



INFORME FINAL

EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA INTEGRADA DE CONTROL DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata*) EN LA PROVINCIA DE ARICA I REGION

FONDO DE MEJORAMIENTO DEL PATRIMONIO SANITARIO

Enero de 2003

INDICE

	Página
1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	3
2. OBJETIVOS	4
3. METODOLOGIA	5
3.1 Eficacia del producto “Spinosad” en el control de adultos de <i>Ceratitis capitata</i>	5
3.2 Determinar la altura optima de liberación de machos estériles cepa Estándar Lima y TSL Toliman	7
3.3 Evaluar el uso de maquinaria para el control de focos larvarios de moscas que permita la descarga de fruta y remoción de suelo	9
3.4 Desarrollo de un método computacional (Software) para monitoreo de la distribución de insectos estériles en las diferentes áreas	9
4. RESULTADOS	10
4.1 Ensayos con Spinosad	10
4.1.1 Test preliminares	10
4.1.2 Test básico diferentes concentraciones del producto “Success” 0.02	11
4.1.3 Test de confirmación 10.000 ejemplares	13
4.1.4 Ensayo de persistencia de “Success” en condiciones de campo	15
4.2 Liberación de cepas estándar Lima y TSL Toliman a diferentes alturas	16
4.2.1 Cepa estándar Lima	16
4.2.2 Cepa TSL Toliman	25
4.3 Uso de maquinaria liviana para el control de focos de moscas	33
4.4 Desarrollo de Metodología computacional para visualización espacial de capturas de insectos estériles: (preparado por el Sr. Raúl González – SAG)	37
4.4.1 Distribución de insectos estériles	38
4.4.2 Distribución de hospederos del Valle de Azapa, provincia de Arica	40
5. CONCLUSIONES	41
5.1 “Spinosad”	41
5.2 Liberaciones de cepas de machos estériles	42
5.3 Uso de maquinaria liviana para el control de focos de moscas	43
5.4 Sistema computacional de visualización espacial de insectos estériles y hospederos	43
6. ANEXOS	44

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La condición de Chile como país libre de moscas de la fruta configura un escenario favorable para la exportación de frutas hospedantes de la plaga. En este sentido, los esfuerzos para controlar el brote de mosca del Mediterráneo que afecta a la Provincia de Arica benefician directamente al resto del país, en especial a las áreas productivas, al disminuir el riesgo de infestaciones provenientes de la dispersión pasiva del insecto, a través de la movilización ilegal de frutas y hortalizas. Asimismo, se otorga tranquilidad a los socios comerciales, reduciendo la posibilidad de sobre reacción de algunos de ellos.

Por esta razón, el reforzamiento de las acciones de control de la plaga, mediante el mejoramiento de la aplicación de la técnica de insecto estéril, evaluación de nuevos productos químicos de última generación, como el biopesticida spinosad como alternativo al tradicional Malation en el control de la mosca, como también la evaluación de la introducción de mecanización en la aplicación de tratamientos de control de estados inmaduros, permitirían en forma integrada una mayor eficiencia, maximizando las probabilidades de éxito en el control de la plaga.

Debido al aumento de temperaturas y disponibilidad de frutas hospederas, los niveles poblacionales del insecto tienden a aumentar a partir de primavera, por lo que en este período se requiere actuar con gran eficacia, abordando oportunamente cada detección y tratando el área subyacente. Por otra parte, el mejoramiento de la metodología de control empleada, puede aportar elementos que permitan incrementar sustancialmente la eficacia del control.

El cuestionamiento del Malation por su toxicidad, ha generado la búsqueda de alternativas a este producto de amplio uso en moscas de la fruta. El USDA –ARS, y Dow Agrosiences, han desarrollado un producto cebo tóxico, GF-120 (spinosad A + D; 0,02%) para el control de diferentes tefritidos, para su uso dentro de los programas de erradicación y prevención de moscas de la fruta.

Otra formulación de spinosad es el producto Success 48 (A+D 44,2%) y que actualmente es distribuido en Chile por Dow Agrosiences para el control del trips californiano en manzanos y uvas.

Spinosad, es un metabolito secundario de la fermentación aeróbica de *Saccharopolyspora spinosa* (Bacteria). Sobre los insectos actúa básicamente por ingestión, siendo menos activo por contacto. Una vez en contacto con el insecto, produce contracciones musculares, temblores, parálisis y flacidez. Estos síntomas aparecen a las 24 horas, provocando la muerte del insecto a las 72 horas. Este biopesticida además presenta otras ventajas, tales como: selectivo a insectos benéficos, corto periodo de carencia, bajo impacto ambiental, no presenta resistencia cruzada, baja toxicidad con los mamíferos, etc.

El estudio permitirá el uso eficiente e integrado de las metodologías disponibles para el control de brotes de mosca de la fruta en la Provincia de Arica, y con ello reducir el riesgo de dispersión de la plaga a otras áreas productivas del país. Lo anterior, otorgaría tranquilidad a los socios comerciales de Chile, cuyas acciones sobre el manejo del problema son técnicamente acertadas y eficientes.

Por otra parte la posibilidad de usar alternativas al producto fitosanitario Malation, como lo es el biopesticida spinosad, permitiría utilizar un producto para el control de la mosca, de menor toxicidad para el hombre, medio ambiente y animales.

La vigilancia o monitoreo de la distribución de insectos estériles liberados, mediante un programa computacional, permitiría decisiones rápidas y oportunas para las acciones correctivas de control.

Información técnica disponible para eventuales aplicaciones aéreas de spinosad frente a un eventual ingreso de la plaga en zonas libres.

2. OBJETIVOS

El objetivo general es determinar individualmente la eficacia de las acciones integradas de control de mosca del Mediterráneo en la Provincia de Arica, tales como la técnica del insecto estéril (TIE), control químico, cultural y uso de maquinaria para el control rápido y eficiente de focos larvarios y pupas de la mosca, dentro del marco de reforzamiento del programa de erradicación.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- Determinar la eficacia del biopesticida “Spinosad” en el control de adultos de mosca del mediterráneo, mediante aspersión terrestre, considerando los factores humedad relativa y temperatura y comparar con los resultados conocidos de eficacia del producto Malation.
- Evaluar comparativamente distintas alturas de liberación de insectos estériles de las cepas Estándar Lima y TSL Toliman, a fin de seleccionar la más eficiente y comparar con los resultados del método utilizado tradicionalmente.
- Evaluar comparativamente la mecanización de la acción de control de focos, mediante la utilización de maquinaria liviana que permita la descarga de fruta y remoción de suelo.
- Desarrollar un método computacional con la ayuda de un "Software" que permita visualizar o monitorear la distribución de los insectos estériles en el área de liberación.

- De manera de mejorar la toma de decisiones para las eventuales acciones correctivas de control en forma eficaz y oportuna.
- Desarrollar las bases técnicas para un protocolo de aplicaciones aéreas del producto spinosad, frente a una emergencia fitosanitaria.

3. METODOLOGIA

Para el desarrollo del proyecto FDF constituyó un Comité Directivo del Proyecto conformado por especialistas de las siguientes instituciones: Servicio Agrícola y Ganadero, Ing. Agrónomo Srs.: Jaime González y Raúl González, Centro de operaciones de Arica Srs.: Hugo Yavár, René Ocampos, Paula Troncoso; Claudia Vásquez; Hernán Donoso, Luis Toledo, Jorge Concha, de la Asociación de Exportadores de Chile A.G. Ing. Agrónomo Sra. Jimena López y Sr. Miguel Canala-Echeverría, de Fundación para el Desarrollo Frutícola Ing. Agrónomo Sr. David Castro D-C (Jefe proyecto), Jorge Alache, Carlos Cortes-Monroy y Edmundo Araya A. Sr. Raimundo Charlín como asesor entomólogo de FDF. Este comité definirá y acordará las acciones a seguir en cada etapa o fase en función de los resultados parciales que se vayan obteniendo.

3.1 Eficacia del producto “Spinosad” en el control de adultos de *Ceratitis capitata*

Para determinar la eficacia del producto biopesticida “Spinosad”, se realizaron en condiciones de laboratorio, dos “test”, Dosis – Respuesta, para determinar la dosis mínima letal sobre adultos de la mosca del mediterráneo. Previo a lo anterior se ha desarrollado un test preliminar para fijar los criterios de evaluación y condiciones metodológicas. Estas son:

Test preliminar: A fin de definir las condiciones experimentales, y criterios de evaluación se han medido diferentes variables tales como:

- a) Tipo de jaula y efecto “estres” (mortalidad).
- b) Necesidad de incorporar o no alimentación durante el experimento.
- c) Volumen del biopesticida a utilizar, de acuerdo a referencias recomendadas de campo.
- d) Tiempo de evaluación del efecto letal.
- e) Acondicionamiento y regulaciones de la cámara bioclimática (temperatura y humedad).

Test básico: Se seleccionaron 5 diferentes dosis del producto, más un control sin tratar (Base producto “Success 0,002 CB”), las que se asperjarán sobre un sustrato de genero (tul) en un volumen a determinar. Lo anterior se efectuó bajo dos condiciones de humedad y

temperatura, esto es 30% HR y 15°C; 60% HR y 25°C. Para lo anterior, se utilizaron jaulas especialmente diseñadas de 28 litros de volumen, las que se dejaron bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y luz dentro de un equipo incubadora. Para cada dosis se utilizaron 300 insectos fértiles, con tres replicaciones para cada caso de dosis, humedad y temperatura.

Los resultados se sometieron a análisis probit para estimar el LD 90 y la dosis letal para un nivel de eficacia del 99,97% (LD 99,97).

PREPARACION

TRATAMIENTO	INGREDIENTES		DILUCIONES %	SOLUCIÓN
	AGUA (cc)	SUCCESS 0.02 (cc)		
T1(Según etiqueta)	600	400	0	1 LITRO
T2	680	320	20	1 LITRO
T3	760	240	40	1 LITRO
T4	840	160	60	1 LITRO
T5	920	80	80	1 LITRO
T6(CONTROL)	1000	0	AGUA	1 LITRO

Tabla 2: Cámara climatizada con resguardo especial (DISEÑO FACTORIAL)

Replicaciones	TRATAMIENTO	TEMP/HUM(1) 15°,30HR	TEMP/HUM(2) 25°,60HR
		nº insectos	nº insectos
	1	300	300
	2	300	300
R1	3	300	300
	4	300	300
	5	300	300
	6	300	300
	1	300	300
	2	300	300
R2	3	300	300
	4	300	300
	5	300	300
	6	300	300
	1	300	300
	2	300	300
R3	3	300	300
	4	300	300
	5	300	300
	6	300	300

1. partir con una sola condición de Temperatura y humedad
2. Colocar los 6 tratamiento por vez , esto es por cada replica
3. Colocar registrador de tº y hum. para monitoreo
4. Acondicionar previamente los insectos en la ´camara al menos por 12 hrs.

Test de Confirmación: Para el test de confirmación de un nivel de eficacia del 99,97 % con un límite de confianza del 95%, se procedió a un tratamiento con la dosis seleccionada del test básico, sobre una población de 10.000 moscas, en replicaciones de 2.000 individuos por vez.

3.2 Determinar la altura optima de liberación de machos estériles cepa Estándar Lima y TSL Toliman.

Para determinar la altura optima de liberación de insectos estériles, se seleccionaron 3 diferentes alturas, esto es 200, 400 y 600 metros. Para lo anterior, se seleccionaron 3 áreas o sectores de liberación en el Valle de Azapa (sector bajo, medio y alto) que comprende en total 2.443 ha. En cada Sector y altura de liberación se han considerando 3 replicaciones para cada caso.

Para las liberaciones se ha considerado también el estándar 1.500 machos voladores por hectárea, con una eficiencia de la cepa del 70%. En cada sector se colocaron trampas tipo

Jackson con atrayente “Capilure”, para el monitoreo. En todos los sectores constituidos del valle se liberarán 12.600.000 insectos estériles.

Las temperaturas de liberación y temperaturas de los sectores fueron monitoreadas.

Las variables a medir serán: N° de trampas con capturas, % de recaptura, N° de insectos estériles, N° de insectos fértiles, relación estéril /fértil por trampa. Las observaciones se efectuarán semanalmente mediante la técnica de fluorescencia a la UV, macerado de cabeza y eventualmente genitales. Los atrayentes se cambiaron cada 7 días. Los datos se analizaron mediante test de comparación múltiple de Duncan o análisis no paramétrico según el caso, mediante el test Kruskall y Wallis.

A continuación en la Tabla 3, el Programa de Liberación Experimental.

Tabla 3: Programa de liberación Cepa Estándar Lima y TSL Toliman

Replicación	ALTURA (m)	ZONA		
		BAJA	MEDIA	ALTA
	200	A1	C1	A1
R1	400	C1	A1	B1
	600	B1	B1	C1

A1 = Semana 1, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

B1 = Semana 2, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

C1 = Semana 3, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

Replicación	ALTURA (m)	ZONA		
		BAJA	MEDIA	ALTA
	200	B2	A2	A2
R2	400	A2	C2	C2
	600	C2	B2	B2

A2 = Semana 4, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

B2 = Semana 5, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

C2 = Semana 6, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

Replicación	ALTURA (m)	ZONA		
		BAJA	MEDIA	ALTA
	200	B3	C3	A3
R3	400	C3	A3	B3
	600	A3	B3	C3

A3 = Semana 7, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

B3 = Semana 8, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

C3 = Semana 9, lunes : 2.100.000 insectos por Zona, viernes 2.100.000 insectos por Zona

EVALUACION: LOS LUNES DE CADA SEMANA, N° DE INSECTOS FERTILES Y 57 TRAMPAS JACKSON A MONITOREAR, CON REEMPLAZO EN CADA PARTIR CON MOSCAS DE COLOR ROJO, LUEGO NARANJO Y POSTERIORMENTE AZUL

Fecha de inicio liberación Estándar Lima = 19 y 23 de Noviembre 2001

Fecha de termino de liberación Estándar Lima = 31 de Diciembre 2001

Fecha de inicio liberación TSL Toliman = 14 y 18 de Enero 2002

Fecha de termino de liberación TSL Toliman = 18 y 22 de Marzo 2002

3.3 Evaluar el uso de maquinaria para el control de focos larvarios de moscas que permita la descarga de fruta y remoción de suelo.

Para lo anterior se seleccionó en conjunto con los profesionales del SAG, maquinaria disponible en la zona para las labores de descarga de la fruta y picado de suelo. Esta maquinaria se probó en un huerto a seleccionar para medir las siguientes variables:

Costo hora de máquina

Costo operador

Eficacia en la descarga (relación descarga de fruta versus tiempo de operación)

Eficacia en el picado de suelo (2,5cm de profundidad versus superficie de avance)

Lo anterior, se comparó con métodos manuales tradicionales, en cuanto a relación costo/beneficio.

En conjunto con el comité técnico del SAG y FDF se seleccionaron las siguientes máquinas:

- a) Motocultivador: para picado de suelo
- b) Desbrozadora: con funciones de desmalezar, y sierra para podar en altura
- c) Motosierra de 16 pulgadas de espada: para podado rápido de ramas

3.4 Desarrollo de un método computacional (Software) para monitoreo de la distribución de insectos estériles en las diferentes áreas.

Para el desarrollo de esta fase, se tomaron los siguientes elementos:

- Input para 250 trampas
- N° de insectos totales por trampa
- N° de insectos estériles
- N° de insectos fértiles
- Relación fértil/estéril por trampa
- Visualización gráfica (uso de colores para representar niveles de distribución (buena, suficiente y mala).
- Incorporación de modulo utilitario de lectura de datos

4. RESULTADOS

4.1 Ensayos con “Spinosad”:

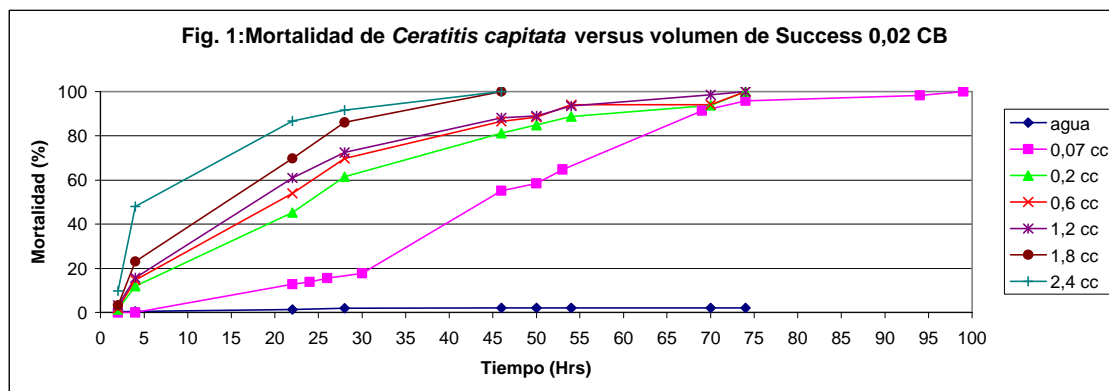
4.1.1 Test preliminares

Con el fin de definir las condiciones experimentales y criterios de evaluación se realizaron diferentes experiencias relacionadas con el tipo de jaulas a utilizar, alimentación, sustratos, etc.

Se definió la utilización de jaulas metálica de capacidad 28 litros para contener 300 moscas fértiles. En test de laboratorio, probando diferentes tipos de jaulas (metálicas, acrílicos y tamaños), se observó a los 10 días, que la mortalidad promedio en todos los casos fue entre 8,6 a 13,6%, no habiendo diferencias sustanciales.

El sustrato a contener el pesticida natural (“Success 0,02 CB”) se probó que él genero de tul sostenido en una alambre tipo descanso proporciona la superficie suficiente para el contacto con las moscas. Para el control se utilizó solo alimento y agua.

El volumen del producto “Success” en solución preparada según etiqueta (1,5 partes de agua por 1 de success 0,02) seleccionado a nivel experimental fue de 0,07 cc, que es el volumen a escala de laboratorio, equivalente a una aplicación terrestre entre 30 a 90 ml/árbol llevado luego a superficie plantada. En la figura 1 se presenta la tasa de mortalidad en respuesta frente a diferentes volúmenes de la dosis comercial probados.



Dosis producto comercial = 1,5 partes de agua por cada 1 parte de Success 0,02
N= 900 moscas fértiles por tratamiento (300x3 replicaciones); Temperatura media=17,5°C , HR = 71,9%

Se aprecia en la Figura 1, que la dosis equivalente sugerida por etiqueta y llevada a escala de laboratorio, esto es 0.07 ml., produce una mortalidad de 100% a las 117 hrs. para una población de 300 moscas.

4.1.2 Test básico diferentes concentraciones del producto “Success” 0.02

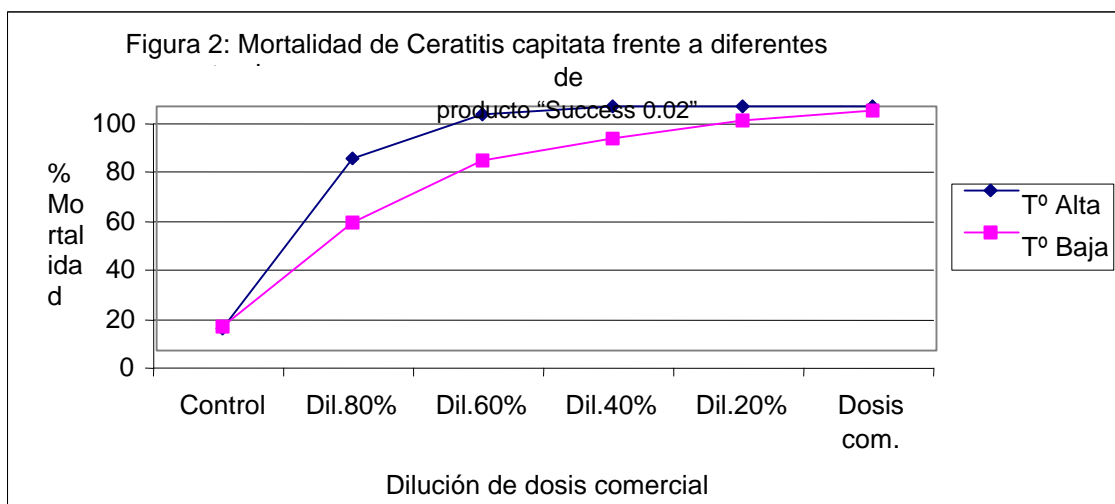
En la Tabla 4 y 5 se presentan los resultados sobre la mortalidad de *Ceratitis capitata* frente a diferentes concentraciones de “Success” 0.02 (0.02 % de “Spinosad”) tanto bajo condiciones de temperatura alta (26.6°C y HR = 61%); como temperatura baja (18,4°C HR = 39%).

Tabla 4: Mortalidad de *Ceratitis capitata* a las 117 hr, 26,6°C ; HR =61,6 %

Tratamiento (dilución)	Reaplicación	Nº insectos tratados	Nº insectos		Mortalidad
			vivos	muertos	
T1 (dosis comercial)	1	299	0	299	100.0
	2	307	0	307	100.0
	3	316	0	316	100.0
	Media				100.0
T2(20%)	1	307	0	307	100.0
	2	305	0	305	100.0
	3	306	0	306	100.0
	Media				100.0
T3(40%)	1	306	0	306	100.0
	2	310	0	310	100.0
	3	307	0	307	100.0
	Media				100.0
T4(60%)	1	298	0	298	100.0
	2	319	21	298	93.4
	3	301	7	294	97.7
	Media				97.0
T5(80%)	1	299	0	299	100.0
	2	296	58	238	80.4
	3	301	132	169	56.1
	Media				78.9
Control (Agua)	1	300	273	27	9.0
	2	306	267	39	12.7
	3	300	285	15	5.0
	Media				8.9

Tabla 5: Mortalidad de *Ceratitis capitata* a las 117 hrs. 18,4 °C ; HR = 39%

Tratamiento (dilución)	Reaplicación	Nº insectos tratados	Nº insectos		Mortalidad
			vivos	muertos	
T1 (dosis comercial)	1	300	2	298	99.3
	2	303	3	300	99.0
	3	300	10	290	96.7
	Media				98.3
T2(20%)	1	300	31	269	89.7
	2	300	6	294	98.0
	3	146	7	139	95.2
	Media				94.3
T3(40%)	1	300	52	248	82.7
	2	300	43	257	85.7
	3	282	24	258	91.5
	Media				86.6
T4(60%)	1	300	79	221	73.7
	2	300	58	242	80.7
	3	300	63	237	79.0
	Media				77.8
T5(80%)	1	300	168	132	44.0
	2	300	132	168	56.0
	3	300	131	169	56.3
	Media				52.1
Control (Agua)	1	300	296	4	1.3
	2	300	268	32	10.7
	3	300	250	50	16.7
	Media				9.6



En las Tablas 4 y 5 se puede apreciar que el producto “Success 0.02”, bajo condiciones de alta temperatura es eficaz incluso diluyendo al 40% según la dosis comercial recomendada, produciendo un 100% de mortalidad. Sin embargo, en condiciones de menor temperatura, la dosis comercial del producto sin dilución produce 98,3% de mortalidad a las 117 hrs. post tratamiento.

En la Figura 2 se aprecia una menor respuesta de mortalidad a bajas temperatura en comparación a iguales concentraciones a temperatura alta.

4.1.3 Test de confirmación 10.000 ejemplares

Analizado los test básicos se concluye que la dosis efectiva a probar es la dosis comercial según etiqueta (T1), 1,5 partes de agua por 1 parte de “Success 0.02”. Los ensayos se realizaron a temperatura de campo cuyos valores fueron de una temperatura media de 20°C, con máxima de 30.3 °C y mínima de 15.2 °C. La humedad relativa fue en promedio de 57.4% , con máxima de 74.3% y mínima de 32%.

Tabla 6: Test de confirmación 10,000 ejemplares, 117 horas post tratamiento, 1,5 partes de agua por 1 parte de “success 0,02” Condiciones de Campo (Arica, Noviembre 2002)

Nº de Jaula	Moscas Muertas		Total muertas	Moscas Vivas		Total vivas	% Mortalidad	Observación
	Machos	Hembras		Machos	Hembras			
1 (testigo)	10	23	33	144	118	262	11,19	
20 (testigo)	23	20	43	141	121	262	14,10	
2	168	153	321	0	0	0	100,00	
3	162	140	302	0	1	1	99,67	Moscas moribundas
4	156	154	310	0	0	0	100,00	
5	208	158	366	0	0	0	100,00	
6	150	154	304	0	1	1	99,67	Moscas moribundas
7	148	138	286	0	0	0	100,00	
8	165	148	313	0	0	0	100,00	
9	159	148	307	0	0	0	100,00	
10	160	147	307	0	0	0	100,00	
11	165	151	316	0	0	0	100,00	
12	164	145	309	0	1	1	99,68	Moscas moribundas
13	201	147	348	1	1	2	99,43	Moscas moribundas
14	162	149	311	0	0	0	100,00	
15	164	153	317	0	0	0	100,00	
16	157	149	306	1	1	2	99,35	Moscas moribundas
17	152	150	302	0	2	2	99,34	Moscas moribundas
18	179	148	327	0	1	1	99,70	Moscas moribundas
19	165	153	318	0	0	0	100,00	

Continuación Tabla 6

Nº de Jaula	Moscas Muertas		Total muertas	Moscas Vivas		Total vivas	% Mortalidad	Observación
	Machos	Hembras		Machos	Hembras			
1 (testigo)	6	23	29	143	125	268	9,76	
20 (testigo)	15	15	30	115	124	239	11,15	
2	149	140	289	1	4	5	98,30	Moscas moribundas
3	146	154	300	0	0	0	100,00	
4	170	145	315	0	2	2	99,37	Moscas moribundas
5	142	145	287	0	0	0	100,00	
6	154	148	302	0	1	1	99,67	Moscas moribundas
7	168	157	325	0	0	0	100,00	
8	140	144	284	0	0	0	100,00	
9	161	146	307	0	1	1	99,68	Moscas moribundas
10	158	151	309	0	0	0	100,00	
11	151	173	324	0	0	0	100,00	
12	153	142	295	0	1	1	99,66	Moscas moribundas
13	149	148	297	0	2	2	99,33	Moscas moribundas
14	156	149	305	0	1	1	99,67	Moscas moribundas
15	164	194	358	0	3	3	99,17	Moscas moribundas
16	147	145	292	0	3	3	98,98	Moscas moribundas
17	154	137	291	0	1	1	99,66	Moscas moribundas
18	147	147	294	1	1	2	99,32	Moscas moribundas
19	149	144	293	0	0	0	100,00	

**Tabla 7: Resultado test de confirmación
1,5 partes de agua por 1 parte de success 0,02
Condiciones de Campo (Arica, Noviembre 2002)**

Resultado final	Moscas Muertas		Total muertas	Moscas Vivas		Total vivas	% Mortalidad
	Machos	Hembras		Machos	Hembras		
Control	54	81	135	543	488	1.031	11,58
Tratada	5.743	5.394	11.137	4	28	32	99,71

N= 10,000 ejemplares

En las Tablas 6 y 7 se aprecia que el producto produce una eficacia de mortalidad del 99.71% para un limite de confianza del 95%.

4.1.4 Ensayo de persistencia de “Success” en condiciones de campo

De acuerdo a lo señalado en reunión de comité, estampado en hoja de nuevas actividades del 12/08/2002, se monto un ensayo de persistencia del producto con fecha 26/08/2002. Se efectuaron 3 tratamientos utilizando una sola concentración (dosis comercial recomendada):

Dosis alta : 0,2 cc de la mezcla recomendada (1 parte Succes/1,5 agua)
Dosis baja: 0,07 cc de la mezcla
Testigo : Solo agua, se aplicó 0,2 cc al trozo de tul.

Ambos volúmenes se hizo con tres repeticiones, es decir 3 jaulas cada una y además una jaula testigo.

Se introdujeron 150 machos y 150 hembras a cada una de las jaulas, una vez adentro se aplicó el tratamiento en cada trozo de tul. Se proporcionó agua y alimento en todas las jaulas. Se dio inicio el 26/08/2002 a las 12:00 hrs. Se determinó efectuar el primer recuento a las 16:00 de ese día y dos recuentos diarios cada día desde el día siguiente.

Se hizo recambio con la misma cantidad de moscas en cada jaula una vez que habían muerto todas en cada una de las repeticiones (jaulas) de los volúmenes. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8.- Mortalidad de moscas de la fruta y persistencia de “Success” en condiciones de campo (valores en %)

HORAS TRANSCURRIDAS	TESTIGO (agua)	0,07 cc	0,2 cc
28	0	89,3	96,3
52	0,3	99,0	99,2
236	10,9	99,7	1,0*
260	13,5	1,0*	21,8
484	1,0*	32,5	99,6
548	0	41,0	1,0*
744	11,2	85,4	70,9
788	19,1	92,0	66,1
916	26,6	99,3	89,3

* Promedio de tres repeticiones

* Recambio de moscas

Transcurridas 236 horas (10 días) murieron todas las moscas cuando se aplicó el volumen mayor, es decir, 0,2 cc de la mezcla de “Spinosad” mas agua en relación 1/1,5 partes

respectivamente. Al reponer las moscas en esas mismas jaulas se volvieron a morir todas 312 horas (13 días) después del recambio equivalentes a 548 horas (23 días) después del inicio del ensayo. Se volvió a poner nuevas moscas y la mortalidad 368 horas después del segundo recambio fue de un 89,3% (a 916 horas del inicio del ensayo).

Con el “volumen bajo” en la primera oportunidad las moscas se murieron todas una vez transcurridas 260 horas, se volvió a poner moscas en esas jaulas y al poner término al ensayo una vez transcurridas 656 horas desde la reposición y cumplidas 916 horas desde el inicio del ensayo, hubo una mortalidad de 99,3%, sin embargo esta no debería atribuirse al efecto del cebo (Success) debido a que en el testigo en la primera oportunidad se produjo un 100 % de mortalidad a las 484 horas, por lo tanto, la mortalidad en las moscas de recambio en el volumen bajo podría deberse exclusivamente a muerte natural. En cambio con el volumen alto en el último recambio al parecer aún tuvo efecto el cebo-pesticida, debido a que después de 368 del recambio (916 hrs del inicio del ensayo) se constató un 89,3 % de mortalidad, mientras que en el testigo en ese tiempo en la primera serie de moscas (368 hrs) ocurrió un 53,6 % de mortalidad y, después del recambio una vez transcurridas 432 hrs solo hubo una mortalidad de un 26,6 % (a 916 hrs del inicio del ensayo).

4.2 Liberación de cepas Estándar Lima y TSL Toliman a diferentes alturas

4.2.1 Cepa Estándar Lima

Capturas versus alturas de liberación y relación machos voladores

A continuación en la Tabla 9, se presentan los resultados generales sobre la liberación a diferentes alturas de la cepa Estándar Lima. Cabe señalar que en esta cepa no se completaron en algunos casos las tres replicaciones, debido a la urgente necesidad de suspender su liberación y cambiar a la cepa TSL Toliman, por el bajo porcentaje de machos voladores (Determinación SAG Central) (Véase apéndice).

TABLA 9: CAPTURA CEPA ESTANDAR LIMA *Ceratitis capitata*
(Nº DE INSECTOS ESTERILES CAPTURADOS PROMEDIO POR TRAMPA Y CTD)

SECTORES	METROS	SEMANA	COLOR	NARANJO		AMARILLO		AZUL		TOTAL COLOR		TOTAL CAPTURA	CTD macho	% MACHOS VOLADORES
				MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA			
SECTOR 1(26 trampas)	200	47	NARANJO	12.8	0.8	0.0	0.0	1.1	0.1	14.0	1.0	15.0	2.0	17.25
	200	51	AZUL	2.0	0.2	0.2	0.0	7.7	0.1	9.9	0.4	10.3	1.4	57.57
	200													
	400	49	AMARILLO	0.6	0.1	6.1	0.2	5.5	0.3	12.4	0.7	13.1	1.7	22.94
	400	50	NARANJO	9.2	0.0	1.5	0.1	1.9	0.0	12.7	0.2	12.9	1.8	51.18
	400													
	600	48	AZUL	3.6	0.5	0.0	0.0	6.7	1.0	11.8	1.8	13.6	1.5	41.44
	600	52	AMARILLO	0.8	0.0	41.5	1.0	4.9	0.4	47.4	1.5	48.9	6.7	50.98
600	1	NARANJO	7.6	0.7	0.9	0.2	20.3	0.6	29.0	1.8	30.8	4.1	43.80	
SECTOR 2(16 trampas)	200	49	AMARILLO	0.6	0.0	3.9	0.06	4.3	0.1	8.9	0.1	9.0	1.3	22.94
	200	50	NARANJO	12.1	0.2	3.8	0.0	4.4	0.1	20.3	0.4	20.7	2.9	51.18
	200													
	400	47	NARANJO	11.7	0.3	0.0	0.0	2.4	0.1	14.1	0.4	14.5	2.0	17.25
	400	52	AMARILLO	0.7	0.0	31.8	0.4	2.06	0.06	34.8	0.5	35.3	4.9	50.98
	400	1	NARANJO	13.9	0.1	4.0	0.1	22.1	0.3	40.1	0.6	40.7	5.7	43.80
	600	48	AZUL	3.6	0.4	0.0	0.0	7.5	0.7	12.2	1.1	13.3	1.6	41.44
	600	51	AZUL	2.3	0.2	0.4	0.0	7.2	0.1	10.0	0.4	10.4	1.4	57.57
600														
SECTOR 3(15 trampas)	200	47	NARANJO	6.5	0.9	0.0	0.0	1.2	0.06	7.7	1.0	8.7	1.1	17.25
	200	50	NARANJO	7.0	0.1	1.8	0.0	1.3	0.0	10.0	0.1	10.1	1.4	51.18
	200	1	NARANJO	27.6	0.4	0.6	0.0	21.2	0.7	49.4	1.1	50.5	7.1	43.80
	400	48	AZUL	1.6	0.8	0.0	0.0	7.5	1.1	9.1	1.9	11.0	1.3	41.44
	400	52	AMARILLO	0.0	0.0	47.0	0.1	4.8	0.0	51.9	0.1	52.0	7.4	50.98
	400													
	600	49	AMARILLO	0.4	0.0	14.5	0.1	2.8	0.1	17.8	0.2	18.0	2.5	22.94
	600	51	AZUL	1.2	0.0	0.2	0.0	7.5	0.3	9.1	0.3	9.4	1.3	57.57
600														

CTD : Captura /trampa /día

En la Tabla 9 se indica en términos generales los sectores, las alturas de liberación y color de marcaje, las capturas correspondientes al color, capturas totales, CTD y porcentaje de machos voladores. Se puede apreciar que el porcentaje de machos voladores es bajo y variable en las diferentes semanas de liberación.

Al ordenar la información, considerando solo el primer color base del marcaje, cuyo objetivo nos permite disminuir el error para el análisis de la eficacia de liberación a diferentes alturas se obtiene lo siguiente en la Tabla 10.

TABLA 10: CAPTURA PROMEDIO POR TRAMPA Y CTD CEPA ESTANDAR LIMA
Consi de rando solo el color base de la liberación

SECTORES	METROS	SEMANA	COLOR	Capturas solo por Color base			Temperatura de liberación (°C)	Condición ambiental del valle		% Machos voladores
				Macho/tramp	CTD(1)	Hembra/tramp		Temp.(°C)	HR (%)	
SECTOR 1 (26 trampas)	200	47	NARANJO	12.8	1.8	0.8	18.9	21.0	62.9	17.25
	200	51	AZUL	7.7	1.1	0.1	19.2	21.9	73.0	57.57
	200									
	400	49	AMARILLO	6.1	0.9	0.2	16.7	20.1	65.7	22.94
	400	50	NARANJO	9.2	1.3	0.0	18.1	21.0	65.3	51.18
	400									
	600	48	AZUL	6.7	1.0	1.0	15.6	20.1	65.2	41.44
	600	52	AMARILLO	41.5	5.9	1.0	17.2	22.2	67.0	50.98
SECTOR 2 (16 trampas)	600	1	NARANJO	7.6	1.1	0.7	16.2	21.0	68.0	43.80
	200	49	AMARILLO	3.9	0.6	0.06	16.7	20.0	62.3	22.94
	200	50	NARANJO	12.1	1.7	0.2	18.1	21.1	61.7	51.18
	200									
	400	47	NARANJO	11.7	1.7	0.3	18.9	20.1	62.8	17.25
	400	52	AMARILLO	31.8	4.5	0.4	17.2	23.3	59.1	50.98
	400	1	NARANJO	13.9	2.0	0.1	16.2	22.4	58.8	43.80
	600	48	AZUL	7.5	1.1	0.7	15.6	20.2	61.6	41.44
SECTOR 3 (15 trampas)	600	51	AZUL	7.2	1.0	0.1	19.2	22.4	67.8	57.57
	600									
	200	47	NARANJO	6.5	0.9	0.9	18.9	19.7	56.7	17.25
	200	50	NARANJO	7.0	1.0	0.1	18.1	21.1	54.3	51.18
	200	1	NARANJO	27.6	3.9	0.4	16.2	s/í	s/í	43.80
	400	48	AZUL	7.5	1.1	1.1	15.6	20.0	55.0	41.44
	400	52	AMARILLO	47.0	6.7	0.1	17.2	s/í	s/í	50.98
	400									
600	49	AMARILLO	14.5	2.1	0.1	16.7	20.1	52.8	22.94	
600	51	AZUL	7.5	1.1	0.3	19.2	22.4	58.0	57.57	
600										

De la tabla anterior se procesaron los datos utilizando un test de comparación múltiple y se correlacionaron las capturas (CTD) con el porcentaje de machos voladores. Los resultados se presentan en la Tabla 11 y Figura 3.

**Tabla 11: Liberación de moscas estériles de *Ceratitis capitata* a diferentes alturas
Cepa Estándar Lima en valle de Azapa (Temporada 2001/02)**

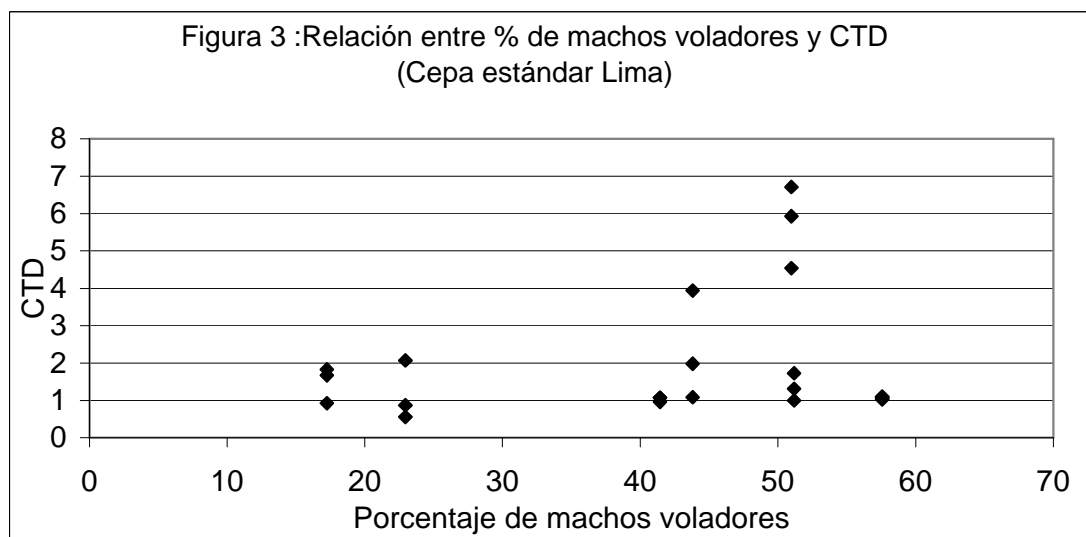
Zona	Altura de liberación (metros)	Captura/trampa	CTD (1)	Interv.95%
SECTOR 1 (26 trampas) Bajo	200	10,2 (a)	1,5 (a)	(0,7 - 2,3)
	400	7,6 (a)	1,1 (a)	(0,3 - 1,9)
	600	7,1 (a)	1,0 (a)	(0,2 - 1,8)
SECTOR 2 (16 trampas) Medio	200	8,0 (a)	1,1(a)	(0,02 - 2,3)
	400	12,8 (a)	1,8 (a)	(0,7 - 2,9)
	600	7,3 (a)	1,0 (a)	(0,0 - 2,1)
SECTOR 3 (15 trampas) Alto	200	13,7 (a)	2,0(a)	(0,0 - 4,6)
	400	7,5 (a)	1,1(a)	ND
	600	11,0 (a)	1,6(a)	(0,0 - 4,8)

(1): Captura/trampa/día

Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Duncan ($p < 0,05$)

Nota: No se considera la semana 52 por errática
correlación negativa lineal $r = 0,36$ con respecto altura vs capturas

ND: No determinado



Considera solo el color base de liberación

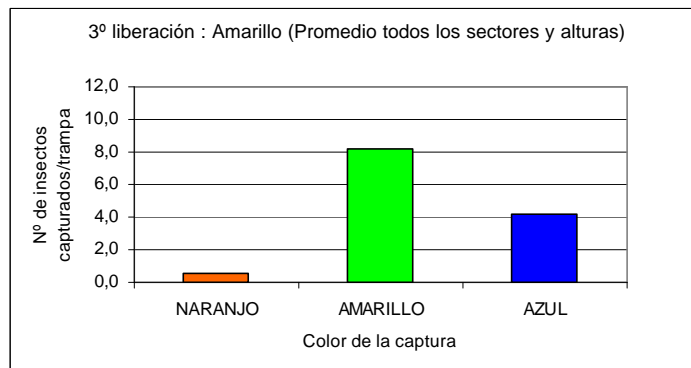
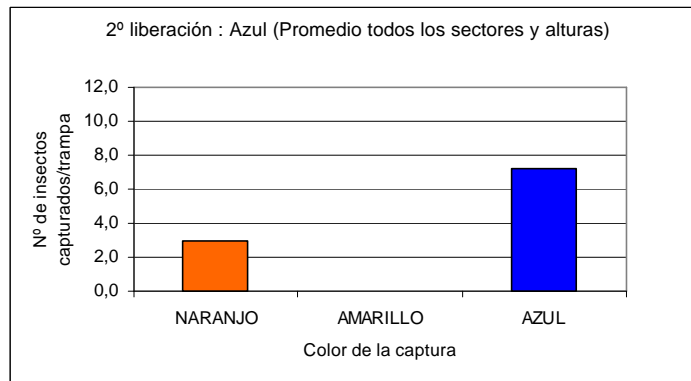
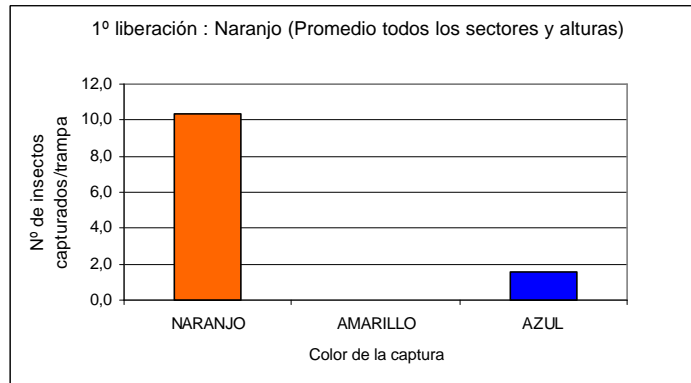
En la Tabla 11 se aprecia que no existen diferencias estadísticas entre las diferentes alturas de liberación. Sin embargo, existió cierta tendencia a una mayor captura en las liberaciones entre 200 y 400 metros.

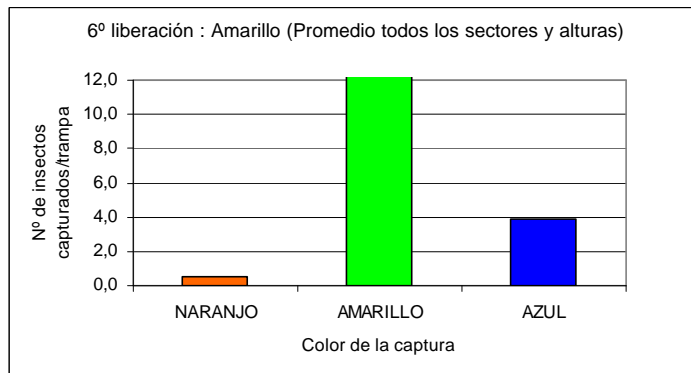
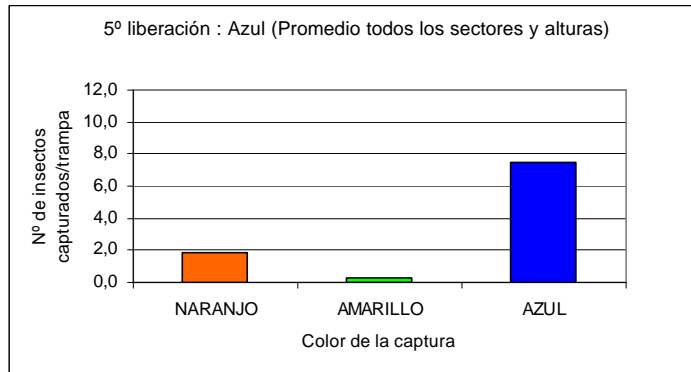
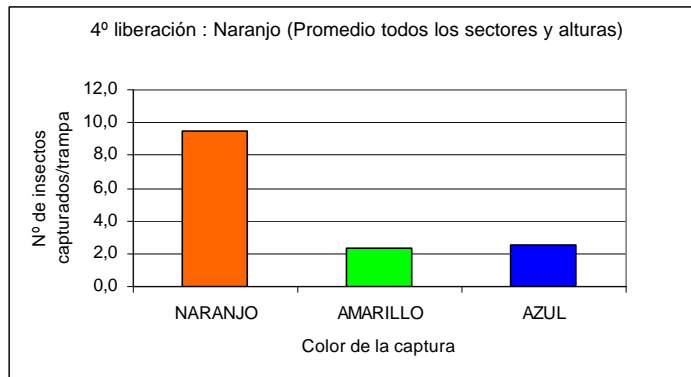
En la figura 3 se observa que no existe una relación aparentemente entre las capturas y el porcentaje de machos voladores.

Capturas versus color base de liberación

En las figuras se presentan en detalle el color de la liberación y el color de las capturas por cada semana. En ellas se aprecia claramente que después de dos semanas de su liberación existen recapturas.

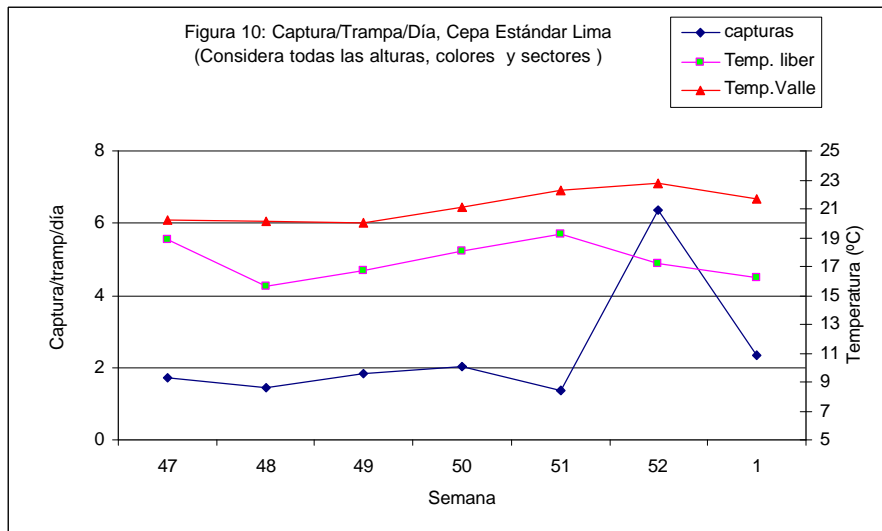
Figuras 4 al 9 color de liberación





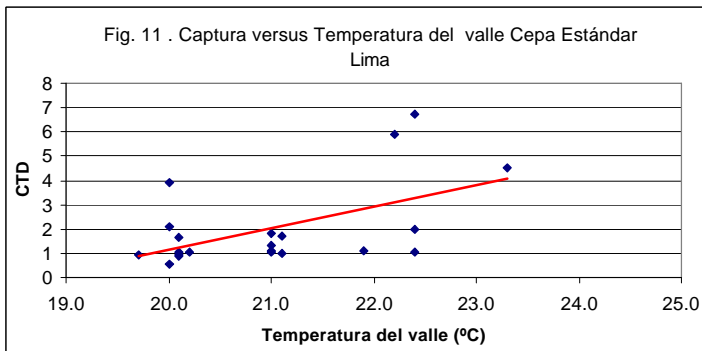
Capturas versus semanas de liberación

En la Figura 10, se presentan los diferentes niveles de capturas totales de Estándar Lima (CTD) considerando todos los colores y sectores, como asimismo las temperaturas del Valle y de liberación. En ella se aprecia capturas homogéneas durante todo el período unas 2 capturas/trampa/día, excepto la semana 52, con más de 6 individuos por trampa/día por causas no precisadas.



Relación capturas versus temperatura del Valle

En la Figura 11, se muestra la relación capturas versus temperatura del Valle. Se puede apreciar una relación directa entre ambas variables, en la cual temperaturas más altas se obtiene una mayor captura.



T° Valle(°C)	Captura/trampa/día
20	1.1
22	2.9
24	4.7
26	6.4
28	8.2

Capturas versus distribución por sectores y alturas

En la Tabla 12 se presenta la distribución de capturas ordenadas por sector que considerara todas las alturas de liberación y solo el color base. En ella se aprecia una mayor captura en el sector alto (3) con un CTD de 1,7 pero a la vez con una mayor coeficiente de variación entre las liberaciones con un valor de 71% con respecto a los otros sectores. Por otra parte, en el sector bajo se presentó, con menores capturas, esto es con 8,4 de CTD, sin embargo se observó una menor variación (29% de coeficiente de variación) entre las semanas de liberación con respecto a los sectores medio y alto.

**Tabla 12: Distribucion de capturas por sector cepa Estandar Lima Valle de Azapa
Considera todas las alturas de liberación y color base (Temporada 2001/02)**

Sector	Promedios CTD	CV (%)	Promedios(%) Machos voladores	T° de Liberación(°C)	T° del Valle(°C)	HR del Valle(%)
Bajo (1)	1.2	29.0	40.7	17.4	21.0	66.7
Medio (2)	1.3	40.0	40.7	17.4	21.4	62.0
Alto (3)	1.7	71.0	40.7	17.4	20.7	55.4

N = 6 liberaciones

En la Tabla 13 se presenta la distribución de las capturas ordenadas por altura de liberación que considerara todos los sectores y solo el color base. En ella se puede observar una mayor captura a los 200 metros, pero con un coeficiente de variación mayor (72%) con respecto a las alturas de 400 y 600 metros de 33 y 35% respectivamente.

**Tabla 13: Distribución de capturas por sector cepa Estándar Lima Valle de Azapa
Considera todas las alturas de liberación y color base (Temporada 2001/02)**

Altura (m)	Promedios CTD	CV (%)	Promedios(%) Machos voladores	T° de Liberación(°C)	T° del Valle(°C)	HR del Valle(%)
200	1.6	72.0	37.3	18.0	20.8	61.8
400	1.4	33.0	39.8	17.1	21.2	61.1
600	1.2	35.0	45.1	17.1	21.2	62.9

N = 6 liberaciones

4.2.2 Cepa TSL Toliman

Capturas versus alturas de liberación y relación machos voladores

En la Tabla 14 se presenta el cuadro general de las capturas de la cepa TSL Toliman.

TABLA 14: CAPTURA CEPA TSL TOLIMAN *Ceratitis capitata*
(Nº DE INSECTOS ESTERILES CAPTURADOS PROMEDIO POR TRAMPA Y CTD)

SECTORES	METROS	SEMANA	COLOR	NARANJO		AMARILLO		AZUL		TOTAL COLOR		TOTAL CAPTURA	CTD Macho	% MACHOS VOLADORES
				MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA	MACHO	HEMBRA			
SECTOR 1 (26 TRAMPAS)	200	3	AMARILLO	1.3	0.0	29.2	0.2	27.0	0.6	57.5	0.8	58.3	8.2	85.40
	200	7	NARANJO	54.0	0.0	2.9	0.0	7.1	0.0	64.0	0.0	64.0	9.1	81.70
	200	10	NARANJO	87.9	0.0	2.6	0.0	7.4	0.0	97.9	0.0	97.9	14.0	99.30
	400	5	AZUL	4.3	0.0	0.1	0.0	39.3	0.1	43.7	0.1	43.8	6.2	71.92
	400	6	AMARILLO	1.5	0.0	39.0	0.1	14.4	0.0	54.9	0.1	55.0	7.8	82.70
	400	11(12)	AMARILLO	0.9	0.0	52.3	0.0	4.9	0.0	58.1	0.0	58.1	8.3	99.80
	600	4	NARANJO	42.0	0.3	2.0	0.0	11.1	0.2	55.1	0.5	55.6	7.9	74.40
	600	8	AZUL	19.2	0.0	0.3	0.0	71.5	0.0	91.0	0.0	91.0	13.0	81.00
	600	9	AMARILLO	2.8	0.0	57.3	0.0	13.5	0.0	73.6	0.0	73.6	10.5	99.80
SECTOR 2 (16 TRAMPAS)	200	5	AZUL	18.4	0.0	2.0	0.0	55.3	0.1	75.7	0.1	75.80	10.8	71.92
	200	6	AMARILLO	4.1	0.0	53.3	0.0	15.0	0.1	72.4	0.1	72.5	10.3	82.70
	200	11 (12)	AMARILLO	2.4	0.0	79.6	0.0	8.4	0.0	90.4	0.0	90.4	12.9	99.80
	400	3	AMARILLO	2.1	0.0	61.0	0.0	34.5	0.4	97.6	0.4	98.0	13.9	85.40
	400	8	AZUL	22.8	0.0	1.9	0.0	78.60	0.0	103.3	0.0	103.3	14.8	81.00
	400	9	AMARILLO	1.3	0.0	48.6	0.0	16.4	0.0	66.3	0.0	66.3	9.5	99.80
	600	4	NARANJO	80.6	0.3	4.6	0.0	21.2	0.2	106.4	0.5	106.9	15.2	74.40
	600	7	NARANJO	45.6	0.1	3.0	0.0	11.6	0.0	60.2	0.1	60.3	8.6	81.70
	600	10	NARANJO	104.0	0.0	1.8	0.0	5.0	0.0	110.8	0.0	110.8	15.8	99.30
SECTOR 3 (15 TRAMPAS)	200	3	AMARILLO	0.7	0.0	62.8	0.1	34.4	0.30	97.9	0.4	98.3	14.0	85.40
	200	6	AMARILLO	0.4	0.0	83.7	0.0	22.4	0.0	106.5	0.0	106.5	15.2	82.70
	200	9	AMARILLO	1.2	0.0	61.3	0.0	12.9	0.0	75.4	0.0	75.4	10.8	99.80
	400	4	NARANJO	87.8	0.0	2.5	0.0	17.7	0.0	108.0	0.0	108.0	15.4	74.40
	400	8	AZUL	18.9	0.0	4.2	0.0	71.4	0.0	94.5	0.0	94.5	13.5	81.00
	400	10	NARANJO	133.5	0.0	3.1	0.0	6.7	0.0	143.3	0.0	143.3	20.5	99.30
	600	5	AZUL	15.2	0.0	5.7	0.0	77.4	0.0	98.3	0.0	98.3	14.0	71.92
	600	7	NARANJO	77.0	0.0	3.2	0.0	3.4	0.0	83.6	0.0	83.6	11.9	81.70
	600	11 (12)	AMARILLO	1.8	0.0	103.0	0.0	21.3	0.0	126.1	0.0	126.1	18.0	99.80

En la Tabla 14, se indica de manera general y ordenado por sector de liberación, alturas de liberación, color de marcaje por semana, CTD (captura trampa día) y porcentaje de machos voladores.

En la Tabla 15 a continuación los resultados se ordenan considerando solo el color base de liberación por semana para la interpretación específica de las capturas por sector y alturas.

TABLA 15: CAPTURA PROMEDIO POR TRAMPA Y CTD CEPA TSL TOLIMAN
 Considerando solo el color base de la liberación

SECTORES	METROS	SEMANA	COLOR	Capturas solo por Color base			Temperatura de liberación (°C)	Condición ambiental del valle		% Machos voladores
				Macho/tramp	CTD(1)	Hembra/tramp.		Temp.(°C)	HR (%)	
SECTOR 1 (26 trampas)	200	3	AMARILLO	29.2	4.2	0.2	20.7	21.8	65.6	85.40
	200	7	NARANJO	54.0	7.7	0.0	18.9	22.9	65.5	81.70
	200	10	NARANJO	87.9	12.6	0.0	19.7	22.6	72.6	99.30
	400	5	AZUL	39.3	5.6	0.1	20.6	22.5	67.3	71.92
	400	6	AMARILLO	39.0	5.6	0.1	20.6	23.4	69.4	82.70
	400	11 (12)	AMARILLO	52.3	7.5	0.0	19.4	21.7	72.4	99.80
	600	4	NARANJO	42.0	6.0	0.3	18.8	23.4	69.4	74.40
	600	8	AZUL	71.5	10.2	0.0	20.0	21.9	68.8	81.00
	600	9	AMARILLO	57.3	8.2	0.0	21.2	22.9	69.7	99.80
SECTOR 2 (16 trampas)	200	5	AZUL	55.3	7.9	0.1	20.6	24.1	56.7	71.92
	200	6	AMARILLO	53.3	7.6	0.0	20.6	25.2	59.3	82.70
	200	11 (12)	AMARILLO	79.6	11.4	0.0	19.4	23.2	62.2	99.80
	400	3	AMARILLO	61.0	8.7	0.0	20.7	23.3	55.8	85.40
	400	8	AZUL	78.6	11.2	0.0	20.0	23.5	58.8	81.00
	400	9	AMARILLO	48.6	6.9	0.0	21.2	24.5	59.4	99.80
	600	4	NARANJO	80.6	11.5	0.3	18.8	23.1	57.8	74.40
	600	7	NARANJO	45.6	6.5	0.1	18.9	24.5	55.4	81.70
	600	10	NARANJO	104.0	14.9	0.0	19.7	24.3	62.2	99.30
SECTOR 3 (15 trampas)	200	3	AMARILLO	62.8	9.0	0.1	20.7	23.5	48.9	85.40
	200	6	AMARILLO	83.7	12.0	0.0	20.6	25.3	51.1	82.70
	200	9	AMARILLO	61.3	8.8	0.0	21.2	24.7	49.8	99.80
	400	4	NARANJO	87.8	12.5	0.0	18.8	24.2	47.7	74.40
	400	8	AZUL	71.4	10.2	0.0	20.0	24.3	48.0	81.00
	400	10	NARANJO	133.5	19.1	0.0	19.7	24.7	49.8	99.30
	600	5	AZUL	77.4	11.1	0.0	20.6	23.7	48.7	71.92
	600	7	NARANJO	77.0	11.0	0.0	18.9	24.1	49.0	81.70
	600	11 (12)	AMARILLO	103.0	14.7	0.0	19.4	22.1	53.5	99.80

(1): Captura/trampa/día/m achos

En la Tabla 16, se presentan los resultados analizados estadísticamente sobre las alturas de liberación por sector versus las capturas. En ella se aprecia que no existe diferencia estadística entre las diferentes alturas.

En la Figura 12 se muestra la relación entre porcentaje de machos voladores y capturas expresada en CTD. Se puede apreciar que no hay una clara tendencia.

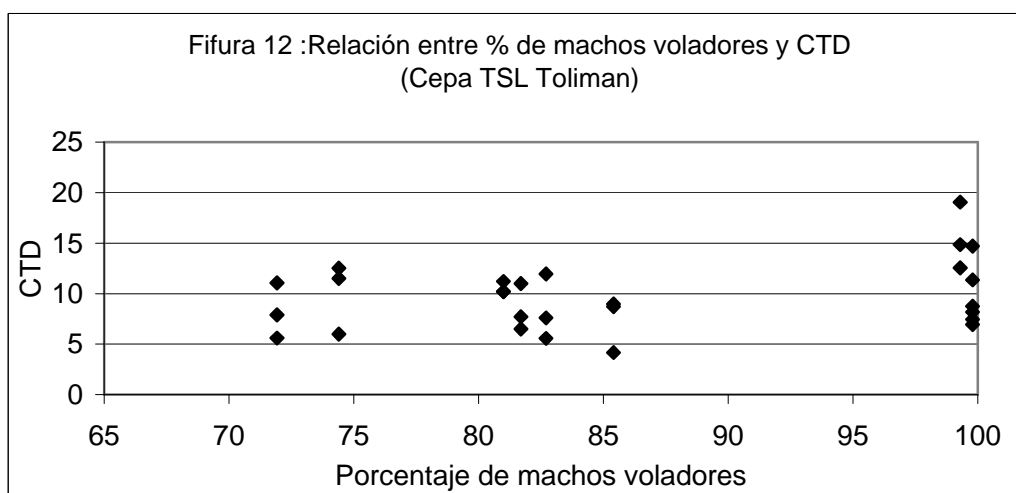
Tabla 16: Liberación de moscas esteriles de *Ceratitis capitata* a diferentes alturas Ceba TSL Toliman en valle de Azapa (Temporada 2001/02)

Zona	Altura de liberación (metros)	Captura/trampa	CTD (1)	Interv.95%
SECTOR 1 (26 trampas) Bajo	200	57,0 (a)	8,1 (a)	(4,2 - 12,0)
	400	43,5 (a)	6,2 (a)	(2,2 - 10,1)
	600	57,0 (a)	8,1 (a)	(4,2 - 12,0)
SECTOR 2 (16 trampas) Medio	200	62,7 (a)	8,9 (a)	(4,7 - 13,1)
	400	62,7 (a)	8,9 (a)	(4,7 - 13,1)
	600	76,7 (a)	10,9 (a)	(6,7 - 15,1)
SECTOR 3 (15 trampas) Alto	200	69,2 (a)	9,8 (a)	(5,5 - 14,2)
	400	97,5 (a)	13,9 (a)	(9,5 - 18,3)
	600	85,8 (a)	12,2 (a)	(7,8 - 16,6)

(1): Captura/trampa/día

Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Duncan ($p < 0,05$)

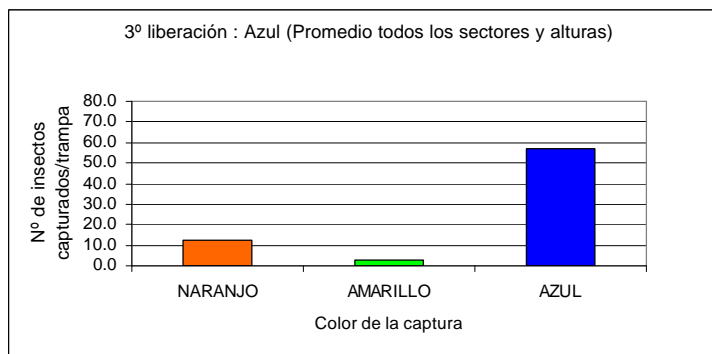
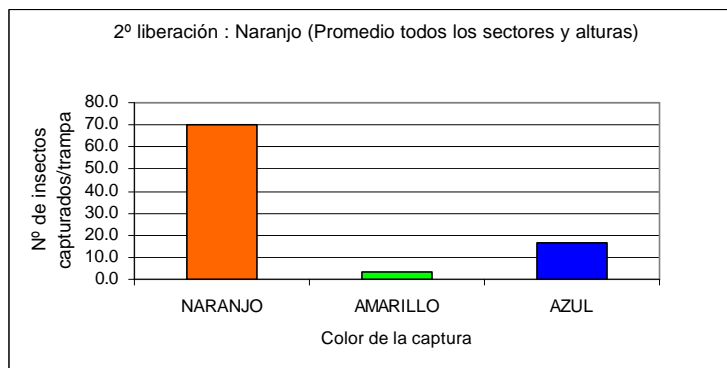
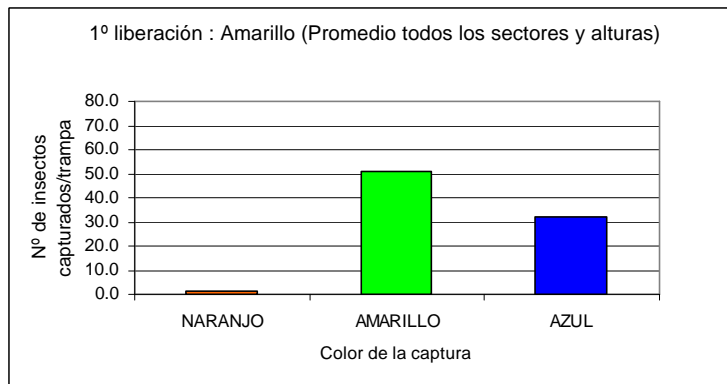
Correlación positiva lineal $r = 0,27$ con respecto altura vs capturas

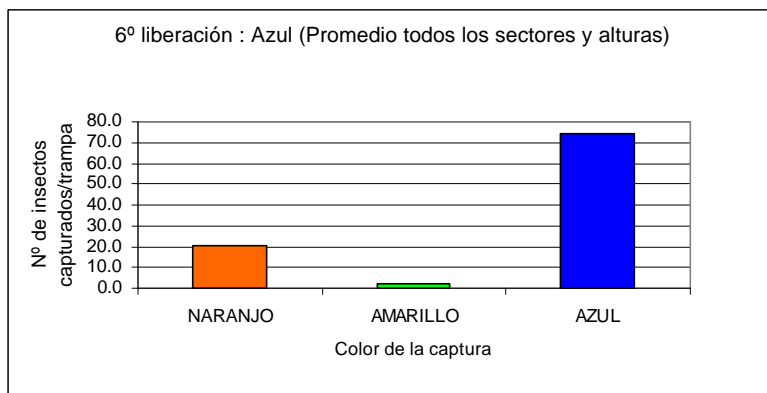
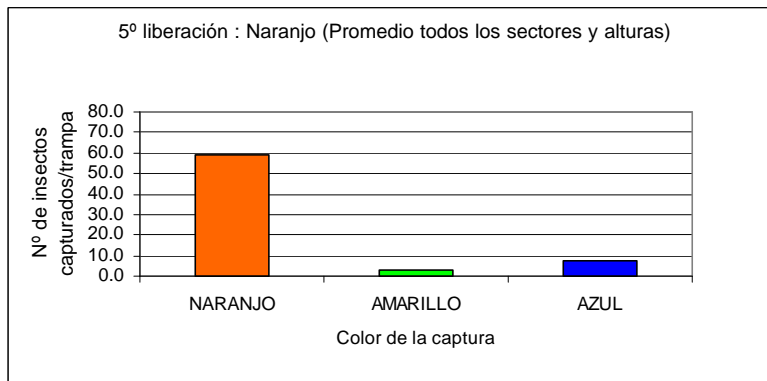
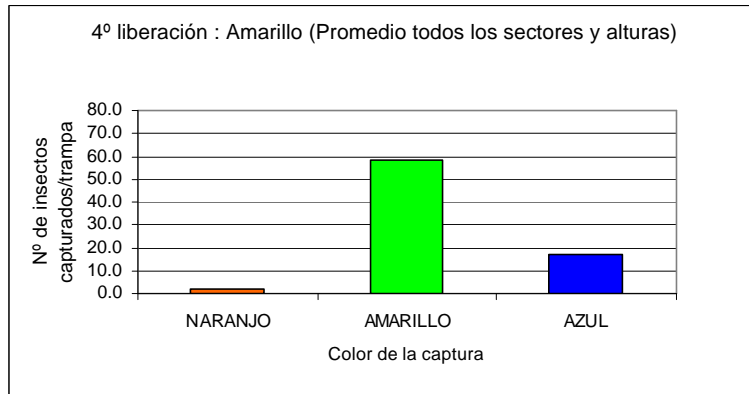


Considera solo el color base de liberación

Capturas versus color base de liberación

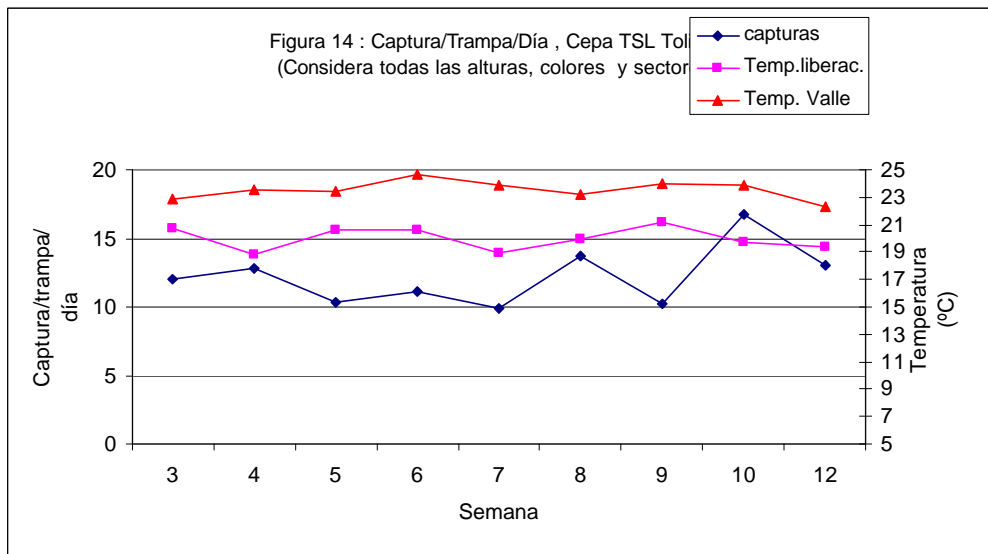
En las figuras 13 al 17 se muestra cronológicamente y en detalle el color de las capturas según el color de cada liberación por semana.





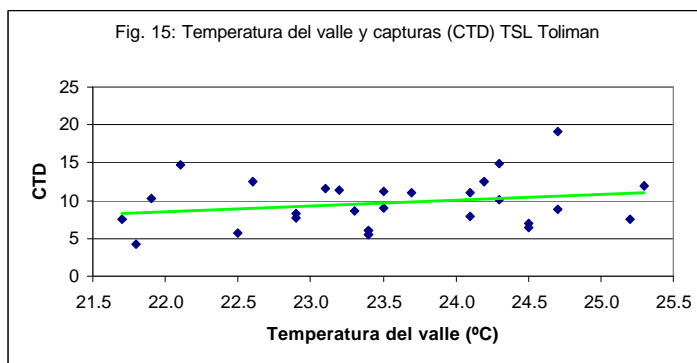
Capturas versus semana de liberación

En la Figura 14 se presentan las capturas semanales de TSL Toliman considerando todos los sectores y colores de liberación. En ella se puede apreciar capturas relativamente homogéneas a través de las semanas. Además se pueden observar las temperaturas de liberación y del valle, mostrando no altas variaciones.



Relación capturas versus temperatura del valle

En la Figura 15 se muestra la relación de capturas versus temperatura del valle



t°valle(°C)	captura CTD
14	2.6
16	4.1
18	5.6
20	7.1
22	8.6
24	10.1
26	11.6

Capturas versus distribución

En la Tabla 17 y 18 se presenta la distribución de capturas ordenadas por sector y alturas respectivamente. En ella se aprecian mayores capturas en el sector alto que en el sector bajo. Por otra parte, no se aprecia clara tendencia de capturas con respecto a las alturas de liberación.

**Tabla 17: Distribución de capturas por sector Cepa TSL Toliman Valle de Azapa
Considera todas las alturas de liberación y color base (Temporada 2001/02)**

Sector	Promedios CTD	CV (%)	Promedios % Machos voladores	T° de Liberación(°C)	T° del Valle(°C)	HR del Valle(%)
Bajo (1)	7.5	35.0	86.2	20.0	22.6	69.0
Medio (2)	9.6	35.0	86.2	20.0	24.0	58.6
Alto (3)	12.0	25.0	86.2	20.0	24.1	49.6

N = 9 liberaciones

**Tabla 18: Distribución de capturas por sector Cepa TSL Toliman Valle de Azapa
Considera todas las alturas de liberación y color base (Temporada 2001/02)**

Altura (m)	Promedios CTD	CV (%)	Promedios % Machos voladores	T° de Liberación(°C)	T° del Valle(°C)	HR del Valle(%)
200	9.0	28.0	87.6	20.3	23.7	59.1
400	9.7	38.0	86.1	20.1	23.6	58.7
600	10.5	31.0	84.9	19.6	23.3	59.4

N = 9 liberaciones

Otras cepas liberadas (Datos proporcionados por el Sr. Luis Toledo Centro de operaciones SAG Arica).

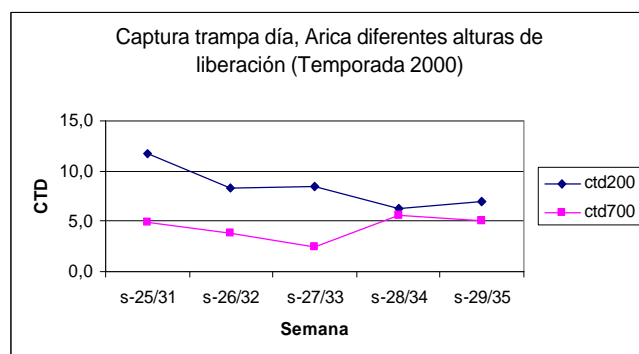
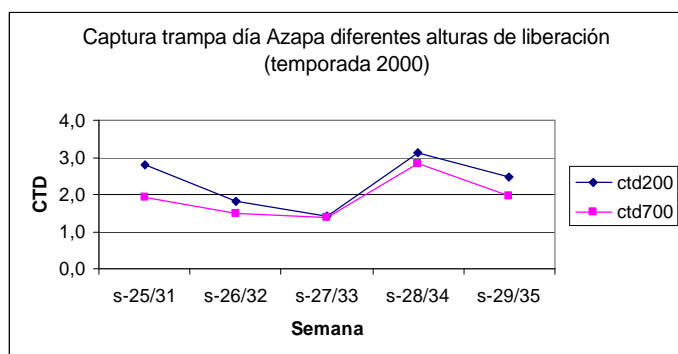


Tabla 19: Liberación de moscas estériles de *Ceratitis capitata* a diferentes alturas en valle de Azapa y Arica (Temporada 2000)

Zona	Altura de liberación (metros)	Captura/trampa (1)	CTD	Interv.95%	CV(%)
AZAPA(170 trampas)	200	16,2 (a)	2,3 (a)	(1,6 - 2,9)	30,4
	700	13,4 (a)	1,9 (a)	(1,2 - 2,5)	29,7
ARICA(104 trampas)	200	58,3 (a)	8,3 (a)	(6,5 - 10,1)	25,1
	700	30,5 (b)	4,3 (b)	(2,5 - 6,1)	28,0

(1) Promedio de 5 liberaciones

Fuente : SAG Arica

Elaborado por FDF

4.3 Uso de maquinaria liviana para el control de focos de moscas

Al igual que en los otros temas previstos en el proyecto, las actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos de este ensayo, se realizaron en concordancia con las actividades normales que han sido determinadas y que son ejecutadas por el Servicio Agrícola y Ganadero en la provincia de Arica en el marco del programa de control y erradicación de la mosca de la fruta. No obstante las pruebas del uso de maquinaria liviana en el control y prevención de focos, se realizaron solamente en el Valle de Azapa.

La maquinaria liviana e implementos que están siendo empleadas son las siguientes:

- Motocultivador (Rotovator) de 30 cm de trocha,
- Desbrozadora (segadora- chapodadora) y
- Motosierra de 16 pulgadas de espada.

Debido a las exigencias propias de las características predominantes en el terreno donde se realizaron las pruebas y de las necesidades normales de los equipos técnicos encargados de ejecutar las labores, las actividades con maquinaria se fueron realizando paulatinamente en función a casos reales.

Motocultivador

Este implemento permite mayor rapidez en la ejecución de la labor de mullido del suelo previo a la aplicación de insecticida y de acuerdo a la opinión del personal técnico encargado de estas operaciones, el suelo queda en óptimas condiciones de acuerdo a los requisitos exigidos.

En la Tabla 20 se puede apreciar que equipo rotovator es más eficaz en lograr una mayor profundidad de mullido, esto es 8.7 cm versus manual que fue de 4.9 cm en promedio. Cabe señalar que dicha maquinaria será eficiente siempre que se encuentre en un suelo libre de piedras. El rendimiento será óptimo dependiendo del tipo de suelo.

TABLA 20: USO DE MAQUINARIA PICADO DE SUELO: ROTOVATOR Y MANUAL

ROTOVATOR				
JORNADA	MEDIAS: Una persona			
	MINUTOS	SUPERF. M2	PROF. MEDIA DE MULLIDO	COMB. Cc
Mañana	164,7	521,9	8,8	1.974,0
Tarde	159,0	496,5	8,5	1.980,7
TOTAL	323,7	1018,4	8,7	3954,7

Promedio 3 replicaciones

MANUAL			
JORNADA	MEDIAS: Una persona		
	MINUTOS	SUPERF. M2	PROF. MEDIA DE MULLIDO
Mañana	75,0	135,5	5,0
Tarde	125,3	155,7	4,9
TOTAL	200,3	291,2	4,9

Promedio 3 replicaciones

En la Tabla 21 se presentan los resultados sobre el rendimiento del motocultor o rotovalor versus labor manual. Se aprecia que con la maquinaria se obtiene por jornada una mayor superficie de picado, obteniendo además un menor costo por metro cuadrado.

TABLA 21: RENDIMIENTO DE MOTOCULTOR V/S LABOR MANUAL

TIPO	Superficie Picada/JH m2			Costo/ m2 \$		
	Mañana	Tarde	promedio	Mañana	Tarde	Costo promedio
ROTOVATO	1521,4	1498,7	1510,3	4,9	5,1	5,0
MANUA	867,2	596,2	697,7	5,8	8,4	7,2

Promedio 3 replicaciones

Segadora – Chapodadora (Desbrozadora)

El mayor uso probable de esta máquina es la siega de malezas previo al picado de suelo. Sin embargo, con las determinaciones realizadas hasta el momento, no se ha constatado mayor rapidez en comparación a la labor habitual de forma manual. Esto se debe principalmente a que las malezas dominantes son chéptica y/o grama salada, lo que obliga al terminado manual después de la siega mecánica, levantar y retirar la maraña de raíces y rizomas de estas malezas, labor que en la operación manual se hace de una sola vez.

En el corte de ramas delgadas de altura con el implemento respectivo, funciona bien. En la Tabla 22 Se presenta la comparación de las labores de la segadora versus labor manual. Se puede apreciar que no hay gran diferencia sobre la superficie segada entre ambos casos.

TABLA 22:USO MAQUINARIA, DESMALEZADO: SEGADORA Y MANUAL

SEGADORA			
JORNADA	MINUTOS	SUPERF. M2	COMB. Cc
Mañana	379,0	152,1	2.345,0
Tarde	354,7	192,5	2.616,7
TOTAL	733,7	344,6	4.961,7

Promedio 3 replicaciones

MANUAL		
JORNADA	MINUTOS	SUPERF. M2
Mañana	327,0	161,1
Tarde	312,1	162,4
TOTAL	639,1	323,5

Promedio 3 replicaciones

En la Tabla 23 se presenta el rendimiento de la segadora versus labor manual. Se puede apreciar un mayor costo por metro cuadrado por uso de la segadora que con respecto al trabajo manual.

TABLA 23: RENDIMIENTO DE SEGADORA V/S LABOR MANUAL

TIPO	Superficie Segada/JH m2			Costo/ m2 \$		
	Mañana	Tarde	promedio	Mañana	Tarde	Costo promedio
SEGADOR	96,3	130,3	112,7	58,5	44,2	50,5
MANUAL	118,2	124,9	121,5	42,3	40,0	41,2

Promedio 3

Motosierra de 16 pulgadas de espada

El empleo de este equipo persigue complementar las acciones generales de rebaje y/o eliminación de hospederos, en las cuales ya se utiliza normalmente una motosierra de espada mayor para ramas gruesas y troncos. En cambio, para ramas de diámetro inferior y brotes se usa normalmente machete. En la Tabla 24, se puede apreciar una mayor superficie de trabajo por jornada con la motosierra que con respecto a labor de poda manual.

TABLA 24 USO DE MAQUINARIA PODA: Motosierra y Manual					
VALOR JH = \$ 5.000			VALOR GASOLINA = \$ 430/LT		
MOTOSIERRA					
JORNADA	n	MINUTOS	SUPERF. M2	h ÁRBOL X	COMB. Cc
Mañana	9	104	180,1	3,8	700
Tarde	15	213	369,6	3,7	1.350
TOTAL		317	549,7	3,7	2.050
MANUAL					
JORNADA	n	MINUTOS	SUPERF. M2	h ÁRBOL X	
Mañana	8	245	182,3	3,5	
Tarde	3	67	63,0	4,0	
TOTAL		312	245,3	3,7	

En la Tabla 25 se presenta el rendimiento de la motosierra con respecto a labor manual. Se aprecia un mayor costo por el trabajo manual que mediante el uso de motosierra, además que con dicho implemento resulta una por superficie de trabajo por jornada que al realizar la poda manual.

TABLA 25: RENDIMIENTO DE MOTOSIERRA VERSUS PODA MANUAL

TIPO	So Proyect. Podada/JH m2			Costo/ m2 \$		
	Mañana	Tarde	Ambos	Mañana	Tarde	Costo promedio
MTSIERRA	831,0	832,9	832,3	7,7	7,6	7,6
MANUAL	357,1	451,3	377,4	14,0	11,1	13,3

4.4 Desarrollo de Metodología computacional para visualización espacial de capturas de insectos estériles (Preparado por el Sr. Raúl González – SAG)

El sistema de posicionamiento global (GPS) fue desarrollado por el Ministerio de Defensa y La Marina de los E.E.UU. con el objetivo de configurar un sistema capaz de entregar la posición de un determinado móvil en cualquier lugar del globo terrestre.

La configuración completa del sistema consiste en un total de 21 satélites principales circulando para transmitir las señales de navegación a una altitud de 20.000 Kmts. Aprox. El sistema GPS tiene su fundamento en la medición de las distancias a puntos conocidos (Satélites en el espacio). Las órbitas de dichos vehículos están referidas a un sistema Egocéntrico, es decir, un sistema en donde se considera al centro de masa de la tierra, como el origen de los tres ejes coordenados. (X, Y ,Z).

Software Arc View GPS Garmin etrex



Para cumplir con los objetivos del programa estipulado en el proyecto fondo SAG, se utilizo el software Arc View, con el cual fue posible desarrollar dos líneas de acción:

- Visualización espacial de la distribución de insectos estériles.

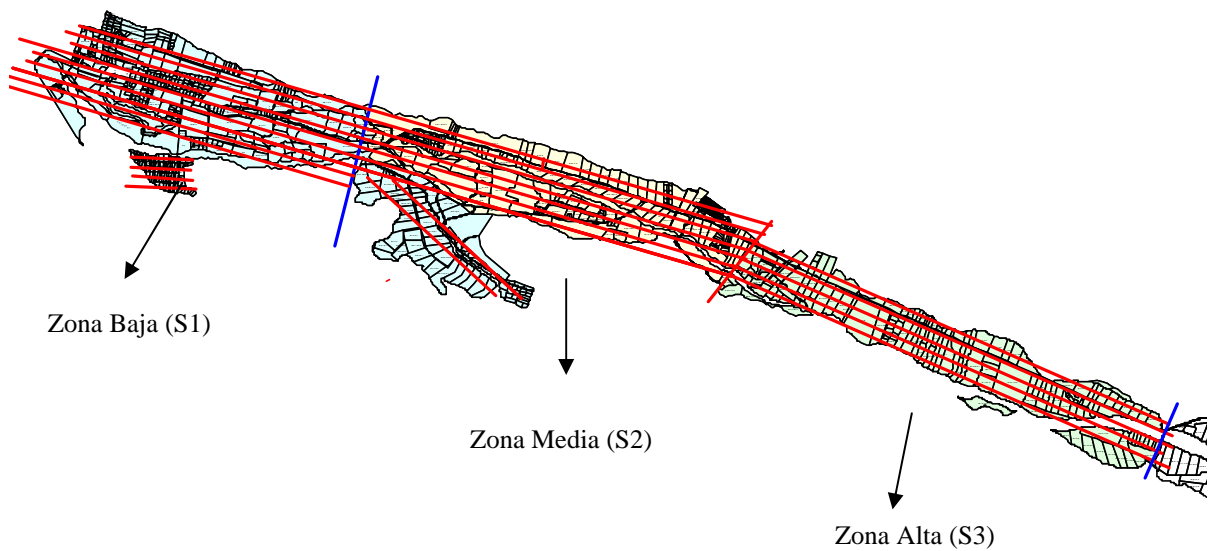
- Visualización espacial de la distribución de hospederos del Valle de Azapa, provincia de Arica, I Región.

4.4.1 Distribución de insectos estériles

Con el propósito de disponer de una visión espacial de las detecciones registradas en el área de trabajo, las capturas, tanto de los insectos estériles como de las moscas silvestres, se ingresaron a la base de datos para su visualización en cartografía digital del Valle de Azapa.

El área de trabajo correspondiente al Valle de Azapa, Provincia de Arica, I Región, se dividió en cuadrantes de 50 hectáreas, con una densidad de una trampa por cuadrante, específica para la detección de moscas del mediterráneo, cebadas con Trimedlure (Capilure), subdividida en zona alta, media y baja, como se observa en el gráfico adjunto.

Líneas de Vuelo, Valle de Azapa, I Región

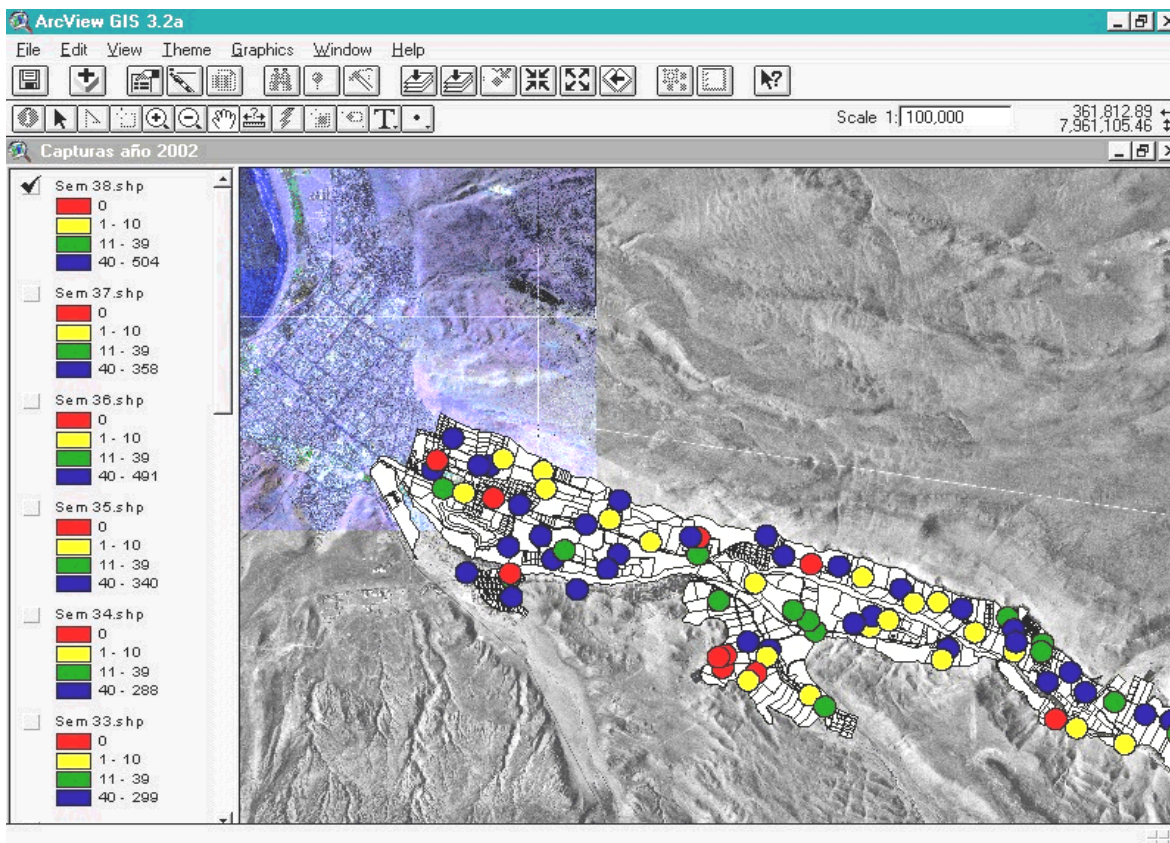




El programa de visualización espacial permite, a través de la utilización de cartografía digital del área, la introducción de las capturas registradas semanalmente con lo cual es posible observar una tendencia de las recapturas de moscas estériles y silvestres (fértiles), la cual es representada mediante una clave de colores, según el siguiente esquema:

- Trampa con 0 captura de machos estériles: se pinta la cuadrícula de color Rojo.
- Trampa con 1 - 25 machos estériles: se pinta la cuadrícula de color Amarillo
- Trampa con 25 - 110 machos estériles: se pinta la cuadrícula de color Verde.
- Trampa con más de 110 machos estériles: se pinta la cuadrícula de color Azul.

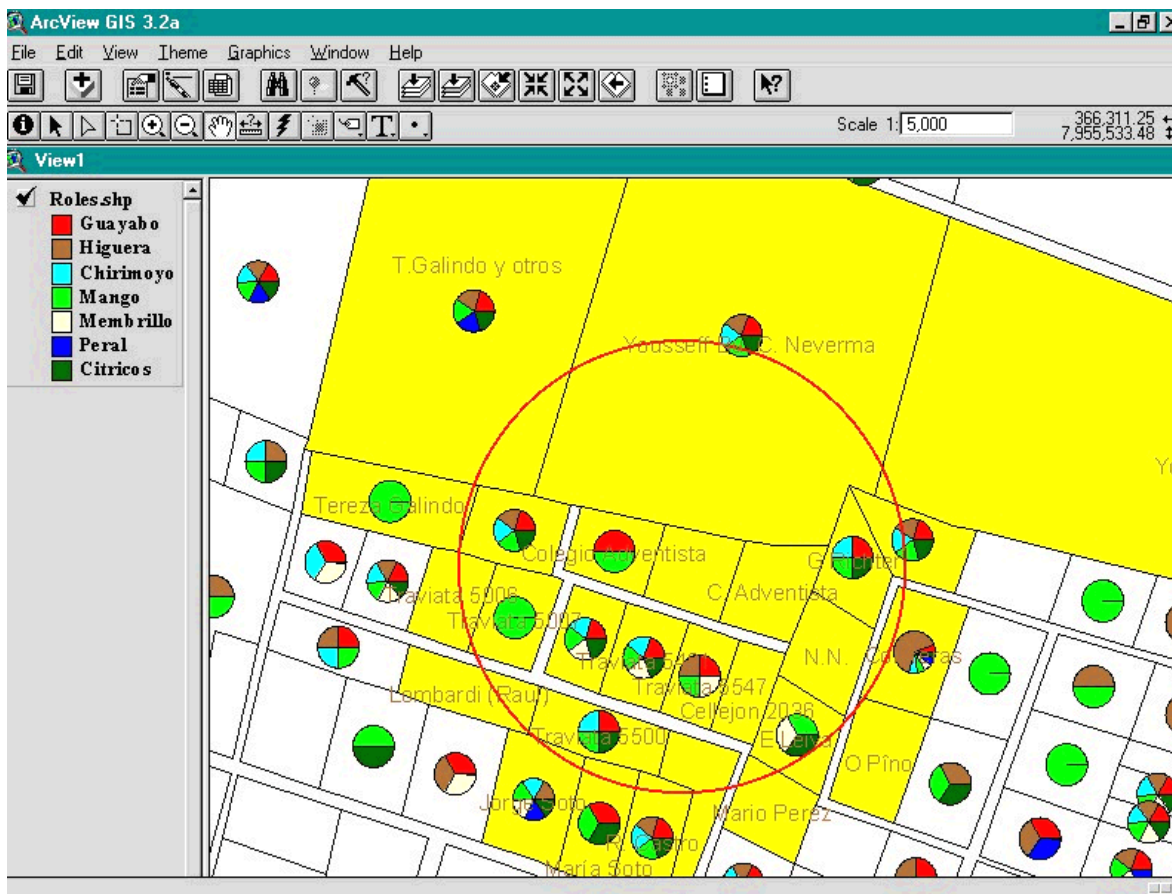
Ventana de trabajo, Programa de Visualización Espacial de Insectos Estériles.



4.4.2 Distribución de hospederos del Valle de Azapa, provincia de Arica, I Región.

Adicionalmente fue posible el desarrollar un sistema similar, tomando como información el universo de hospederos de mosca del mediterráneo existentes en el Valle de Azapa.

Dicha información genera una visualización espacial que sirve de base para la toma de decisiones en las acciones de control de estadios inmaduros.



En forma general, se puede señalar que dicho software desarrollado en conjunto con FDF, permite contar con un mecanismo eficaz para la toma de decisiones en forma rápida a fin de incrementar la Técnica del Insecto Estéril y acciones de control de estados inmaduros de la plaga, para de esta forma conseguir el objetivo general del proyecto, la erradicación de la plaga.

5. CONCLUSIONES

5.1 “Spinosad”

El producto “Success”, formulado como cebo tóxico, cuyo ingrediente activo es “Spinosad” en concentración de 0,02% produce una significativa mortalidad en la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*. Concentraciones del producto de: 1 parte de “Success 0.02” por 1,5 de agua (dosis comercial recomendada), produce 100% de mortalidad en 4,8 días bajo condiciones de 26,6°C y 61% de HR, incluso con igual resultado si se aplica una dilución

de hasta el 40% la dosis comercial recomendada. Sin embargo, a temperaturas de 18,4°C y 39% de HR, se obtiene un 98,3% de mortalidad a los 4,8 días con la dosis comercial.

A través de un test de confirmación con 10.000 moscas adultas, bajo condiciones de temperatura de campo y HR en Arica, esto es, media = 20°C y 57,4% HR, el producto “Success”, en dosis comercial mostró una eficacia de 99,71% de mortalidad a los 4,8 días para un límite de confianza del 95%. Cabe señalar que las moscas sobrevivientes se mostraban moribundas y por otra parte el mayor número de individuos sobrevivientes correspondió a hembras en una proporción de 1 macho por cada 7 hembras.

Bajo condiciones de temperatura de campo y HR en Arica (media 20°C y 57,4 HR) el producto “Success” tiene una persistencia de hasta 23 días con resultados de 100% de mortalidad. Posteriormente la eficacia del producto decae paulatinamente.

5.2 Liberaciones de cepas de machos estériles

No existen diferencias estadísticas entre las diferentes alturas de liberación, 200,400 y 600 metros en el Valle de Azapa, de la cepa estándar Lima medido en capturas trampa día (CTD). Sin embargo, hubo una tendencia de mayor capturas en las liberaciones a menor altura esto es: 200 y 400 metros.

En cuanto a la cepa TSL Toliman, también no existen diferencias estadísticas entre las liberaciones a diferentes alturas. Sin embargo, contrario al caso anterior, la tendencia de una mayor captura se produce en liberaciones a mayor altura, esto es a 600 metros. Relacionado con lo anterior, liberaciones de otras cepas en el Valle de Azapa y Arica en alturas de 200 y 700 metros en el año 2000 mostraron claramente en liberaciones de Arica una mayor captura en alturas bajas de 200 metros. Sin embargo, no tan claramente se aprecia esta tendencia en el Valle de Azapa.

Para ambas cepas no existe correlación entre las capturas trampa día y el porcentaje de machos voladores. Por otra parte, para ambas cepas existe una correlación positiva entre capturas y temperatura del Valle. Lo anterior, implica que a mayor temperatura del Valle, mayor es el nivel de capturas trampa día.

En relación a la distribución de las capturas por sectores del Valle, se observa para ambas cepas una mayor captura trampa día en el sector alto del Valle. Dicho sector presenta climáticamente una mayor temperatura entre 0.5 a 2 grados centígrados de diferencia con respecto al sector bajo. También dicho sector alto presenta una humedad más baja que el sector bajo, en el orden de 15 puntos porcentuales de diferencia.

5.3 Uso de maquinaria liviana para el control de focos de moscas

Dependiendo de las características del suelo, el motocultivador permite la ejecución de la labor de mullido del suelo previo a la aplicación de insecticida, de manera mas eficaz que la labor manual. La profundidad de mullimiento en la labor mecánico es prácticamente el doble con respecto a la labor manual, esto es de 8,7 cm versus 4,9 cm. Por otra parte, con el motocultivador se obtiene por jornada una mayor superficie de picado, como asimismo un menor costo por metro cuadrado con respecto a la labor manual.

En cuanto a la segadora, su uso se contempla en la siega de malezas previo al picado de suelo. Sin embargo, no se aprecia mayor eficacia (superficie de trabajo) o rapidez de la segadora en la labor con respecto a la ejecución manual. Por otra parte el costo por metro cuadrado resulta superior con dicha maquinaria en relación a la labor manual.

La motosierra de 16 pulgadas de espada persigue complementar las acciones generales de rebaje de ramas, o troncos de diámetro medio. Para ramas de menor diámetro, se usa regularmente machete. Con la motosierra se logra una mayor superficie de trabajo por jornada con respecto a la poda manual. También el costo por unidad de superficie es claramente inferior con el uso de motosierra con respecto a la labor de poda manual.

5.4 Sistema computacional de visualización espacial de insectos estériles y hospederos

El programa de visualización espacial permite a través de la utilización cartográfica digital del área, la visualización de los registros de capturas en escala de colores, como asimismo los hospederos, lo que ayuda rápidamente detectar zonas con bajos niveles capturas de insectos estériles y poder con ello tomar acciones de reforzamiento en las liberaciones de moscas estériles. El programa también permite delimitar de manera precisa áreas de trabajo para la acción de las cuadrillas de trabajo en el control de focos, lo que hace también una mejor planificación.

ANEXO FOTOS

APENDICES

- a) ACTAS DE REUNIONES DEL COMITÉ SAG/FDF ARICA, I REGIÓN
- b) DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL DE LA TIE Y DISTRIBUCIÓN DE HOSPEDEROS
- c) BIOPESTICIDA SPINOSAD
- d) MAPA DE SECTORIZACIÓN Y LINEAS DE VUELO DEL VALLE DE AZAPA
- e) INFORMES DE LIBERACIÓN DE ENSAYOS DE ESTÁNDAR LIMA
- ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN CPIE
- f) INFORMES DE LIBERACIÓN DE ENSAYOS DE TSL TOLIMAN
- ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN CPIE
- INFORME LABORATORIO DE PRODUCCIÓN CEPA TSL TOLIMAN
- g) ACTA DE ENTREGA DE MAQUINARIA

a) ACTAS DE REUNIONES DEL COMITÉ
SAG/FDF ARICA, I REGIÓN

**b)DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA
LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL DE LA TIE Y
DISTRIBUCIÓN DE HOSPEDEROS**

c) BIOPESTICIDA SPINOSAD

**d)MAPA DE SECTORIZACIÓN Y LINEAS DE
VUELO DEL VALLE DE AZAPA**

e) INFORMES DE LIBERACIÓN DE ENSAYOS DE
ESTÁNDAR LIMA
- ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN CPIE

f) INFORMES DE LIBERACIÓN DE ENSAYOS DE
TSL TOLIMAN
- ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN CPIE
- INFORME LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
CEPA TSL TOLIMAN

g) ACTA DE ENTREGA DE MAQUINARIA