCLIFFE, E.B. 1980. Effect of defoliation on yield of potatoes. Journal of Economic Entomology (EE. UU.) 73:131-134.
- ✓ DELGADO, M.J. 1978. Primer Curso Intensivo de Control Integrado de Plagas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. v.3, p. 1-13.



- ; AGUILAR, P.G. 1980. El cultivo de la papa. In Apuntes sobre el control biológico y el control integrado de las plagas agrícolas en Perú. Revista Peruana de Entomología (Perú) 23(1):102-104.
- DE GAUFFAU, L.J.W. 1991. *Liriomyza huidobrensis*, a new economically important leaf miner in the Netherlands. In Proceedings of the Experimental and Applied Entomological Society (Holanda) 2:41-45.
- FANO, H.; ACHATA, A. 1992. Métodos y técnicas de la investigación en finca: la experiencia de las ciencias sociales en el CIP. Centro Internacional de la Papa (Perú). Guía de Investigación No. 20. 36 p.
- FERRO, D.N.; MORZUCH, A.J.; MARGOLES, D. 1983. Crop loss assessment of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on potatoes in western Massachusetts. Journal of Economic Entomology (EE. UU.) 76:349-356.
- FRENCH, B.J. 1989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 12:48-66.
- ; CALVO, D.G.; RAMIREZ, O. 1994. Información y análisis económico en programas de manejo integrado de plagas. In Lecturas sobre Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica. p. 24-42.
- GAVIRIA, J.D.; GAFARO, F.; PRIETO, A.J.; ESCOBAR, J.; GARCIA, H.; RUIZ, H. 1982. Avances en el control integrado de los insectos plaga del cultivo de crisantemo en el Departamento de Evaca. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología 9 p.
- GOMEZ, Y. 1992. Muestreo y dinámica poblacional de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera Agromyzidae), en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Lic. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias. 119 p.
- GONZALEZ, S.H. 1973. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard 1926) (Diptera:Agromyzidae). Revista de la Sociedad de Entomología Argentina (Argentina) 34(3-4):207-216.
- HANNA, H.Y.; STORY, R.N.; ADAMS, A.J. 1987. Influence of cultivar, nitrogen and frequency of insecticide application on vegetable leafminer (Diptera:Agromyzidae) population density and dispersion on snap beans. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 80:107-110.

- HARE, D.J. 1980. Impact of defoliation by the Colorado potato beetle on potato yields. *Journal of Economic Entomology* (EE. UU.) 73:369-373.
- HARRIS, A.M.; BEGLEY, W.L.; WARKENTIN, L.D. 1990. *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae). Suppression with foliar applications of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida:Steinernematidae) and abamectin. *Journal of Economic Entomology* (EE.UU.) 83(6):2380-2384.
- HEADLEY, J.C. 1972. Economics of agricultural pest control. *Annual Review of Entomology* (EE.UU.) 17:273-286.
- HEINZ, K.M.; PARRELLA, M.P. 1989. Attack behavior and host size selection by *Diglyphus begini* on *Liriomyza trifolii* in chrysanthemum. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (Holanda) 53:147-156.
- ; PARRELLA, M.P. 1990. Biological control of insect pest on greenhouse marigolds. *Environmental Entomology* (EE. UU.) 19(4):825-835.
- HIDALGO, J.E.; CARBALLO, M. 1991. Influencia de las malezas sobre los insectos controladores naturales de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae). *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 20-21:49-54.
- HILJE, L. 1994a. Caracterización del daño de las polillas de la papa *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), en Cartago, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 31:43-46.
- 1994b. Notas sobre *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabidae) en papa, Cartago Costa Rica. In Seminario-Taller Centroamericano sobre Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9 p.
- ; CARTIN, V. 1989. Ataque de los polillas *Scrobipalopsis solanivora* y *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera:Gelechiidae) y su relación con la fenología de la papa, en Cartago, Costa Rica. *Uniciencia* (Costa Rica) 6(1-2):29-38.
- ; CUBILLO, D.; RAMIREZ A. 1993a. Validación de umbrales de acción para el combate de *Liriomyza huidobrensis* en parcelas de papa, en Cartago, Costa Rica. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Investigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG/CATIE p. 71-79.

- ; ZOEBSCH, T.; CARBALLO, M.; RAMIREZ, A.; LEON, R. 1993b. Posibilidades de recuperación del control biológico natural de *Liriomyza huidobrensis* en parcelas de papa, en Cartago, Costa Rica. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Investigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG/CATIE p. 16-25.
- HOLDRIDGE, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José. C.R., IICA. 216 p.
- HORTON, D.R.; CAPINERA, J.L. 1987. Effects of plant diversity, host density, and host size on population ecology on the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Environmental Entomology (EE.UU.) 16:1019-1026.
- HRUSKA, A.J. 1987. Períodos críticos de protección y el efecto de infestación del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo riego en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 12:37-47.
- ; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 5:30-40.
- HUIZA R.I. de; PALACIOS, M.; ALCAZAR, J. 1987. Hymenoptera parasitoides de *Liriomyza huidobrensis* en papa cultivadas en Rímac, Cañete e Ica. Revista Peruana de Entomología (Perú) 28:19-21.
- HUTCHINS, H.S.; HIGLEY, G.L.; PEDIGO, P.L. 1988. Injury equivalency as a basis for developing multiple species economic injury levels. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 81(1):1-8.
- INIA. 1980. Primer Curso Internacional sobre Producción de Semillas de Papa. Osorno, Chile, Estación Experimental REMEHUE. 156 p.
- JARA, P.B. 1986. Período óptimo de control de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard en papa. In Reunión Anual de PRACIPA. (5, 1985, Cochabamba, Bolivia). Memorias. Lima, Perú p. 140-144.
- . 1989. Problemas entomológicos de la papa y avances de investigación en el Perú. In Seminario Taller sobre Aspectos Entomológicos en el Cultivo de la Papa. Bogota, Colombia. 97 p.

- JARA, S. A. 1991. Cuantificación económica de pérdidas en papa (*Solanum tuberosum* L.) en precosecha, cosecha y post-cosecha en la zona alta de la provincia de Cartago. Tesis Ing. Agr. Heredia, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. p. 95.
- JOHNSON, M.W. 1984. *Liriomyza* species associated with onions on Maui, Hawaii. In Annual Industry Conference on the Leafminers 4, 1984, Sarasota, Florida) Proceeding. Florida, EE. UU. p. 97-103.
- ; OATMAN, E.R.; TOSCANO, N.C. 1982. Potential sampling plan for *Liriomyza sativae* on pole tomatoes. In Annual Industry Conference on the Leafminer (3, 1982, California) Proceedings. California, EE.UU p. 50-58.
- JONES, V.P.; PARRELLA, P.M. 1986. Development of sampling strategies for larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Chrysanthemums. Environmental Entomology (EE.UU.) 15:268-273.
- ; PARRELLA, M.P.; HODEL, D.R. 1986. Biological control of leafminers in greenhouse Chrysanthemum. California Agriculture (EE.UU.) 40(1-2):10-12.
- KEIL, C.B.; PARRELLA, M.P. 1990. Characterization of insecticide resistance in two colonies of *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae). Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 83(1):18-26.
- KEULARTS, W.J.L.; LINDQUIST, R.K. 1989. Increase in mortality of prepupae and pupae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by manipulation of relative humidity and substrate. Environmental Entomology (EE.UU.) 18(3):499-503.
- KNODEL, J.; POE, L. 1982. Ovipositor morphology of three economically important *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae). In Annual Industry Conference on the Leafminers (3, 1982, Alexandria, Virginia). Proceeding. Virginia, EE. UU. p. 186-195.
- KOGAN, M; HERZOG, D.C. 1980. Sampling methods in soybean entomology, New York, Springer-Verlag. p. 123-131.
- LAREW, G.H. 1988. Limited occurrence of foliar, root, and seed applied Neem seed extract toxin in untreated plant parts. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 81(2):593-598.

- LIZARRAGA, D.A. 1990. Biología de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). Revista Latinoamericana de la Papa (Colombia) 3(1):30-40.
- LONG, E. 1991. A barrier against leafminer losses. Grower (G.B.) 15(4):35-37.
- LYON, J.P. 1985. Biological control of leafminer in France. In Annual Industry Conference on the Leafminer (4,1985, Sarasota, Florida). Proceedings. Florida. p. 55-58.
- MACDONALD, O.C. 1991. Responses of the alien leaf miners *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera:Agromyzidae) to some pesticides scheduled for their control in the U.K. Crop Protection (G.B.) 10:509-513.
- MARTINEZ Y HUAMAN, C. 1987. Aspectos fisiológicos en el cultivo de la papa. In El cultivo de la papa, con énfasis en la producción se semilla. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 38-67.
- MASIS, E.C. 1991. Control químico de *Liriomyza huidobrensis* en el cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 22:18-20.
- MIDMORE, D.J. 1986. Respuesta de la planta de papa (*Solanum* spp) al daño de insectos: algunos efectos de compensación. In Memorias del Curso sobre Control Integrado de Plagas. Bogotá, Colombia, CIP/ICA. p. 176-200.
- ; ALCAZAR, J. 1990. Mixed planting of potato cultivars: Growth, yield and leafminer damage in the cool tropics. Experimental Agriculture (G.B.) 27:305-318.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Consideraciones generales del cultivo de papa y su comercialización en Costa Rica. San José, Costa Rica. Serie Análisis DAPM No. 1-84. 35 p.
- MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, Costa Rica, IICA. 676 p.
- MOORBY, J. 1970. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato plants. Annual Botany (EE. UU.) 32:57-68.
- MORRIS, R.F. 1960. Sampling insect populations. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 5:243-264.

- MUMFORD, D.J.; NORTON, G.A. 1984. Economics of decision-making in pest management. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 29:157-174.
- MURILLO DE LA ROCHA, R. 1981. La polilla de la papa (*Scrobipalopsis solanivora* Povolny). Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica). Boletín Técnico No. 69. 12 p.
- . 1988. Trabajos de investigación sobre el control químico de la polilla de la papa *S. solanivora* Povolny realizados en el proyecto, Costa Rica 1979-87. San José, Costa Rica, MAG. 190 p.
- MUSGRAVE, C.A.; POE, S.L.; BENNETT, D.R. 1975. Leafminer population estimation in polycultured vegetables. Proc. Fla. State Hort. Soc. 88:156-160.
- OCHOA, C.P.; CARBALLO, V.M. 1993. Efecto de varios insecticidas sobre *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) y su parasitoide *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 26:8-12.
- OEPP/EPPO. 1992. Quarantine procedure. Identification of *Liriomyza* spp. Bulletin OEPP/EPPO (G.B.) 22:235-238.
- ONSTAD, W.D. 1987. Calculation of economic-injury levels and economic thresholds for pest management. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 80:297-303.
- PRACIPA. 1992. Manejo integrado de insectos plagas del cultivo de la papa en el estado de Lara, Venezuela, FONAIAP/PRACIPA. p. 16-35.
- PRANDO, H.F.; CRUZ, DA. F.Z. 1986. Aspecto da biologia de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard 1926) (Diptera: Agromyzidae) en laboratorio. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil (Brasil) 15(1):77-88.
- PARRELLA, P.M. 1982. A review of the history and taxonomy of economically important serpentine leafminers (*Liriomyza* spp.) (Diptera: Agromyzidae) in California. Pan-Pacific Entomology (EE.UU.) 58:302-308.
- ✓----- . 1987. Biology of *Liriomyza*. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 32:201-224.

- ✓-----.; BETHKE, J.A. 1982. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on Chrysanthemum and Aster In Annual Industry Conference on the Leafminers (3, 1982, Alexandria, Virginia). Proceedings, Virginia. p. 110-116.
- ✓-----.; BETHKE, J.A. 1984. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera:Agromyzidae) en chrysanthemum, aster and pea. Journal of Economic Entomology 77(2):342-345.
- .; JONES, P.V. 1985. Yellow traps as monitoring Tools for *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae) in Chrysanthemum greenhouses. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 78:53-56.
- .; TRUMBLE, J.T. 1989. Decline of resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae) in the absence of insecticide selection pressure. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 82:365-368.
- .; KEIL, C.B.; MORSE, J.G. 1984. Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. California Agriculture (EE. UU.) 36(11-12):22-23.
- PEDIGO, R.K.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, G.C. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 31:341-368.
- PERRIN, K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ARDERSON J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., CIMMYT. 54 p.
- POE, L.S. 1982a. Implications of USDA/APHIS PPQ decision of flowers imports In Annual Industry Conference on the Leafminers (3,1982, Alexandria, Virginia). Proceedings. Virginia. p. 117-121.
- ✓-----. 1982b. And a year later.... In Annual Industry Conference on the Leafminers (3,1982, Alexandria, Virginia) Proceedings. Virginia. p. 206-209.
- ✓-----.; MONTZ, J.K. 1981. Preliminary results of leafminers species survey. In Conference on Biology and Control of *Liriomyza* Leafminers (1981, Lake Buena Vista, Florida). Procceding. Florida, University of Florida. p. 24-34.

- POHRONEZNY, K.; WANDHILL, V.H.; SCHUSTER, J.D.; SONADO, M.R. 1986. Integrated pest management for Florida tomatoes. *Plant Disease* (EE.UU.) 70(2):96-102.
- POSTON, T.L.F.; PEDIGO, P.L.; WELCH, M.S. 1983. Economic injury levels: Reality and practicality. *Bulletin of the Entomological Society of America* (EE.UU.) 29(1):49-53.
- PRIETO, A. 1986. Biología y ecología de *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera:Agromyzidae) minador del crisantemo en el Departamento de Valle de Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* (Colombia) 6(3):77-84.
- RAMAN, K. V. 1984. Progress in pheromone utilization and other novel control practices. *In* Integrated pest management. Washington D.C. 257 p.
- . 1988. Manejo integrado de plagas de la papa en los países del Tercer Mundo. *Circular CIP* (Perú) 16(1):1-9.
- RAMIREZ, O. 1993. Metodologías para la determinación de umbrales de acción Ceiba (Honduras) 33(1):331-342.
- RAMIREZ, A.C.; SCHNELL, E. 1983. La papa. San José, Costa Rica, CAFESA. 58 p.
- REYNOSO, D. 1987. Evaluación de clones precoces de papa contra la mosca minadora. *In* Reunión Anual de PRACIPA. (6,1987, Panamá). Memorias. Panamá. p. 106-109.
- ROCHA, R. R.; BYERLY, K. F.; BUJANOS, M. R.; VILLARREAL, G. M. 1990. Manejo integrado de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en la región del Bajío, México. México SARH-INIFA 52 p.
- RODRIGUEZ V., C.L. 1992. La situación de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae) en el cultivo de papa en Cartago, Costa Rica. Primer Simposio Nacional sobre Plaguicidas: Problemática y Soluciones. San José, Costa Rica. 13 p. (Inédito)
- .; CESPEDES, R. 1993. Efecto del daño de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard en relación a la fenología del cultivo de papa. *In* Taller de Actualización sobre *Liriomyza hudiobrensis* y Perspectivas para las Futuras Invetigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG/CATIE p. 9-15.



- .; LEPIZ, C.; PEREZ, D. 1991. Evaluación de pegamentos en la captura de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 20-21:55-56.
- ✓-----.; LEON, R.; CESPEDES, Z.R.; LEPIZ, C. 1993. La situación entomológica de la papa en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:6-13.
- .; PADILLA, C.; MATARRITA, L.; MEDINA, J. 1990. Transferencia y adopción de tecnología en el control del minador de las hojas *Liriomyza* prob. *huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae) en la zona norte de Cartago. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 18: 33-41.
- .; RODRIGUEZ, C.; LEON, R.; PEREZ, D. 1989. avances en la investigación sobre el combate de la mosca *Liriomyza* (*Liriomyza* spp.) en Costa Rica. Revista Investigación Agrícola (Costa Rica) 3(2):1-8.
- ✓ROMERO, H.; ZOBISCH, T.; CARBALLO, M. 1991a. Ciclo de vida y preferencia alimentaria de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae) en papa, apio y cinco malezas importantes en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 22:1-4.
- ✓-----. 1991b. Descripción e identificación de la genitalia femenina de la especie de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 22:5-8.
- ROSSET, P.M. 1991. Umbrales económicos: problemas y perspectivas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 19:26-29.
- SARMIENTO, M.S. 1984. Evaluación de insectos. In Control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. Segundo Curso Intensivo. 2 ed. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. v.1, 8:18 p.
- ✓SARMIENTO, C; SARAY, R.; ACOSTA, G. 1986. Biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae) en *Gypsophila paniculata* L., bajo invernadero. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) 12:17-25.
- SCHUSTER, D.J.; BECK, W.H. 1983. Visual rating system for assessing *Liriomyza* spp. (Diptera:Agromyzidae) leafmining on tomato. Journal of Economic Entomology (EE. UU.) 76:1465-1466.

- .; BECK, W.H. 1984. Presence-absence sampling for assessing densities of leafminers in field-grown tomatoes In Annual Industry Conference on the Leafminers (4,1984, Sarasota, Florida). Proceedings. Florida. p. 96.
- .; EVERETT, P.H. 1983. Response of *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae) to insecticides on tomato. Journal of Economic Entomology (EE. UU) 76:1170-1174.
- SEGURA, E. 1991. Evaluación de insecticidas sobre *Liriomyza hudiobrensis* Blanchard (Diptera:Agromyzidae), su efecto en las polillas y en el rendimiento del cultivo de papa. Tesis de Lic.. Universidad de Costa Rica 79 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1979. Ecological methods. 2 ed. London 524 p.
- .; NORTON, A.G. 1973. Economic aspects of pest management strategies and decisions. Ecology Society Australian (Australia) 1:168-184.
- ✓ SPENCER, K.A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Serie Entomological (EE.UU.) 9:1-41.
- ✓----- . 1981. Morphological characteristics and brief taxonomic history of *Liriomyza*. In Conference on Biology and Control *Liriomyza* Leafminers (1981, Lake Buena Vista, Florida). Proceedings. Florida, University of Florida. p. 12-23.
- ✓----- . 1982. Review of Colombian leafminers with special reference to *Liriomyza huidobrensis* In Annual Industry Conference on the Leafminers (3,1982, Alexandria, Virginia) Proceedings. Virginia. p. 101-103.
- ✓----- . 1983. Leafmining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 31(1):41-67.
- STERN, M.V. 1973. Economic thresholds. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 18:259-280.
- STOLL, G. 1991. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. p. 107.
- STRICKLAND, A.H. 1961. Sampling crop pests and their hosts. Annual Review of Entomology (EE.UU.) 6:201-220.
- SZMEDRA, I.P.; WETZSTEIN, E.M.; McCLENDON, W.R. 1990. Economic threshold under risk: A case study of soybean production. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 83(3):641-646.

- TRYON, E.H. Jr.; POE, S.L.; CROMROY, H.L. 1980. Dispersal of vegetable leafminer onto a transplant production range. Florida Entomology (EE.UU.) 63:292-296.
- VALENCIA, L. 1988. Avances de investigación en el control de la palomilla y del gusano blanco de la papa en el Convenio ICA-CIP. Quinto Curso de Actualización de Conocimientos en el Cultivo de la Papa. Tunja, Colombia FEDEPAPA. 16 p.
- /-----.; ESTRADA N. 1986. Control de plagas de papa con plantas resistentes. In Curso sobre Control Integrado de Plagas de Papa (1986, Colombia). Memorias. Colombia, CIP/ICA. p. 117-124.
- VAN DER LINDER, A. 1990. Prospects for the biological control of *Liriomyza huidobrensis*, a new leafminer for Europe. Bulletin SROP (G.B.) 13:100-103.
- / VEIRE VAN, de M.; BLEYAERT, P. 1990. Control of the leaf miner *Liriomyza huidobrensis* on glasshouse lettuce with IGR cyromazine. Mededelingen van de Faculteit Landbouwtenschappen Rijksuniversiteit Gent. (Holanda) 55: 661-666.
- / VELEZ, A. R.; MADRIGAL, A.; MORALES, G. 1980. Biología, hábitos y hospedantes del minador del crisantemo. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) 6:21-25.
- WEBB, R.E.; HINEBAUGH, R.K.; LINDQUIST, R.K.; JACOBSON, M. 1983. Evaluation of aqueous solutions of neem seeds extract against *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 76:357-362.
- WOLFENBARGER, D.A.; WOLFENBARGER, D.O. 1966. Tomato yields and leafminer infestation and a sequential sampling plan for determining need for control treatment. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 59:279-283.
- YABAR, L.R. 1986. Estudios de resistencia a mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*). In Reunión Anual de PRACIPA. (5, 1986, Cochabamba, Bolivia). Memorias. Cochabamba. p. 99-125.
- . 1987. Estudios de resistencia a mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*). In Reunión Anual de PRACIPA (6, 1987, Panamá). Memorias, Panamá. p. 101-102.
- ZAMBON, S.; CALAFIORI, M.H.; TEIXEIRA, N.T.; CIRELLI, E.A. 1991. Efeitos na producao e controle de *Liriomyza* spp. ha batata (*Solanum tuberosum*) pela adubacao e insecticida sistêmico. Ecosystema (Brasil) 16:89-94.

ZEHNDER, G.N.; 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 (EE.UU.) 78:138-142.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta respecto al manejo de *Liriomyza huidobrensis*

**INFORMACION GENERAL**

1. Nombre del agricultor.....  
 Edad.....

2. Caserío.....

**MANEJO DEL CULTIVO Y DE *L. huidobrensis***

1. Años de experiencia en el cultivo.....

2. Conoce Ud. la mosquita minadora?.....Desde cuándo?....  
 Como se enteró de su presencia?.....

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| a) De otros agricultores       | d) MAG       |
| b) Cooperativa                 | e) Periódico |
| c) Vio el problema en el campo | f) Otros     |

3. Quién le enseñó como manejar a la mosca minadora?  
 a) Cooperativa ..... b) MAG ..... c) Vecinos.....  
 d) Otros .....

4. En qué cultivo tuvo más problemas con esta plaga?  
 a) Cebolla  
 b) Papa  
 c) Frijol  
 d) Remolacha  
 e) Otros

5. Cuándo comenzó a ser un problema serio?.....(Fecha).  
 Cómo infestó su cultivo? Repentino..... Paulatino.....

6. Tiene problemas con la plaga todavía?.....  
 a) Menos b) Igual c) Más

7. Considera a la mosca como una plaga importante y de  
 cuidado?..... En qué estación especialmente?.....

8. Dejó Ud. de sembrar cuando apareció la plaga?.....  
 Por qué?.....

Volvió a sembrar después del problema?.....  
 .....  
 Cambio el sitio de siembra? .....  
 Redujo el área que usualmente sembrara.....en cuánto?..

9. Ud. aplica insecticidas semanalmente?.....  
 Hasta cuántos días antes de la cosecha lo hace? .....  
 Utiliza algún criterio? a) Adultos/planta b) Daño foliar  
 c) Trampas amarillas d) Otros

10. Rendimiento de papa antes y después del problema

Variedad	Rendimiento y Area sembrada (Cargas/Mz y Mz)	
	Antes de 1989	Durante 1989-90

Atzimba  
 Comercial).....

Papa no  
 comercial.....

Granola  
 (comercial).....

Papa  
 no comercial.....

Otras.....

Papa no  
 comercial.....

Por qué cree que cambiaron sus rendimientos?.....  
 .....

11. Cuáles insecticidas aplicaba antes de la presencia de la mosca minadora?

Insecticida	Dosis(l/estaño)	Frecuencia	Plagas
a).....			
b).....			

c).....  
 d).....  
 Funcionaron después de que la mosca minadora apareció?.....  
 Por qué?.....  
 .....

12. Cuáles insecticidas empezó a utilizar después de que apareció la mosca minadora?

Insecticida	Dosis(1/estañon)	Frecuencia	Plagas
a).....			
b).....			
c).....			
d).....			
Impidió su costo el uso frecuente de ellos?.....			
.....			
Funcionan estos? .....			

13. Sabe qué es un adulticida y qué un larvicida? .....

De ejemplos de ambos Adulticidas: .....

Larvicidas: .....

Sabe cuándo aplicarlos? .....

.....

14. Aplica Ud. más cantidad de insecticidas después de que apareció la mosca minadora? .....Cuánto más? .....

(veces por semana).



15. Cuántas aplicaciones de insecticidas realizó y realiza en el cultivo de papa?

Plaga	Antes de 1989	Durante 1989	En 1994
-------	------------------	-----------------	---------

Mosca.....

Polillas.....

16. Combina insecticidas o utiliza mezclas especiales de insecticidas? .....

17. Sabe si los insecticidas "viejos" funcionan actualmente contra mosca minadora.....

**ASPECTOS ECONOMICOS**

1. Recibe o recibió Ud. asistencia económica para el combate de la mosquita minadora?

En que año? ..... Cuánto?.....

Cómo?.....

De quién?	a) Banco	d) Gobierno
	b) Familia	e) Otros
	c) Cooperativa	

Tenía crédito?.....recibió Prórroga?..... Tuvo condonación?.....

2. Cuánto le costaba producir una manzana de papa?

Variedad	Costo (colones/Mz)		
	Antes de	Durante	En 1994
	1989	1989	

Atzimba.....

Granola.....

Otras.....

Cambiaron sus costos de control de plagas?.....

Por qué?.....

Qué otros costos han cambiado desde que apareció la plaga?...

.....

3. Precio de insecticidas utilizados contra la mosca minadora.

Insecticida	Precio (colones/lt o kg)	
	Durante 1989	En 1994
Evisect.....		
Vertimec.....		
Padan.....		
Trigard.....		
Otros .....		

4. Qué apoyo recibió del gobierno para al manejo de la plaga? .....

Fueron suficientes? .....

5. Qué hizo Ud. para que el gobierno le ayudara? .....

**CONCLUSION**

1. Sigue la mosca minadora siendo un problema serio? .....

Por qué? .....

Cúal es la plaga más importante de la papa actualmente?.....

.....

Anexo 2. Presupuestos parciales (miles de colones) para los períodos de protección, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apollillados. Estación seca.

	PERIODOS CRITICOS						
	E-A	E-A-F	A-F	A-F-C	F-C	AGRIC	TEST
Rendimiento (t/ha)	25.00	25.78	25.16	26.25	25.00	24.22	24.06
Precio (¢/t)	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58
Beneficio bruto	1314.50	1355.60	1322.70	1380.20	1314.50	1273.40	1265.20
Costos variables							
Vertimec(l/ha)	0.20	0.50	0.40	1.30	1.05	0.00	0.00
Precio (¢/l)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Pirimor (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Precio (¢/l)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Pennicap (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00
Precio (¢/l)	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Padan (kg/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00
Precio (¢/l)	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
Evisect (kg/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Precio (¢/kg)	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
Lorsban (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
Precio (¢/l)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Dantox (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
Precio (¢/l)	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
Total insumos	5.75	14.38	11.50	37.38	30.19	19.85	0.00
Mano de obra							
Jornales por aplic.	4.00	8.00	6.00	14.00	10.00	26.00	0.00
Precio (¢/jornal)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Costo total M.O.	4.00	8.00	6.00	14.00	10.00	26.00	0.00
Total C.V.	9.75	22.38	19.50	51.38	40.19	45.85	0.00
Beneficio neto	1304.80	1333.20	1305.20	1328.09	1274.30	1227.60	1265.20

Anexo 3. Presupuestos parciales (miles de colones) para los períodos de protección, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apollillados. Estación seca.

	PERIODOS CRITICOS						
	E-A	E-A-F	A-F	A-F-C	F-C	AGRIC	TEST
Rendimiento (t/ha)	44.06	42.81	42.50	44.22	38.75	41.25	39.69
Precio (¢/t)	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
Beneficio bruto	1117.40	1085.70	1077.80	1121.40	982.70	1046.10	1006.50
Costos variables							
Insumos							
Vertimec (l/ha)	0.35	0.65	0.40	1.30	1.05	0.00	0.00
Precio (¢/l)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Decis (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00
Precio (¢/l)	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87
Trigard (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
Precio (¢/l)	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50
Lorsban (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
Precio (¢/l)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Pennicap (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00
Precio (¢/kg)	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Costo total insumos	10.06	18.69	11.50	37.38	30.19	11.45	0.00
Mano de obra (M.O.)							
Jornales por aplic.	6.00	10.00	6.00	14.00	10.00	18.00	6.00
Precio (¢/jornal)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Costo total M.O.	6.00	10.00	6.00	14.00	10.00	18.00	0.00
Total C.V.	16.06	28.69	17.50	51.38	40.19	29.45	0.00
Beneficio neto	1101.40	1057.00	1060.30	1070.00	942.50	116.60	106.50

Anexo 4. Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6 m<sup>2</sup>), según categorías, para los períodos de protección. Estación seca.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
E-A	0.5b	3.0a	4.0a	2.0a	7.0a
E-A-F	0.0b	4.0a	4.0a	2.3a	8.0a
A-F	0.5b	2.0a	1.0a	0.8a	4.0a
A-F-C	1.3a	4.0a	6.0a	2.5a	10.0a
F-C	0.0b	3.0a	2.0a	2.0a	5.0a
AGRIC	0.5b	1.0a	1.0a	2.3a	3.0a
TEST	0.3b	2.0a	2.0a	0.8a	4.0a
<b>Peso</b>					
E-A	0.08b	0.29a	0.20a	0.05a	0.56a
E-A-F	0.00b	0.38a	0.22a	0.05a	0.59a
A-F	0.06b	0.16a	0.07a	0.02a	0.30a
A-F-C	0.30a	0.38a	0.30a	0.06a	0.93a
F-C	0.00b	0.24a	0.14a	0.06a	0.36a
AGRIC	0.09b	0.13a	0.06a	0.06a	0.26a
TEST	0.03b	0.16a	0.07a	0.02a	0.26a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p < 0.05$ )

Anexo 5. Número y peso promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6 m<sup>2</sup>), según categorías, para los períodos de protección. Estación lluviosa.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
E-A	0.0a	2.0a	6.0a	1.3a	8.0a
E-A-F	1.5a	4.5a	11.8a	3.8a	17.8a
A-F	0.5a	2.3a	9.5a	1.0a	12.3a
A-F-C	0.8a	4.3a	8.5a	2.3a	13.5a
F-C	1.0a	3.8a	9.0a	3.3a	13.8a
AGRIC	1.0a	1.5a	8.0a	1.5a	10.5a
TEST	2.0a	1.0a	7.8a	1.8a	10.5a
<b>Peso</b>					
E-A	0.00a	0.31a	0.44a	0.03a	0.74a
E-A-F	0.50a	0.73a	1.00a	0.12a	2.23a
A-F	0.12a	0.40a	0.77a	0.02a	1.28a
A-F-C	0.20a	0.81a	0.72a	0.06a	1.73a
F-C	0.24a	0.71a	0.72a	1.00a	1.67a
AGRIC	0.24a	0.26a	1.61a	0.04a	2.11a
TEST	0.53a	0.19a	0.69a	0.04a	1.41a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p < 0.05$ )

Anexo 6. Presupuestos parciales (miles de colones) para los umbrales de acción, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apollados. Estación seca

	UMBRALES DE ACCION					
	U-10	U-25	U-50	U-75	AGRIC	TEST
Rendimiento (t/ha)	25.31	26.09	22.66	23.44	23.44	23.44
Precio (¢/t)	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58	52.58
Precio bruto	1330.33	1372.01	1191.27	1232.34	1232.34	1174.83
Costo Variables						
Vertimec (l/ha)	0.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Precio (¢/l)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Pirimor (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Precio (¢/l)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Pennacap (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00
Precio (¢/l)	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Padan (kg/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00
Precio (¢/l)	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
Evisect (kg/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Precio (¢/kg)	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
Lorsban (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
Precio (¢/l)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Dantox (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
Precio (¢/l)	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
Costo total insumos	20.13	14.38	0.00	0.00	19.85	0.00
Mano de obra (M.O.)						
Jornales por aplicación	6.00	4.00	0.00	0.00	26.00	0.00
Precio (¢/jornal)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Costo total M.O.	6.00	4.00	0.00	0.00	26.00	0.00
Total costos variables	26.13	18.38	0.00	0.00	45.85	0.00
Beneficio neto	1304.81	1353.63	1191.27	1232.34	1186.49	1174.83

Anexo 7. Presupuestos parciales (miles de colones) para los umbrales de acción, según el rendimiento, incluidos los tubérculos apollados. Estación lluviosa

	UMBRALES DE ACCION					
	U-10	U-25	U-50	U-75	AGRIC	TEST
Rendimiento (t/ha)	42.19	42.50	41.56	42.19	43.13	42.81
Precio (¢/t)	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36	25.36
Beneficio bruto	69.88	1077.80	1054.03	1069.88	1093.65	1085.73
Costo Variables						
Insumos						
Vertimec (l/ha)	0.83	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Precio (¢/l)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Decis (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00
Precio (¢/l)	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87
Trigard (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00
Precio (¢/l)	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50	36.50
Lorsban (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
Precio (¢/l)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Pencap (l/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00
Precio (¢/l)	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Costo total	23.72	17.97	0.00	0.00	11.45	0.00
Mano de obra (M.O.)						
Jornales por aplicaciones	7.00	5.00	0.00	0.00	18.00	0.00
Precio (¢/jornal)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Costo total M.O.	7.00	5.00	0.00	0.00	18.00	0.00
Total costos variables	30.72	22.97	0.00	0.00	29.45	0.00
Beneficio neto	1039.16	1054.83	1054.03	1069.88	1064.20	1085.73



Anexo 8. Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6 m<sup>2</sup>), según categorías, para los umbrales de acción. Estación seca.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
U-10	1.5a	3.5a	2.0a	1.3a	7.0a
U-25	0.3a	6.5a	4.5a	0.8a	11.3a
U-50	1.3a	7.8a	2.8a	3.0a	11.8a
U-75	0.5a	2.0a	2.5a	1.8a	5.0a
AGRIC	0.0a	2.3a	0.8a	1.3a	3.0a
TEST	0.3a	7.5a	2.5a	1.8a	10.3a
<b>Peso</b>					
U-10	0.30a	0.3a	0.10a	0.03a	0.70a
U-25	0.00a	0.5a	0.20a	0.02a	0.70a
U-50	0.20a	0.7a	0.10a	0.06a	1.10a
U-75	0.10a	0.2a	0.10a	0.04a	0.40a
AGRIC	0.00a	0.2a	0.00a	0.04a	0.20a
TEST	0.10a	0.7a	0.10a	0.03a	0.90a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p < 0.05$ )

Anexo 9. Número y peso (kg) promedio de tubérculos apolillados por parcela (4.6 m<sup>2</sup>), según categorías, para los umbrales de acción. Estación lluviosa.

Trat.	Categorías				
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Comercial
<b>Número</b>					
U-10	0.5a	2.5a	11.3a	2.8a	14.3a
U-25	1.0a	3.8a	9.3a	3.3a	14.0a
U-50	0.3a	3.3a	10.3a	1.0a	13.8a
U-75	0.3a	1.3a	8.8a	1.8a	10.3a
AGRIC	0.8a	1.8a	7.8a	1.3a	9.3a
TEST	1.3a	5.3a	8.3a	3.0a	14.8a
<b>Peso</b>					
U-10	0.10a	0.50a	1.00a	0.10a	1.60a
U-25	0.30a	0.60a	0.90a	0.10a	1.80a
U-50	0.10a	0.60a	1.00a	0.02a	1.70a
U-75	0.10a	0.20a	0.70a	0.10a	1.00a
AGRIC	0.20a	0.30a	0.70a	0.06a	1.10a
TEST	0.30a	0.90a	0.70a	0.10a	1.90a

Promedios con la misma letra no son significativos ( $p < 0.05$ )