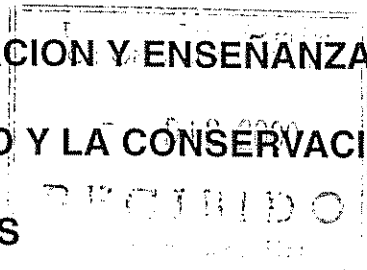


CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADUADOS



**STEMA EXPERTO PARA EL MANEJO DE PLAGAS DEL TOMATE ASOCIADO
CON CAFE, EN GRECIA, COSTA RICA**

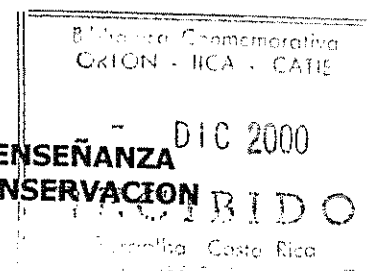
POR

MARIA CRISTINA JARQUIN MEJIA

CATIE

Turrialba, Costa Rica
2000

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADUADOS**



**SISTEMA EXPERTO PARA EL MANEJO DE PLAGAS DEL TOMATE ASOCIADO
CON CAFE, EN GRECIA, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgraduados, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae

POR

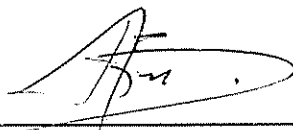
María Cristina Jarquín Mejía

Turrialba, Costa Rica
Año 2000

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

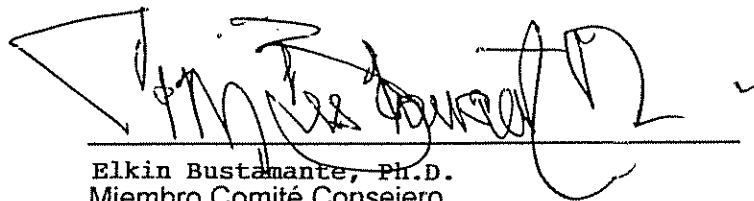
FIRMANTES:



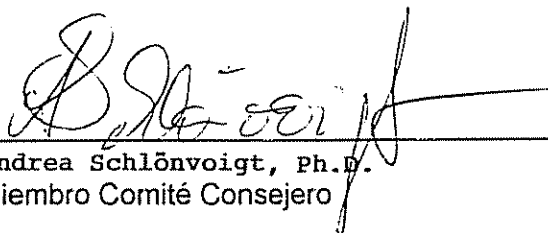
José Arze, MSc.
Consejero Principal



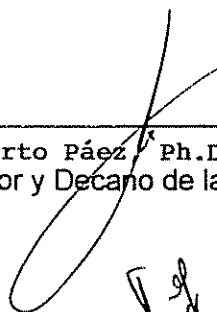
Luko Hilje, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Elkin Bustamante, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Andrea Schlönvoigt, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Gilberto Páez, Ph.D.
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados



Ma. Cristina Jarquín Mejía
Candidato

DEDICATORIA

A nuestro gran Dios, que me dió fortaleza para seguir adelante y lograr este éxito

A mis amados padres Elisa y Manuel, por su sacrificio y abnegación en mi formación profesional y de la vida

A mi amado esposo Luis Carlos, por su gran amor y apoyo incondicional

A mis hijos Alejandra Cristina y Luis Carlos, mi inspiración y meta en este gran esfuerzo

A mis hermanos Byron, Rubén, Jenny, con quienes comparto este logro

A mis lindos sobrinos, su inocencia me fortaleció siempre

A mis cuñadas, por su apoyo moral

A mi querida amiga Daniele, por seu gran coração e infinita amizade

AGRADECIMIENTOS

A José Arze M.Sc., Profesor consejero, por su amistad, gran sabiduría, paciencia, orientación y comprensión en este camino para terminar con éxito nuestro trabajo

A Luko Hilje, Ph.D., miembro del comité por su gran apoyo, conocimientos y amabilidad

A Elkin Bustamante, Ph.D., miembro del comité por su valiosa colaboración y amabilidad

A Andrea Schlönvoigt, Ph.D., por sus orientaciones oportunas, cooperación y amabilidad

A Sergio Velásquez y Jeff Jones, por su desinteresada y valiosa colaboración en la parte de sistemas de información geográfica (SIG)

A los siguientes funcionarios del CATIE por su cooperación valiosa: Dra. Vera Sánchez, M.Sc. Ramón Mendoza, Dr. Francisco Jiménez, Dr. Donald Kass, Dr. Gustavo Calvo, Johnny Pérez y Miguel Sanabria

A Martha Núñez, secretaria de Capacitación por ayudarme desinteresadamente en la logística de este trabajo, por su excelente y eficiente trabajo profesional

A los especialistas de otras instituciones que colaboraron en los criterios para el sistema experto: Edgard Alvarado (EARTH), Marcos Moreira (Estación “Fabio Baudrit”), Ronny Jiménez (ICAFE-Naranjo), Luis Arroyo (MAG-Central), Oscar Mario Castro, Nelson Koper (MAG-Grecia).

A las siguientes instituciones: MAG-Central (SUNII y Dpto. de Evaluación de Suelos), MAG-Grecia, Instituto de Meteorología, ICAFE-Naranjo, EARTH.

A todo el personal de Postgrado, por su gran eficiencia y gentileza, especialmente a Eduardo Molina, Jeannette Solano, Rosemary Garro, Lucy Aguero, Alfonso y Gerardo.

A todo el personal de la Biblioteca Conmemorativa ORTON, en especial a Javier Brenes, Gilberto, Alex, Rigoberto Aguilar, Juan Rojas, Addy Mora y Katty Castillo.

BIOGRAFIA

La autora nació en Managua, capital de Nicaragua, América Central, el 15 de abril de 1966.

Inició sus estudios primarios en 1972. Desde 1978 a 1982 realizó sus estudios secundarios en el Instituto Nacional Maestro Gabriel, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias y Letras.

Desde 1982-1987 hizo estudios en la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Managua, obteniendo el título de Ingeniera Agrónoma Zootecnista.

La investigación de tesis para optar al título de Ingeniera Agrónoma se refirió a parámetros reproductivos de bovinos de carne en Rivas, Nicaragua.

Desde enero de 1999, ingresó al Programa de Estudios de Postgrado del CATIE, en la Maestría de Agricultura Tropical Sostenible, egresando en diciembre del 2000 con el Grado de Magister Scientiae.

JARQUIN M, MC. 2000. Sistema experto para el manejo de plagas del tomate asociado con café, en Grecia, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Palabras claves: Sistema experto, evaluación de tierras, plagas, tomate, manejo, Grecia, ALES, SIG

RESUMEN

Durante el año 2.000, en Grecia, Costa Rica se estudió la incidencia e impacto económico de las plagas del cultivo de tomate asociado con café y el manejo realizado por los productores en tres zonas altitudinales (de 600 a 1500 msnm). Se desarrolló un prototipo de sistema experto como herramienta de avance tecnológico integrado por el sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES) y el sistema de información geográfico (SIG), cuyos resultados fueron presentados en el programa Power Point de la Microsoft.

Se determinaron y mapearon 11 unidades cartográficas homogéneas, con área total de 11043 ha (78% del cantón de Grecia), seis en la zona baja (5005 ha, 45%), tres en la zona intermedia (2948 ha, 27%) y dos en la zona alta (3090 ha, 28%). En el sistema de evaluación de tierras se elaboraron dos modelos generales referidos al cultivo de tomate en las estaciones seca y lluviosa, para evaluar su aptitud física, rendimiento y beneficio económico, con y sin presencia de plagas, sobre sus unidades de mapeo. En los modelos se desarrollaron 32 tipos de uso de la tierra con 10 características y 180 árboles de decisión.

Las tendencias de las plagas fueron similares en las zonas baja e intermedia, mientras que en la zona alta fue menor la incidencia de insectos y mayor la de enfermedades. En las tres zonas estudiadas, los productores realizan el manejo de las plagas básicamente con plaguicidas, sobre todo en las zonas baja e intermedia, donde hay mayor área de siembra y experiencia.

Las principales plagas del tomate asociado con café en Grecia, tuvieron tendencia diferenciada de acuerdo a la estación seca o lluviosa. En la estación seca hubo mayor presencia de insectos plagas, principalmente por *Bemisia tabaci*, *Keiferia lycopersicella*, *Liriomyza* sp., *Heliothis* sp. y *Spodoptera* sp. En la estación lluviosa, hubo mayor incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas, principalmente de *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Xanthomonas campestris* y *Ralstonia solanacearum*.

En promedio, el efecto de plagas en la pérdida de producción de tomate es de 60% en las zonas baja e intermedia, y del 30-60% en la zona alta, para la estación seca. En la estación lluviosa es de 60-80%, en las zonas baja e intermedia y 75% en la zona alta. Los mejores rendimientos, se obtienen en la estación seca para toda la zona intermedia (67 t/ha), y los menores rendimientos en la estación lluviosa para la zona alta (8 t/ha).

Las evaluaciones de la aptitud física para el tomate y las principales plagas realizadas mediante el ALES, no fueron diferentes a las expresadas por los productores y especialistas de la zona.

Con el sistema experto desarrollado se logró concentrar y presentar el conocimiento generado por los expertos de manera integrada, lo que puede ayudar en la toma de decisiones sobre el manejo de plagas del tomate.

JARQUIN M, MC. 2000. An expert system for management of pests tomato associated with coffee plantation in Costa Rica Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Keywords: expert system, land evaluation, pests, management, Grecia, ALES, SIG

SUMMARY

During 2000, in Grecia, Costa Rica it was studied the incidence and economic impact of pests in tomato associated with coffee plantation and the management realized by farmers in three different altitudinal zones (of 600 to 1500 msnm). A prototype of expert system was developed as a tool of technological advance integrated by the automatized lands evaluation system (ALES) and the geographic information system (SIG), wich results were presented in the program power point of Microsoft.

There were determined and maped 11 cartographic homegeneous units with a total area of 11,043 ha (78 % of Grecia), six in the lower zone (5005 ha, 45%), three in the intermediate zone (2.948 ha, 27%) and two in the upper zone (3090 ha, 28%). In the land evaluation system there were elaborated two general models refered to the tomato crop in the dry and rainy season, in order to evaluate its physical aptitude, yield and economic benefits with and without presence of pests over its units of map units. In the models there were developed 32 types of land use with 10 characteristics and 180 trees of decision.

The tendency of pests were similar in the low and intermediate zones, while in the upper zone the incidence of insects and large of diseases were less. In the three studied zones, the farmers basically realize their crop management with pesticides, overall in the lower and intermediate zones where there are the largest crop area and mayor experiences.

The principal pests of tomato associated with coffee plantation in Grecia had different tendency in agreement to the dry and rainy season. The dry season had the largest presence of pest insects, mainly by *Bemisia tabaci*, *Keiferia lycopersicella*, *Liriomyza sativae*, *Heliothis* sp. and *Spodoptera* sp. In the rainy season it had the largest incidence of fungouses and bacterial diseases mainly caused by *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Xanthomonas campestris* and *Ralstonia solanacearum*.

In average, the effect of pests in the lose of tomato production, is of 60% in lower e intermediate zones, and 30-60% in the upper zone for dry season. In the rainy season represents 60-80% in lower and intermediate zones, and 75% in the upper zone. The better yield were obtained in the dry season for all the intermediate zone with 67 t/ha, and the lower yield in the rainy season in upper zone with 8 t/ha.

The evaluations of physical aptitude for tomato and the main pests realized by ALES, were not different to the above-mentioned by farmers and specialists. The presentation of results of the integrated information and the given experts, may help in the making of decisions in the pest management of tomato.

With the expert system developed the information was concentrated to integrate and present the generated knowledge by the experts and it may help in the making of decisions in the pest management of tomato.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
BIOGRAFIA	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	viii
CONTENIDO	x
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE ANEXOS	xiii
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Conservación del ambiente	4
2.2. Modelo de referencia conceptual de sistema asociado con café	5
2.2.1. Aspectos generales	5
2.2.2. Subsistema cultivos (asociación tomate-café)	5
2.2.2.1. Aspectos generales	5
2.2.2.2. Cultivo de café	6
2.2.2.3. Cultivo de tomate	6
2.2.3. Subsistema plagas	10
2.2.3.1. Aspectos generales	10
2.2.3.2. Subsistemas insectos	11
2.2.3.3. Subsistema patógenos (enfermedades)	14
2.2.4. Subsistema suelos	17
2.3. Sistemas expertos	18
2.4. Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES)	20
2.5. Sistema de Información Geográfica (SIG)	23

3.	MATERIALES Y METODOS	25
3.1.	Descripción biofísica de las zonas	25
3.2.	Desarrollo del sistema experto	27
3.2.1.	Construcción del sistema experto	27
3.2.1.1.	Identificación y análisis del agroecosistema	27
3.2.1.2.	Recopilación de la Base de hechos	29
3.2.1.3.	Procesamiento de la Base de hechos	30
3.2.1.4.	Adquisición de conocimientos de los productores	31
3.2.1.5.	Adquisición de conocimientos de los especialistas	32
3.2.1.6.	Procesamiento de los conocimientos (ALES)	32
3.2.2.	Presentación de resultados del sistema experto	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	40
4.1.	Aspectos generales	40
4.2.	Análisis del agroecosistema tomate asociado con café	40
4.2.1.	Caracterización general de los productores	40
4.2.2.	Agroecosistema tomate asociado con café	43
4.2.3.	Manejo agronómico del cultivo de tomate	46
4.2.4.	Manejo de plagas	51
4.2.4.1.	Manejo de insectos plaga	53
4.2.2.2.	Manejo de enfermedades (patógenos)	62
4.3.	Productividad, costos e ingresos	69
4.4.	Evaluación de tierras (ALES)	72
4.4.1.	Evaluación física y de rendimiento	72
4.4.1.1.	Cultivo de tomate sin presencia de plagas	72
4.4.1.2.	Cultivo de tomate con presencia de plagas	77
4.4.2.	Evaluación económica	79
4.5.	Presentación de resultados del sistema experto	79
5.	CONCLUSIONES	81
6.	RECOMENDACIONES	83
7.	BIBLIOGRAFIA	84
8.	ANEXOS	94

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Características físicas y edafo-climáticas de tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	26
Cuadro 2.	Número de productores encuestados en tres zonas del cantón de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	31
Cuadro 3.	Niveles de severidad de Requisitos y valores de características que la componen RUT - Cultivo de tomate.	34
Cuadro 4.	Niveles de severidad de Requisitos y valores de características que la componen RUT - Insectos (mosca blanca, mosca minadora, gusano alfiler, gusanos del frut	36
Cuadro 5.	Niveles de severidad de Requisitos y valores de características que la componen RUT - Enfermedades tizón tardío y tizón temprano.	36
Cuadro 6.	Niveles de severidad de Requisitos y valores de características que la componen RUT - Enfermedades mancha bacteriana y marchitez bacterial.	37
Cuadro 7.	Area promedio utilizada por productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	41
Cuadro 8.	Tenencia de la tierra de productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	42
Cuadro 9.	Fertilizantes utilizados después del trasplante por productores de tomate de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	50
Cuadro 10.	Identificación de los tres principales insectos plagas según productores de Grecia Alajuela. Costa Rica. 2000.	53
Cuadro 11.	Productividad, costos e ingresos de productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	70
Cuadro 12.	Nombres codificados y áreas de las unidades cartográficas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	74
Cuadro 13.	Clases de aptitud física del cultivo de tomate y expresión de plagas en cada unidad de mapeo de tres zonas de Grecia, Alajuela. CR. 2000	76
Cuadro 14.	Rendimiento potencial, según aptitud física del cultivo de tomate y riesgo de plagas en cada unidad de mapeo de tres zonas de Grecia, Alajuela. CR. 2000.	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo del funcionamiento de un sistema experto. Fuente: Berbel (1989)	19
Figura 2. Esquema de funcionamiento de sistema automatizado de tierras (ALES)	22
Figura 3. Modelo de Referencia Conceptual (sistema tomate asociado con café)	28
Figura 4. Diagrama de elaboración de unidades de mapeo	30
Figura 5. Esquema del sistema experto para el manejo de plagas del tomate	39
Figura 6. Area promedio de siembra (ha) en tres zonas de Grecia, CR	41
Figura 7. Arreglo espacial del asocio tomate-café (podado) en Grecia, Alajuela. CR.	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Efectos en el cultivo de tomate por variación de condiciones ambientales	95
Anexo 2. Plagas presentes en cada etapa fenológica del cultivo de tomate	96
Anexo 3. Efectos en el cultivo de tomate por deficiencias nutricionales	97
Anexo 4. Medidas de control para los principales insectos plagas identificados por Productores de Grecia. Alajuela, CR. 2000.	98
Anexo 5. Medidas de control para las principales enfermedades (patógenos) y Nemátodos identificadas por productores de Grecia. Alajuela, CR. 2000.	100
Anexo 6. Registros mensuales históricos de Temperatura, Humedad relativa y Precipitación de la estación metereológica "La Argentina". Costa Rica.	102
Anexo 7. Registros mensuales históricos de Temperatura, Humedad relativa y Precipitación de la estación metereológica "Grecia". Costa Rica.	103
Anexo 8. Registros mensuales históricos de Temperatura y Precipitación de la estación metereológica "La Luisa Sarchí" Costa Rica.	104
Anexo 9. Formato de encuesta para analizar el manejo de plagas realizado por productores de tomate en Grecia, Costa Rica.	105
Anexo 10. Productores encuestados en 3 zonas agroecológicas del cantón de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	125
Anexo 11. Especialistas, Instituciones y Organizaciones utilizadas como fuentes de información.	126

Anexo 12.	Formato de formularios utilizados en la recolección de los conocimientos de los especialistas en diferentes disciplinas científicas.	127
Anexo 13.	Asocio tomate-café (cafetos con gran cantidad de hojas y mayor altura, renovación 1er año) en Grecia, Alajuela. CR. 2000.	147
Anexo 14.	Asocio tomate-café (cafetos con menor cantidad de hojas y altura, renovación joven) en Grecia, Alajuela. CR.	147
Anexo 15.	Malezas predominantes en tres zonas ecológicas del cantón de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	148
Anexo 16.	Principales insecticidas utilizados por los productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	149
Anexo 17.	Otros insecticidas químicos usados por productores de tomate de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	150
Anexo 18.	Niveles tóxicos, Categorías OMS* y persistencia en el suelo de insecticidas usados por productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	150
Anexo 19.	Factores que favorecen la presencia de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) y gusanos del fruto (<i>Heliothis</i> sp., <i>Spodoptera</i> sp.) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	151
Anexo 20.	Factores que favorecen la presencia de gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>) y minador de la hoja (<i>Liriomyza sativae</i>) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	151
Anexo 21.	Identificación de las tres principales enfermedades (patógenos) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	152
Anexo 22.	Techos plásticos en forma de canaletas (zona alta-Sn.Luis) en asocio tomate-café en Grecia, Alajuela. CR. 2000.	153
Anexo 23.	Techos plásticos en forma recta (zona baja-Tacáres) en asoc.tomate-café en Grecia, Alajuela,CR. 2000.	153
Anexo 24.	Principales fungicidas y bactericidas utilizados por los productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	154
Anexo 25.	Niveles tóxicos, Categorías OMS* y persistencia en el suelo de fungicidas y Bactericidas usados por productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	154
Anexo 26.	Factores que favorecen la presencia de Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) y Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	155

Anexo 27.	Factores que favorecen la presencia de Marchitez bacterial (<i>Ralstonia solanacearum</i>) y mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	155
Anexo 28.	Características de la tierra por unidades cartográficas en época seca y lluviosa de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.	156
Anexo 29.	Delimitación de tres zonas altitudinales del cantón de Grecia	157
Anexo 30.	Unidades cartográficas de Grecia, Alajuela. CR. Mapa base.	158
Anexo 31.	Aptitud física – tomate (Epoca seca).	159
Anexo 32.	Aptitud – Insectos (Epoca seca) (mosca blanca, minador de la hoja, gusano alfiler, gusanos del fruto).	160
Anexo 33.	Expresión – Enfermedades fungosas (E.seca) (tizón temprano, tizón tardío).	161
Anexo 34.	Expresión – Enfermedades bacterianas (E.seca) (mancha bacteriana y marchitez bacterial).	162
Anexo 35.	Aptitud física – Tomate (Epoca lluviosa).	163
Anexo 36.	Expresión de insectos (Epoca lluviosa) (mosca blanca, gusano alfiler, minador de la hoja, gusanos del fruto).	164
Anexo 37.	Expresión – Enfermedades fungosas (Epoca lluvia) (tizón temprano, tizón tardío).	165
Anexo 38.	Expresión – Enfermedades bacterianas (Epoca lluviosa) (mancha bacteriana y marchitez bacterial).	166

1. INTRODUCCION

En América Latina el 20% más pobre de la población posee apenas el 3,6% del ingreso nacional, y en la región centroamericana persiste una extendida pobreza: tres de cada cinco centroamericanos viven en condición de pobreza y dos de cada cinco viven en indigencia o pobreza extrema (FAO 2000).

La mayoría de los sistemas de producción de los pequeños productores de la región, son productos de su capacidad para utilizar los recursos naturales escasos, dadas sus condiciones socio-económicas. La mayoría está relacionada con arreglos cronológicos y espaciales de dos o más cultivos para hacer un mejor uso de los recursos disponibles.

En Grecia, Costa Rica, uno de los sistemas de producción utilizados es el del cultivo de tomate asociado con café, para aprovechar espacios de tierra en periodos cortos.

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es la segunda hortaliza más importante del mundo, catalogado como buena fuente de vitaminas A y C, y uno de los principales cultivos hortícolas de Costa Rica, estimándose un consumo *per capita* de 9 a 12 kg (Bolaños 1998, REDCAHOR 2000).

La mayoría de la producción nacional (97%) proviene de las provincias de Alajuela (60%), Cartago (17%) y Heredia (20%), principalmente de parcelas menores de 1 ha sembradas por pequeños agricultores. A nivel nacional, el área del cultivo ha aumentado en los últimos años, de 252 ha (1997) a 1272 ha (1998) (MAG 1999a, 1999b).

A pesar de este aumento significativo, los cultivares usados son susceptibles a las plagas, las cuales disminuyen el rendimiento, que normalmente varía entre 17 y 38 t/ha (Bolaños 1998). Se reportan reducciones de un 20-100% por virus (complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus), 50% por marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*), 10-15 % por enfermedades del fruto, y 10% por los gusanos del fruto (*Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp.), además de altas pérdidas en cantidad y calidad por tizones (*Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*) (CATIE 1990, Quirós 1993).

Los agricultores tradicionalmente han controlado estas plagas con altas aplicaciones de plaguicidas, sobre todo en la estación lluviosa, duplicando el uso de fungicidas. Por consiguiente, se incrementan los costos de producción en más del 50 %, cuyo valor total por hectárea de tomate es de ¢ 1-1.4 millones

(Chacón 1991, Bolaños 1998). El uso intensivo de estos productos puede incrementarse todavía más si hubiere expectativas de buenos precios y rendimientos altos, dada la garantía de un mejor ingreso compensatorio del gasto efectuado para lograrlo.

Esta situación también ha repercutido a nivel nacional debido al mayor gasto de divisas en importaciones de plaguicidas, pasando de ¢ 274,039.8 miles en 1991 a ¢ 543,348.5 miles en 1997 (+ 98.3 %). Los casos de muertes por intoxicaciones de personas con productos químicos también aumentaron de 305 (1990) a 544 (1998) (Estado de la Nación 1999).

Surge entonces la necesidad fundamental de disminuir las aplicaciones de plaguicidas y consecuentemente la contaminación ambiental, los residuos en el producto final, y los costos de producción. Esto puede lograrse mediante la evaluación de nuevas prácticas agropecuarias o con enfoques como el manejo integrado de plagas (MIP) en su visión ecológica y multidisciplinaria, apoyado con la identificación y conocimiento de sistemas de producción que pudieran mejorar el control de plagas (FAO 2000).

El conocimiento de los productores, y los avances técnico-científicos han sido poco integrados para favorecer la toma de decisiones de agricultores de recursos escasos. Se abre la posibilidad de crear una agricultura tecnológicamente avanzada, aprovechando las experiencias establecidas desde la iniciativa de los productores y de los profesionales vinculados activamente al agro, e integrarlas en un sistema experto asistido por computador como instrumento ágil y eficaz para la toma de decisiones.

Los sistemas expertos han evolucionado en las últimas décadas por medio de la rama más moderna de la informática: la inteligencia artificial, cuya base son los conocimientos. Por ello, en esta investigación se recopilaban las experiencias en el manejo de plagas del tomate, se almacenaban y hacían disponibles en todo tiempo, para cualquier consulta del usuario que busca ayuda para solucionar sus problemas.

Este trabajo permitió conocer el manejo de las plagas más importantes en el sistema tomate asociado con café en tres zonas diferentes del cantón de Grecia, en Alajuela, Costa Rica. Esta información se integró a un sistema experto que evaluó el uso de la tierra y la expresión de las plagas en cada lugar, ayudando de esta manera a incrementar la base de conocimientos sobre este sistema de producción y a facilitar su ampliación en un futuro.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de conocimientos y sus aplicaciones para el manejo de plagas del tomate.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Caracterizar el manejo agronómico y en particular el manejo de plagas del tomate asociado con café.

Determinar la afección de las plagas en el rendimiento del tomate y sus índices económicos en un sistema asociado con café, en tres zonas altitudinales del cantón de Grecia.

Desarrollar un prototipo de sistema experto para el manejo de plagas del tomate en un sistema de tomate asociado con café.

1.2. HIPÓTESIS

1. Las plagas del cultivo de tomate en un sistema asociado con café, tienen similar incidencia, severidad e impacto económico en tres zonas altitudinales de Grecia
2. Es posible desarrollar un prototipo de sistema experto utilizando información geográfica, evaluación automatizada de tierras y su presentación visual

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Conservación del ambiente

En Costa Rica el 80% de las zonas de producción hortícola se localizan en áreas de ladera, incluyendo el cultivo del tomate, lo cual encara una crisis creciente como resultado de la deforestación, pérdida de biodiversidad, deterioro de suelos y contaminación de aguas (Saborío 1992).

Existe gran cantidad de estudios sobre los efectos negativos de los plaguicidas, sin embargo no consideran porque los productores siguen aplicando tanto producto químico, a pesar de conocer sus consecuencias, debiéndose principalmente al salvaguardo de su inversión, sin importarles el aumento de sus costos.

En uno de estos trabajos, la zona de Grecia-Naranjo (Costa Rica) fue identificada con problemas por uso excesivo de plaguicidas, y ubicada en novena posición de 11 áreas hortícolas evaluadas (Arauz *et al.* 1983). Lo anterior fue confirmado en un diagnóstico posterior cuyo resultado indicó desconocimiento del uso correcto de plaguicidas por parte de los horticultores (MAG 1994).

Hay algunas iniciativas recientes para una horticultura orgánica, tales como el bocashi para sustituir el fertilizante químico, y extractos de plantas con poder fungicida e insecticida (Saborío 1992). También hay avances exitosos en el manejo integrado de plagas en varios países, incluyendo algunos casos con mayor rentabilidad respecto a los métodos convencionales, aunque algunas veces los agricultores debieron correr con los costos de un período de transición de uno o dos años (Thrupp 1999).

Esto implica un enfoque integrado basado en métodos biológicos para el manejo del suelo, plagas, nutrientes, cultivos y agua, aplicando los siguientes principios agroecológicos básicos para una agricultura sostenible: *diversidad* (cultivos, flora/fauna, variedades sistémicas), *adaptabilidad* y *elasticidad* (en vez de rigidez), *sinergia* (entre las plantas, el suelo y los nutrientes), y *reciclaje de nutrientes, regeneración y conservación de recursos* (Thrupp 1999).

2.2. Modelo de referencia conceptual del sistema tomate asociado con café

2.2.1. Aspectos generales

El agroecosistema es un ecosistema modificado por el hombre a fin de obtener un producto final de interés económico. El agricultor debe actuar constantemente para favorecer al cultivo, mediante prácticas (plan de manejo) como: preparación del terreno, fertilización, riego y otras actividades capaces de dar mejores condiciones de desarrollo a las plantas de interés, incluyendo las efectuadas contra organismos no deseados, como las plagas (Rivera 1999).

Para entender y analizar el funcionamiento de cualquier agroecosistema es importante auxiliarse de un modelo conceptual, muy utilizado en la investigación de equipos multidisciplinarios. Este modelo permitirá guiar el diseño de nuevos sistemas o la generación de nuevas opciones a sistemas existentes e identificar aspectos donde falta información y donde debe hacerse investigación (Hart 1985).

El modelo conceptual del sistema asociado tomate-café, plantea la hipótesis de la relación entre los componentes que lo hacen funcionar como unidad, si lo hubiere, considerando el plan de manejo y el análisis económico como integrador de los subsistemas.

Los componentes de este agroecosistema son los subsistemas: *suelo* (agua, nutrientes, materia orgánica, microorganismos), *cultivos* (café-tomate, malezas), y *plagas* (patógenos, insectos, nemátodos). Si uno de ellos es perturbado, podrían modificar otros elementos del sistema.

2.2.2. Subsistema cultivos (asociación tomate-café)

2.2.2.1. Aspectos generales

Existe información sobre asociaciones del cultivo de café (renovación) con cultivos anuales como por ejemplo café-maíz, café-frijol o café-plátano, también del cultivo de tomate con estos mismos o con otros. Sin embargo, la asociación del tomate con el café es un agroecosistema poco común y prácticamente no existe documentación al respecto.

Los agricultores de Grecia, por falta de tierras propias dado su alto precio, utilizan áreas de café podadas o renovadas (primer año) para sembrar tomate paralelo a los arbustos de café (calle), dando origen a una asociación con diseño de arreglo espacial y cronológico.

En este cantón los principales cultivos son el café (aprox. 6000 ha y 1352 explotaciones) y caña de azúcar (4000 ha y 600 explotaciones), seguido de hortalizas como tomate, chile dulce, pepino y vainica (aproximadamente 300 ha) (MAG 1994). Más del 70% de los propietarios tienen fincas con área menor a 3 ha.

2.2.2.2. Cultivo de café

En Costa Rica el mayor porcentaje de áreas sembradas de café arábico (*Coffea arabica*) están en el Valle Central (Cortés 1994, ICAFE 1998).

En el manejo agronómico incluyen la renovación de plantaciones viejas y las podas para obtener tejido productivo nuevo. La poda total por lote se practica por su facilidad, racionamiento de productos químicos, menor ataque de plagas y mejor desarrollo de las plantas. La altura de poda es de 0.25 m hasta 1.25 m. del suelo, con todas las bandolas existentes por debajo del corte. La renovación permite establecer nuevas y mejores variedades, realizar obras de conservación de suelos adecuadas, disminuir la propagación de plagas, diseñar mejor la sombra, y lograr rapidez y vigorosidad de crecimiento con mejores producciones (ICAFE 1998).

2.2.2.3. Cultivo de tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) pertenece a la familia Solanaceae, originaria de las regiones tropicales y sub-tropicales de México y Perú. En las últimas décadas la introducción a América tropical de los cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbridos, ha eliminado cultivares nativos de calidad inferior. La selección se ha dirigido principalmente hacia la obtención de frutos con características favorables para el transporte y enlatado, como la firmeza y alargamiento del tiempo entre la cosecha y el consumo (Bolaños 1998).

Requerimientos ambientales y biológicos del tomate: Se adapta bien a gran diversidad de zonas, entre 0 y 1800 msnm. Se recomiendan climas cálidos y soleados, con noches frescas y días calientes, para

favorecer la producción (Cortés 1994). En las siembras de la estación seca, el cultivo madura más rápido y crece menos (MAG 1991).

Requiere temperatura óptima anual promedio entre los 21 y 24 °C, con máxima no mayor de 37 °C y mínima no inferior de 15 °C. Se obtiene buena producción con temperatura media mensual óptima entre 16 y 27 °C. La humedad relativa óptima oscila entre 60-75 % (MAG 1983, Marrero 1986, CATIE 1990, MAG 1991, Cortés 1994). Si estas condiciones varían fuertemente, ya sea por defecto o exceso, pueden afectar negativamente al cultivo, tal como se muestra en el Anexo 1.

Los mejores rendimientos se obtienen en suelos con pH neutros o ligeramente ácidos (pH de 5.5 y 6.8), textura franco arenosa, franco limosa, franco arcillosa, o silíceo-arcilloso, así también con gran o moderada profundidad, muy bien drenados (Benacchio 1982, CATIE 1990, MAG 1991, Morales *et al.* 1991, Cortés 1994, Bolaños 1998). Las plantaciones deben localizarse preferentemente en sitios protegidos del viento, con exposición directa al sol, para producir buenos rendimientos y reducir la incidencia de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Zonas y épocas de siembra: En Costa Rica, la provincia de Alajuela concentra la mayoría de la producción (60%) distribuida en los cantones de Grecia, Atenas, Alajuela, Sarchí, San Mateo, Palmares, y San Ramón. En la provincia de San José se destaca el cantón de Santa Ana y en la provincia de Heredia los cantones de Santa Bárbara y San Isidro. El resto del área se distribuye equitativamente en los cantones de Paraíso (Cartago), Tilarán y Nicoya (Guanacaste), Orotina (Puntarenas) y San Carlos (Alajuela), así también zonas como Valle de Orosí, Guarco de Cartago y Bijagua de Alajuela (Cortés 1994, Bolaños 1998).

Las estaciones de siembra-cosecha varían según la zona, pero generalmente existen dos estaciones: una al inicio de las lluvias en mayo y otra en octubre para aprovechar la humedad de finales de la estación lluviosa. La estación seca es la más adecuada si se cuenta con riego, por la baja incidencia de enfermedades y los bajos costos de producción.

Bolaños (1998) indica que en Costa Rica los rendimientos promedios varían entre 17 y 38 t/ha, sin embargo es necesario hacer estudios según las condiciones agroecológicas de cada lugar, como el realizado por Hidalgo *et al.* (1999) quienes encontraron fuertes diferencias en los rendimientos de cultivos evaluados en zonas de Alajuela (800 msnm) y Heredia (1350 msnm).

Variedades: En Costa Rica toda la semilla de tomate se importa. Estas variedades presentan comportamientos diferentes según la zona de siembra. A 1996 se importaron 42 variedades, mayormente: Hayslip, Tropic-duro, Tropic, Duke y Romma Gigante (Bolaños 1998).

Estos cultivares generalmente son susceptibles a las enfermedades más comunes del tomate, por no corresponder a las condiciones agroecológicas locales. Es necesario entonces la generación de materiales propios. El mejoramiento genético del país tiene avances en la investigación de líneas con tolerancia a virosis causada por geminivirus y a otras enfermedades fungosas y bacterianas, usando especies silvestres como fuente de resistencia; sin embargo, se requiere más tiempo para lograr la efectividad deseada (Moreira y Echandi 1997, Bolaños 1998, REDCAHOR 2000).

A nivel nacional un esfuerzo notable fue la producción de la variedad Catalina desarrollada por el MAG en la década de los 70, con tolerancia a la bacteria *Ralstonia solanacearum* (MAG 1991, Bolaños 1998). Es importante también la contribución que realizan investigadores de la Estación "Fabio Baudrit M." (Universidad de Costa Rica) con evaluaciones periódicas de líneas tropicalizadas de tomate para mesa en Alajuela, quienes han logrado identificar materiales promisorios (Moreira y Echandi 1997).

Fenología: El ciclo total del cultivo es de 82 a 100 días, según el cambio de las condiciones ambientales y la variedad, comprendido en tres etapas fenológicas: fase I o inicial (0-45 días), fase II o vegetativa (45-85 días) y fase III o reproductiva (85 a 100 días). Se incluye una etapa de cosecha, de los 100 a los 160 días, prolongándose de 40-60 días. Se puede realizar de 6 a 7 "cortes" (cosechas) en buenas condiciones. Los tomates cosechados se clasifican en tres categorías según la calidad, tamaño, color y sanidad (Bolaños 1998). Las diferentes plagas que afectan el cultivo, en cada etapa fenológica se observan en el Anexo 2.

Fertilización: Requiere principalmente nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, es muy exigente en fertilización por eso es necesario suplirlo con grandes cantidades de abono según la etapa del cultivo y el análisis químico del suelo (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998).

La nutrición es importante en las estrategias de combate contra las enfermedades, al intervenir en diferentes procesos patológicos (deficiencias, infecciones por exceso o ausencia de elementos, intervención en el desarrollo de enfermedades infecciosas, o alteración de determinados patógenos que

interfieren en la movilización y aprovechamiento de los minerales) (Chaverri y Alvarado 1995, Rivera 1999). La deficiencia de elementos nutricionales se detalla en el Anexo 3.

El exceso de nitrógeno aumenta la caída de flores y la carencia de fósforo (Rosa y Suárez 1998), además aumenta el tejido joven prolongando la fase vegetativa y retardando la madurez de las plantas que la hace más susceptible a los patógenos que prefieren esos tejidos (Agris 1986). El exceso de potasio provoca carencia en magnesio y el exceso de azufre provoca carencia de fósforo (Rosa y Suárez 1998). La disminución del nitrógeno incrementa también a la marchitez ocasionada por *Ralstonia solanacearum* (Agris 1986).

Es útil conocer la absorción de cada elemento nutricional durante el crecimiento de la planta, a fin de guiar el plan de fertilización óptimo. Por ejemplo, en todo el ciclo, el potasio y el fósforo son los elementos de mayor y menor absorción, respectivamente, aunque este último es igual de importante en el metabolismo de la planta. En la primera fase del ciclo (45 días) el nitrógeno y el potasio son absorbidos con mayor rapidez, seguido del calcio. En la segunda fase (75 días) la velocidad de absorción del calcio es mayor, por eso es necesario conocer su disponibilidad en la solución del suelo a fin de prever su aplicación con suficiente anticipación a la siembra, y hacerlo disponible desde los 45 días después del trasplante.

El fósforo por su limitada movilidad en el suelo debe aplicarse en su mayoría o en su totalidad en las primeras fases del cultivo y cercano a las raíces para un mejor aprovechamiento. El potasio está relacionado con la calidad del fruto y sigue el criterio del nitrógeno para su aplicación (Cortés 1994).

Riego: El déficit produce rajaduras de frutos y el exceso favorece el desarrollo de enfermedades de la raíz. La máxima sensibilidad del cultivo al déficit se da al momento del trasplante, floración y formación de cosecha (CATIE 1990). El riego por gravedad mantiene seco el follaje evitando así la entrada de patógenos que requieren de agua libre sobre la hoja, además mejora la eficiencia de los plaguicidas al permanecer más tiempo en la hoja (Bolaños 1998).

Podas y deshijas: Dan una arquitectura adecuada a la planta para favorecer la penetración de productos químicos, evitar insolación, mejorar la aireación, controlar el tamaño del fruto y el ritmo de producción. Otra forma es remover las hojas más viejas, las dañadas por enfermedades o las que están en contacto con el suelo (Solano 1989, CATIE 1990, MAG 1991, Bustamente 1996, Bolaños 1998).

Espalderas, barbacoas o tutores: Ayudan a mantener las plantas erectas y facilitan el manejo de la plantación, evitando el contacto de los frutos con el suelo (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998).

Aporca: Se realizan después de aplicar fertilizantes, para un mejor desarrollo de las raíces adventicias y la mejor absorción de agua y nutrientes, además de controlar malezas. Debe tenerse mucho cuidado en no dañar los tallos y raíces por donde pueden entrar patógenos (Bolaños 1998).

Control de malezas: En Costa Rica es poco frecuente el uso de herbicidas para controlar malezas, debido al control mecánico efectuado con las aporcas y a la susceptibilidad de algunos cultivares a estos productos. Se recomiendan los herbicidas metribuzin (Sencor), paraquat (Gramoxone), pendimetalina, alaclor (Lazo) y fluazifop-futil (Fusilade) (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998).

Comercialización: El tomate se produce todo el año, sin embargo muestra una marcada estacionalidad con oferta máxima en diciembre y mayo, y mucha variación de precios que influyen en la rentabilidad del cultivo (Bolaños 1998). La comercialización se hace en cajas de plástico con capacidad de 9 kg de fruta, clasificados en categorías (1a, 2a y 3a) según el tamaño del fruto. Los principales centros de acopio son el CENADA y los mercados de la capital, que absorben el 80 % de la producción nacional, y después están las Ferias del Agricultor y los puestos de ventas particulares (Cortés 1994).

El comportamiento de precios (finca) de 1999, en el cantón Grecia, según información del CNP (2000) (Consejo Nacional de Producción) para tomate de primera, tuvo sus promedios máximos y mínimos en marzo (¢ 1,007.35/kg) y junio (¢ 533.33/kg). El precio absoluto mínimo fue en abril (¢ 29.41/kg) y el máximo en marzo (¢ 5,000/kg). Esta alta variabilidad puede afectar la rentabilidad del productor, de forma negativa si se mantiene por mucho tiempo los precios bajos y de forma positiva si los precios son altos, recuperando así los costos de producción en corto tiempo.

2.2.3. Subsistema plagas

2.2.3.1. Aspectos generales

El término "plaga", según acuerdos de la FAO en los años 70's, es todo organismo (insectos, patógenos, nemátodos y malezas) que aumenta su densidad o su incidencia hasta niveles suficientes para afectar a la

especie humana en forma importante, directa o indirectamente. Aquí analizan dos subsistemas: insectos y patógenos (enfermedades).

2.2.3.2. Subsistema insectos

Es de gran importancia la distribución de las diversas poblaciones de insectos en el cultivo del tomate, para diseñar la estrategia de su control dirigida integralmente a los estados de mayor susceptibilidad al control.

En Grecia se ha determinado que los principales insectos plagas, por su presencia crónica y la magnitud del daño, son: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*), gusanos del fruto de los complejos *Heliothis* spp. (predomina *Heliothis zea*), y *Spodoptera* spp. (quizás *S. sumia* y *S. latifascia*) (Calvo *et al.* 1992, Hilje y Segura 1995, Pérez 1996).

Otros insectos plagas, causantes de daños serios ocasionales, son los gusanos cortadores (*Agrotis* spp.) y la mosca minadora (*Liriomyza* spp.). También con daños leves y esporádicos se presentan las vaquitas (*Epitrix* spp. y *Diabrotica* spp.), el áfido *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae), el chinche *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae), el grillo *Dichroplus* prob. *punctulatus* (Saltatoria: Acrididae), el falso medidor (*Pseudoplusia includens*) (Lepidoptera: Noctuidae) y el gusano "cachón" (*Manduca sexta*) (Hilje y Segura 1995).

Monge (1993) anota que los insecticidas de mayor utilización, en tres localidades del Valle Central, fueron los piretroides, organofosforados, carbamatos y biológicos, en orden de importancia, con marcada tendencia a la sobredosificación. Se han realizado esfuerzos para lograr un manejo más racional tanto en investigación (sistemas de preaviso y umbrales económicos, agricultura ecológica, aplicaciones de la informática, etc.) como en extensión (mayor responsabilidad ecológica del extensionista, capacitación en métodos alternativos del control de plagas, etc.) en instituciones de educación agrícola superior y media, así como centros de investigación, como el CATIE.

Las estrategias de manejo integrado de plagas se enfocan en la manipulación y no en la eliminación, para suprimir, regular y limitar los recursos. El insecticida o el control biológico pueden entrar al subsistema de plagas (manejo directo) y también pueden controlar la disponibilidad de alimentación (manejo indirecto). Dentro de un programa MIP, en Costa Rica, se ha trabajado con éxito en parcelas de

validación de los agricultores, dando opciones para el manejo de plagas, tomando en cuenta sus períodos de mayor susceptibilidad, muestréandolas continuamente, estableciendo niveles de decisión o umbrales de acción y usando insecticidas selectivos con técnicas que permitan optimizar su uso (Calvo *et al.* 1992, Hilje y Ramírez 1992). La referencia sobre diferentes medidas de control de insectos se observan en el Anexo 4.

Complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*)-geminivirus

Mosca blanca (*B. tabaci*) como vector: Como plaga directa o vector ha afectado fuertemente, los sistemas agrícolas de las regiones tropicales y sub-tropicales durante el último decenio, justificando grandes esfuerzos en investigación básica y en métodos para su manejo (Hilje 2000a).

En 1993 se informó de su presencia en casi toda América Central (Polston y Anderson 1999). En las principales zonas productoras de tomate de Costa Rica se ha identificado el biotipo C, que casi no se reproduce en el tomate (*Lycopersicon esculentum*) pero sí profusamente en el chile dulce (*Capsicum annuum*, Solanaceae) (Hilje *et al.* 1993).

Se han encontrado adultos y/o ninfas en cultivos de frijol vainica (*Phaseolus vulgaris*), chile dulce (*Capsicum annuum*), pepino (*Cucumis sativus*) (Hilje *et al.* 1993, Jovel *et al.* 1999), y también en plantas silvestres: *Acnistus arborescens*, *Bidens pilosa*, *Cucurbita moschata*, *Commelina diffusa*, *Drymaria cordata*, *Galinsoga parviflora*, *Hemidiodia* sp., *Ipomoea* spp., *Melampodium perfoliatum*, *Melanthera aspera*, *Momordica* spp., *Sclerocarpus divaricatus*, *Sida acuta*, *Sida* sp., *Solanum nigrum*, *Spananthe paniculata*, *Spermacoce latifolia*, (Arias y Hilje 1993, Hilje *et al.* 1993, Quirós 1993, Rivas *et al.* 1995, Jovel *et al.* 1999).

Hilje (2000) destaca que las causas del problema originado por el complejo mosca blanca-geminivirus son por: a) la gran plasticidad genética de *B. tabaci* (al menos 14 razas o biotipos, de las cuales seis están en América Central), b) poblaciones desmesuradas (muy altas en la región neotropical, sobre todo durante la estación seca) por alta fecundidad, corto tiempo generacional, partenogénesis arrenotóquica o reproducción sin fertilización que produce solo machos, y comportamiento diferenciado según zonas ecológicas, c) gran movilidad (migratorio y trivial), d) amplio ámbito de hospedantes (muy polífago, con al menos 26 cultivos y al menos 50 especies de plantas silvestres pertenecientes a 39 familias en América), e) alteraciones fitotóxicas o síndromes (en el tomate la maduración irregular), f) asociación con geminivirus (transmisión de al menos 50 geminivirus).

Quirós (1993) determinó que los productores de tomate del cantón de Grecia consideran esta plaga como incontrolable, ocasionando reducciones considerables en la producción, y obligándolos a buscar las zonas altas donde todavía este insecto no es problema.

En la búsqueda de soluciones para el tomate en Costa Rica, se plantea un esquema de manejo sugerido por Hilje (2000): a) de *convivencia*, estableciendo y aplicando criterios de decisión en la etapa fenológica más susceptible o periodo crítico del cultivo que sería en los primeros 50-60 días para retardar la epidemia viral, b) de *prevención* eliminando los reservorios de insectos y geminivirus, tales como los campos viejos de tomate, establecimiento de periodos de veda y fechas de siembra estrictas, cultivares resistentes o tolerantes, prácticas agrícolas y sustancias repelentes, y c) de *sostenibilidad*, con sistemas de manejo rentables y ecológicamente benignos.

Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*)

Todavía en 1990 se consideraba como una plaga secundaria (CATIE 1990), pero con potencialidad para convertirse en plaga primaria por el uso excesivo de plaguicidas de amplio espectro por estar perturbando el control natural (Calvo *et al.* 1990). Actualmente ya es una de las plagas principales del tomate en Costa Rica (Hilje y Segura 1995). El daño lo realizan las larvas al minar las hojas, reducen el área de fotosíntesis y favorecen la entrada de patógenos, presentándose en parches dentro de la parcela casi siempre cerca de los bordes. Además las larvas perforan el fruto alrededor del área del cáliz.

Gusanos del fruto (*Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp.)

Las larvas dañan los botones florales y los frutos de las plantas de tomate, con mayor importancia cuando los frutos están todavía verdes. Además contaminan los frutos con sus heces por la presencia de una o más de ellas, se pudren y caen de la planta en menos de cuatro semanas (CATIE 1990). De acuerdo a Evo y Hilje (1993), su control efectivo puede realizarse con monitoreos y umbrales de acción, para lo cual deben hacerse recuentos de huevos y larvas recién emergidas, en el estrato superior de la planta y en frutos pequeños menores de 2,5 cm de diámetro.

Mosca minadora (*Liriomyza* sp.)

Ampliamente conocido como plaga secundaria, con posibilidades de producir brotes a través de uso indiscriminado de insecticidas como el Metomil (metomil) (aplicado contra *K. lycopersicella*) que destruye sus controladores biológicos, además tiene capacidad de adquirir resistencia a los insecticidas (Jiménez *et al.* 1988, CATIE 1990). El daño se nota cuando penetra en las capas celulares de las láminas foliares, y construye galerías conforme ingiere el tejido vegetal, dejando en las hojas bandas plateadas que se tornan negras llamadas minas. Con densidades altas provocan ocasionalmente la muerte y caída de las hojas dejando los frutos expuestos al sol, lesionándolos y causando pérdidas económicas de consideración.

2.2.3.3. Subsistema patógenos (enfermedades)

Aspectos generales

Los fitopatógenos pueden localizarse en el cultivo, hospedantes alternos (como malas hierbas), el aire, agua, suelo, insectos y animales superiores (pájaros, animales de trabajo, etc.), y ser afectados en su ciclo de vida por factores ambientales. El plan de manejo debe ser en el flujo de entrada del inóculo, en los tejidos de las plantas, en los factores ambientales y en los fungicidas, de forma separada o combinada. Los principales problemas patológicos del tomate son la virosis, tizón tardío o "apagón" (*Phytophthora infestans*), tizón temprano o "bajera" (*Alternaria solani*) y marchitez bacterial o "maya" (*Ralstonia solanacearum*) (MAG 1994, Bolaños 1998).

El control químico de las enfermedades fungosas se ha realizado con mancozeb (Dithane M-45) y propineb (Antracol) en la estación seca, mientras en la época lluviosa ha sido con mancozeb y sulfato de cobre en mayor cantidad, significando gastos mayores (hasta 10 %) con respecto a la época seca (Calvo *et al.* 1990). La referencia sobre diferentes medidas de control de las enfermedades se observan en el Anexo 5.

Por otra parte, en la búsqueda de disminuir el uso de plaguicidas, el proyecto MIP del CATIE ha evaluado materiales genéticos con resistencia o tolerancia a patógenos que atacan al tomate, identificando varias líneas tolerantes a marchitez bacterial y a tizones.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Este patógeno se propaga a gran velocidad con alta humedad relativa, causando defoliación total de la plantación. La enfermedad se caracteriza por manchas irregulares café oscuras de rápido crecimiento, y fructificaciones del hongo sobre las lesiones del envés de la hoja (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998).

En Costa Rica el control es principalmente con fungicidas, de ahí la necesidad de involucrar otras prácticas que disminuyan su uso y mantengan la sostenibilidad del cultivo (Pérez y Sánchez 1999). Debe considerarse la amplia variabilidad genética de este hongo y su rápida mutación que hacen recobrar su patogenicidad, a pesar de que el género *Lycopersicon* tiene resistencia genética a este hongo. Se recomienda entonces sembrar en sitios con buena insolación y movimiento de aire, así como evitar siembras en los meses de mayor precipitación o en regiones húmedas (Bolaños 1998).

Tizón temprano (*Alternaria solani*)

Se inicia con puntos oscuros en las hojas, creciendo posteriormente a bordes irregulares de consistencia papelosa comúnmente con anillos concéntricos más oscuros. Las hojas inferiores son las más dañadas, se marchitan y se caen si hay gran cantidad de lesiones. En el fruto las lesiones son café oscuras casi negras con hundimiento en la epidermis y arrugamiento, abarcando casi la totalidad del fruto (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998). Los conidios del hongo requieren agua libre sobre la hoja para germinar y penetrar a la planta, por lo tanto períodos prolongados de lluvia favorecen la incidencia de la enfermedad.

La planta de tomate es susceptible durante todo su ciclo de vida, por ello son importantes las prácticas para reducir la cantidad de inóculo tales como la eliminación y quema de los restos de plantas infectadas, erradicación de malezas y rotación de cultivos. También es importante la nutrición de la planta y el uso de variedades resistentes.

Marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*)

Ataca desde el inicio de la etapa de crecimiento vegetativo hasta la cosecha. La marchitez, por lo general, se observa primero en las hojas bajas y en un lado de la planta abarcándola luego por completo.

Las plantas no pierden su coloración normal, pero se marchitan aún cuando haya un buen contenido de humedad en el suelo. En el tallo se produce un gran número de raíces adventicias (CATIE 1990, Bolaños 1998).

Esta bacteria requiere abundante humedad del suelo para poder movilizarse en grandes cantidades (Jiménez 1995). Una vez presentados los síntomas en las plantas, es prácticamente imposible detener su avance por toda la plantación. La diseminación de la enfermedad se favorece cuando los terrenos tienen drenajes deficientes o si las plantas presentan heridas. Los cultivares de tomate con niveles aceptables de tolerancia a esta enfermedad, no han tenido aceptación entre los productores, pues la mayoría de ellos producen frutos medianos y pequeños (CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998).

Mancha bacterial (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

Las lesiones se presentan en hojas, tallos y frutos. En el follaje las manchas son redondas con bordes oscuros y centros translúcidos, secándose y cayéndose para dejar un orificio en la hoja; mientras en el tallo son también circulares pero marrón, y en el fruto son acuosas con halo claro.

La bacteria se disemina por viento húmedo y salpique de lluvia, penetra a través de los estomas y heridas en las hojas y en los frutos cuando tienen heridas. Puede sobrevivir en residuos de tomate enfermo o en hospedantes alternos. La semilla es fuente importante de inóculo primario.

Virosis

Geminivirus: En Costa Rica por primera vez se informó de enfermedades en tomate asociados con *B tabaci* en 1988 (Hilje *et al.* 1993) y en 1989 se detectó en el Valle Central (Meneses *et al.* 1989), con infecciones que llegan frecuentemente al 100% en el momento de la cosecha, repercutiendo negativamente en sus rendimientos (Quirós 1993, Cubillo *et al.* 1999).

Los geminivirus son transmitidos por la mosca blanca de una forma semi-persistente o persistente-circulativa (Lastra, en Hilje y Arboleda 1992). Se ha informado de aproximadamente 17 virus de la familia Geminiviridae y más de 22 virus de otras familias como las causantes de las infecciones del tomate en América (Polston y Anderson 1999). El geminivirus identificado en Costa Rica es el virus del

moteado amarillo del tomate (ToYMoV) (Polston y Anderson 1999). La presencia de este virus en plantas silvestres, no se ha detectado aún (Jovel *et al.* 1999).

Nemátodos

Los fitonemátodos son de tamaño microscópicos que perforan los tejidos vegetales, inyectando sustancias perturbadoras de la fisiología normal de las plantas y provocando una serie de trastornos como la formación de agallas y disminución de los pelos absorbentes de las raíces. Estas lesiones facilitan la entrada de patógenos como bacterias y hongos. Además los mismos nemátodos son vectores de virus y destructores de microorganismos benéficos para las plantas (micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno) (CATIE 1990, Rivera 1999).

El cultivo de tomate es muy susceptible sobretodo a las especies *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus* sp., *Helycotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., y *Criconeoides* sp. Si el ataque es en etapa de plántula se presenta considerable enanismo, clorosis, marchitez y pérdida de la mayoría de las raíces. La especie *Meloidogyne* provoca agallamientos o nodulaciones radicales (López y Azofeifa 1980, CATIE 1990, MAG 1991). Para el control se recomienda rotación de cultivos, desinfección de almácigos, resistencia varietal y nematicidas al suelo (Cortés 1994), así también productos químicos como aldicarb, carbofuran, fenamifos y oxamil (MAG 1983).

2.2.4. Subsistema suelos

Es indispensable identificar el grado de intensidad de las prácticas de manejo, según las características del suelo, considerando: duración del ciclo del cultivo, la densidad de siembra y el nivel tecnológico, como los aspectos que más definen su función (Hart 1985).

El cantón de Grecia tiene suelos con problemas de acidez (niveles bajos de calcio, magnesio y zinc) y desequilibrio de cationes cambiables (Quirós 1993). Su origen es volcánico mayormente, con partes de sedimentación aluvial, usado principalmente para cultivos perennes y anuales (caña de azúcar, café, frutas y hortalizas), seguido de forestal y ganadería (IFAM 1987, MAG 1994).

2.3. Sistemas expertos

Las primeras aplicaciones de la informática a la agricultura fueron para resolver tareas repetitivas, mecanicistas o de manejo de grandes volúmenes de información. Sin embargo, se tuvieron problemas por trabajar con seres vivos y no poder controlar todas las variables climáticas, ecológicas ni económicas (Berbel 1989).

Se hizo necesario recurrir a la rama más moderna de la informática: la inteligencia artificial (I.A.), en sus dos campos de aplicación en la agricultura: la robótica y la construcción de sistemas expertos. Estados Unidos es el país con más trabajos aplicados a la agricultura, a juzgar por el número de publicaciones científicas, seguido de la R.F.A. (República Federal Alemana), Francia y Australia. La mayoría de las aplicaciones se refieren al manejo y diagnóstico de plagas, seguidos por el riego, nutrición y fertilización, tales como los desarrollados en el trópico en maíz (Merino-Cisneros 1989, Moncada 1990, Pérez 1995) y plátano (Jorge 1992).

Se ha definido los sistemas expertos (S.E.) como programas de ordenadores que resuelven problemas en un campo específico a un nivel comparable al de expertos humanos, o como programas de ordenadores que ofrecen soluciones para problemas complejos mediante la imitación del proceso de razonamiento humano (heurístico) empleando una base de conocimiento extraída de expertos humanos (González-Andujar 1990).

Los S.E. "razonan" como expertos humanos, lo que significa un parecido entre los pasos seguidos por un especialista para abordar un problema concreto y los del sistema para abordar el mismo problema (Berbel 1989, Encarta 1998). Los expertos humanos pueden ser: planificadores, extensionistas, investigadores y agricultores donde cada uno aporta sus conocimientos teóricos y prácticos (Arze 1991).

El S.E. tiene las siguientes partes claramente diferenciadas (Fig. 2):

Base de conocimientos: Contiene el conjunto de informaciones específicas del campo deseado, representando el conocimiento mediante la utilización de reglas. Las reglas son una colección de heurísticas usadas típicamente por los expertos para alcanzar una decisión en un tiempo óptimo. Esta

base es siempre un producto inacabado, siendo constantemente adaptada y expandida para incluir nuevos conocimientos.

Motor de inferencias: Utiliza los conocimientos contenidos en la base para dar opciones de solución al problema planteado como hechos concretos (un diagnóstico, un plan, etc.), seleccionando las reglas posibles a aplicar.

Base de hechos: Contiene, en primer lugar, los datos del problema a resolver y, en segundo lugar, registra la huella de los razonamientos efectuados, siguiendo el rastro del comportamiento del sistema.

El interés de un sistema experto puede ser simultáneo para la transmisión y de ejecución del conocimiento. Durante la concepción del S.E. existe un efecto colateral, ya que el especialista está obligado a reflexionar sobre su propia práctica y a desglosar las heurísticas que utiliza, tomando conciencia de un saber "evidente" que poseía e ignoraba. Así el experto aprende a estructurar mejor su conocimiento, progresando en su propia disciplina y transmitiendo mejor sus métodos a otros expertos humanos (Berbel 1989).

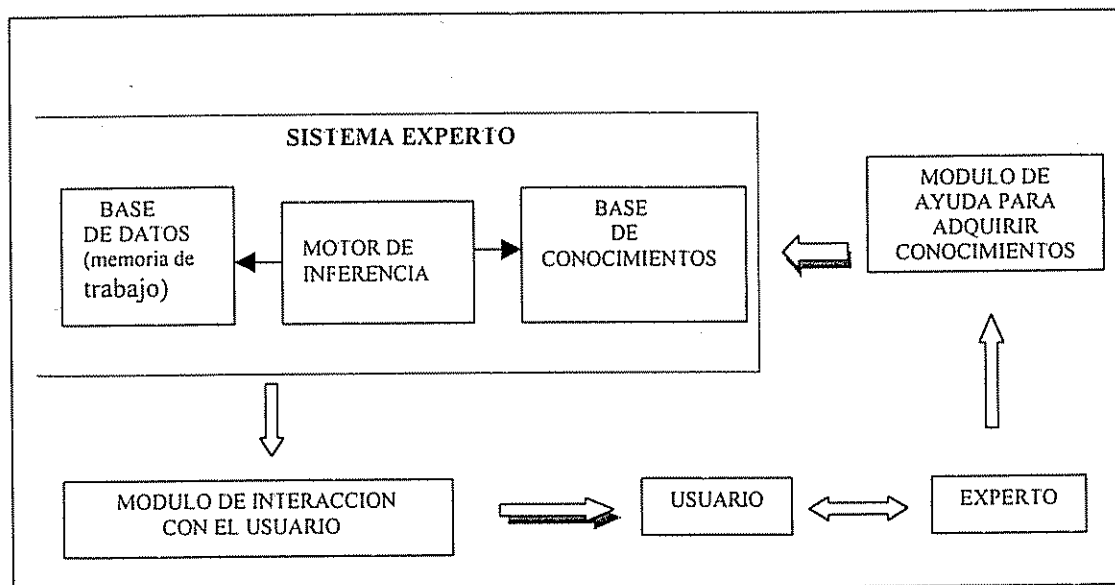


Figura 1. Modelo del funcionamiento de un sistema experto. Fuente: Berbel (1989)

Para construir o desarrollar un sistema experto se requiere el trabajo conjunto de los expertos y el ingeniero del conocimiento, cuya relación se denomina adquisición del conocimiento, donde los primeros aportan el conocimiento en el área de interés y el segundo colabora poniendo ese conocimiento en forma tal que el sistema sea capaz de asimilarlo (González-Andujar 1990).

Actualmente hay un campo prometedor del empleo de la I.A.: la gestión integral de cultivos, donde se forma un sistema conllevando un proceso dinámico y continuo de toma de decisiones técnico-económica a lo largo del ciclo del cultivo, implicando la formación de un grupo de expertos en fisiología, entomología y economía.

Uno de los sistemas expertos más utilizados es el ALES (Automated Land Evaluation System) o Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras, que permite a los evaluadores de tierras construir sus propios sistemas expertos, tomando en cuenta los objetivos y condiciones locales.

El sistema experto se convierte entonces en una herramienta de integración y difusión de conocimientos en apoyo no sólo para el productor sino también para el técnico y el experto, dando a sus apreciaciones mucho más confiabilidad (Lerdon 1989).

2.4. Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES)

Este sistema es un marco de referencia organizado en un programa de cómputo, construido como sistema experto para determinar la aptitud física y económica del uso de la tierra en unidades de mapeo cartográficas, aplicando el esquema de evaluación de tierras de la FAO. El modelo se confecciona mediante árboles de decisiones, de orden jerárquico, construidos con características de la tierra y con criterios lógicos, resultando clasificaciones, cualidades y aptitud de la tierra.

Su enfoque en el agroecosistema se logrará con la descripción e interpretación de aspectos climáticos, suelos, plagas y otros aspectos biofísicos y socioeconómicos asociados a la producción, para identificar usos de la tierra y comparar el rendimiento estimado en su aplicación sostenida (FAO 1976).

El ALES ha tenido diferentes aplicaciones en la evaluación de tierras (Orozco 1993, León 1994, Camas 1995, Rodas 1996) y en el tomate (Quirós 1993, Jovel 1997, Vallejos 1997).

El ALES tiene diferentes conceptos básicos:

Tipo de uso de la tierra (TUT): Es una clase de uso de la tierra descrito con un grado de detalle mayor que el de una clase primordial de uso (subdivisión de uso de la tierra). Está formado por especificaciones técnicas expuestas en términos físicos, económicos y sociales (FAO 1976). Algunos ejemplos son la producción de tomate, café, agua o la expresión de una plaga.

Requisitos de uso de la tierra (RUT): Los requisitos de uso de la tierra, son las condiciones exigidas por los diferentes tipos de uso de la tierra en términos de características de la tierra. Son clasificados mediante criterios desde aptos a no aptos y sirven para determinar la aptitud de la tierra. Se expresan en los mismos términos que las cualidades de la tierra para confrontarlos en el proceso de armonización (FAO 1985).

Características de la tierra: Es un atributo de la tierra que puede medirse o estimarse y describir una cualidad de la misma, influyen en el uso de la tierra de una manera particular, por ejemplo pendiente del suelo, textura, temperatura promedio anual, etc. (FAO 1976)

Cualidades de la tierra: Es un atributo de la tierra que califica una o un conjunto de características y hace cambiar la aptitud según el tipo de uso, como la disponibilidad de nutrientes. Se expresan en los mismos términos que los requisitos para poder confrontarlos (Vallejos 1997).

Unidades cartográficas (o mapeo): La Unidad cartográfica es el área de la tierra mapeada con valores de características específicas similares, y es usada como base para la evaluación. En la delimitación es conveniente utilizar características estables como geomorfología, uso actual, clima, etc. (FAO 1985).

Árboles de decisión: Los árboles de decisión son llaves ordenadas jerárquicamente, contruídos con características de la tierra y criterios lógicos, resultando evaluaciones de las cualidades y aptitud de la tierra. Están estructurados por el constructor del modelo, con base en los conocimientos suministrados por las personas que funcionan como expertos (FAO 1985).

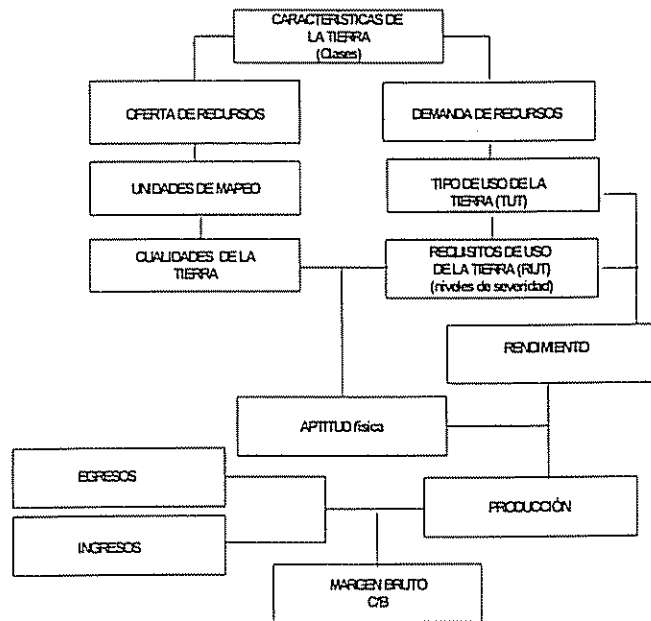


Figura 2. Esquema de funcionamiento de sistema automatizado de tierras (ALES).
Fuente: Arze (2000)

Armonización: Es la confrontación de los requisitos de los cultivos específicos (usos), con las condiciones de la tierra (calidades) para dar una predicción aproximada del comportamiento de los cultivos, resultando entonces la evaluación de la tierra por aptitud (FAO 1976).

Evaluación física: Indica el grado de capacidad para un uso de la tierra sin condiciones económicas. Enfatiza aspectos físicos poco cambiables, como clima y condiciones edáficas. En esta evaluación las unidades cartográficas son asignadas a clases de aptitud física, las cuales indican una relativa aptitud desde 1 (la mejor) hasta un número máximo especificado por el evaluador (FAO 1985). Estas clases de aptitud física son las siguientes:

Muy apta (1): tierras con limitaciones de menor grado que no reducirán significativamente la productividad o los beneficios ni harán elevar los insumos por encima del nivel aceptable.

Moderadamente apta (2): tierras con limitaciones que pueden reducir la productividad o los beneficios y aumentar los insumos necesarios hasta un grado en que las ventajas globales obtenidas de dicho uso serán inferiores a las esperadas de las tierras de la clase 1.

Apta (3): tierras con limitaciones que pueden reducir la productividad o los beneficios, o incrementaran los insumos necesarios en tal medida que estos desembolsos quedaran solo marginalmente justificados.

Poco apta (4): tierras con limitaciones que pueden ser superadas en el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo aceptable.

No apta (5): tierras con limitaciones que parecen ser tan graves que impiden toda posibilidad de un uso sostenido y satisfactorio de las tierras en el modo que se ha determinado.

Evaluación económica: Provee una estimación de la adaptabilidad económica de cada unidad de tierra para cada propósito de uso. Se basa en la predicción de los costos y retornos. Debido a que el cálculo de la evaluación por aptitud física precede al de la aptitud económica, aquellas tierras calificadas como no aptas físicamente, no serán consideradas para el uso sin importar los aspectos económicos (Vallejos 1997).

2.5. Sistema de Información Geográfica (SIG)

El sistema de información geográfica (SIG) es un conjunto de procesos ejecutados en los datos crudos para producir información aplicada a datos geográficos referenciados y a datos no espaciales, incluyendo operaciones que apoyan el análisis espacial, lo que será útil en la toma de decisiones (Velásquez 2000).

El SIG integra información espacial y otros tipos de información dentro de un solo sistema, ofreciendo un marco consistente para analizar datos geográficos y poniendo los mapas y otros tipos de información espacial en forma digital. Además permite manipular y desplegar el conocimiento geográfico en nuevas formas más objetivas.

El ALES puede suministrar varios mecanismos para intercambiar datos con otros sistemas de base de datos, incluyendo programas de bases de datos relacionados (Vallejos 1997). Esto permite relacionarse con el SIG que le dará los datos espaciales descriptores de la unidad de tierra de forma visualizada (forma y posición: colección de mapas e información asociada en forma digital) y el ALES proporcionará la base de datos de atributos descriptores de las características o cualidades de la tierra. Estos dos sistemas son de gran impacto tecnológico pero de simple uso para el usuario final.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción biofísica de las zonas

La investigación se realizó en el cantón Grecia, provincia de Alajuela, Costa Rica, con área de 141.52 km², ubicado en las coordenadas 10°24'44" N y 84°12'56" O (parte norte) y 10°05'39" N y 84°12'48" O (parte sur) (IFAM 1987). Limita al norte con el cantón Valverde Vega, al oeste con Naranjo y Atenas, al sur con Alajuela y al este con San Pedro de Poás.

Grecia está clasificada en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano caracterizado por altitud promedio de 1000 m, con temperaturas media, máxima y mínima de 23, 29 y 16 °C respectivamente, y precipitación media anual de 2196 mm (IFAM 1987). Tiene definidas dos estaciones: lluviosa mayo a noviembre y la seca de diciembre a abril. Entre julio y agosto se presenta una secuencia de días sin lluvia por la intensificación de los vientos alisios, provocando el llamado "veranillo" (MAG 1994, Liao 1997). Los vientos predominantes son muy intensos de este y noreste (vientos alisios), comienzan en diciembre y se prolongan hasta marzo, los más fuertes son en enero y febrero. Esto provoca gran cantidad de lluvias en las partes altas de la región (MAG 1994).

Los suelos son mayormente Inseptisoles y Alfisoles, con texturas arcillo limosos, francos, franco limosos y franco arcillosos, conformados por materiales de origen volcánico, cuyo uso principal es para cultivos perennes y anuales (caña de azúcar, café, frutas y hortalizas), seguido de forestal y ganadería (IFAM 1987).

La superficie tiene relieve montañoso con inclinaciones uniformes, sobresaliendo planicies y terrazas. Las pendientes van desde planas (0-3 %) a ligeras y moderadamente onduladas (3-8 %, 8-15 %) hasta fuertemente onduladas (30-60 %) en su minoría. Del sur al noroeste existe una creciente elevación desde 600 msnm, en las inmediaciones del río Colorado, hasta alcanzar los 3000 msnm en la cordillera (IFAM 1981).

Con base en el plano latitudinal del cantón se definieron tres zonas: baja (600-900 msnm), intermedia (901-1200 msnm) y alta (1201-1500 msnm), para determinar la aptitud física del cultivo de tomate y de la expresión de sus plagas en cada una de ellas (Anexo 29). Las características físicas y edafoclimáticas en cada una de las zonas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y edafo-climáticas de tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
ALTURA	600-900 msnm	901-1200 msnm.	1201-1500 msnm.
CIUDADES	Tacáres (El Porvenir, Tacares, Bodegas, Cataluña, Cerdas), Puente de Piedra (La Argentina, Bajos Cedros, Rincón de Salas, Peralta, Puerto Escondido, Montezuma, Lomas, Poró), Grecia (Rincón de Arias, San Antonio, Hda Giralda)	Grecia (Aguilote, Calle Carmona, San Vicente, Grecia), San José (Sta Gertrudis Sur, Sta. Gertrudis Norte, Arena, Cedro), San Roque (San Roque), San Isidro (Higuerones, Mesón), Bolívar (San Juan)	San Roque (San Miguel, Carbonal, San Miguel Arriba), San José (Calle Rodríguez), San Isidro (San Isidro, Camejo, San Francisco), Bolívar (San Luis)
HIDROGRAFÍA (Riego/Estación seca)	Río Tacares, R. Prendas, R. Pilas, R. Poró, Quebrada Prenderitas	Río Achiote, R. Vigía, R. San Juan, Quebrada Higuerilla	Río San Juan
<u>ESTAC. LLUVIOSA</u>	Mayo a octubre	Mayo a octubre	Mayo a octubre
Temp prom	23.8 oC	22.8 oC	19.8 oC
Precipitación prom.	1917 mm/estación	2799 mm/estación	2718 mm/estación
Humedad relativa	82 %	83 %	
Viento	NE (predominantes) y SW Moderados a fuertes	NE (predominantes) y SW Moderados a débiles	NE (predominantes) y SW Fuertes a moderados
Nubosidad	Menor a las otras zonas	Mayor a la z baja, menor a la z alta	Mayor que en las otras zonas
Neblina	Menor a las otras zonas	Mayor a la z baja, menor a la z alta	Mayor que en las otras zonas
<u>ESTACION SECA</u>	Noviembre a abril	Noviembre a abril	Noviembre a abril
Temp prom	24.1 oC	22.5 oC	19.4 oC
Precipitación prom	264 mm/estación	508 mm/estación	405 mm/estación
Humedad relativa	71 %	80 %	
Viento	Este (predominantes): vientos alisios Moderados	NE (predominantes) y SW	NE (predominantes) y SW. Fuertes
Nubosidad	Menor a las otras zonas	Mayor a la z baja, menor a la z alta	Mayor que en las otras zonas
Neblina	Menor a las otras zonas	Mayor a la z baja, menor a la z alta	Mayor que en las otras zonas
Sereno	Menor a las otras zonas	Mayor a la z baja, menor a la z alta	Mayor que en las otras zonas
SUELOS	Inseptisoles (mayoría), Alfisoles, suelos (pendientes) desde planos o casi planos (0-3 %) y ligeramente ondulados (3-8 %) >ría, a moderadamente ondulados (8-15%), ondulados (15-30 %) y fuertemente ondulados (15-30%) en menor frecuencia. Tacares: mal drenados, limo arcilloso arenoso, erosión acelerada. Ácidos, altos en Al., bajos en Ca, Mg, Zn, desequilibrio catiónico cambiante	Inseptisoles, suelos (pendientes) predominantes los planos o casi planos (0-3 %), y menos los ligeramente ondulados (3-8 %) y moderadamente ondulados (8-15%) Ácidos, altos en Al., bajos en Ca, Mg, Zn, desequilibrio catiónico cambiante	Inseptisoles, suelos (pendiente) mayormente ondulados (15-30 %), a moderadamente ondulados (8-15 %) y poco los ligeramente ondulados (3-8 %) Ácidos, altos en Al., bajos en Ca, Mg, Zn, desequilibrio catiónico cambiante
VIAS DE COMUNICACIÓN	Carretera Nacional, Autopista Bernardo Soto. Buenas vías con acceso a todos los distritos y entre sí, la mayoría asfaltados, y calles vecinales que accesan al centro de Grecia.		
VENTA DE TOMATES	Feria del Agricultor, Alajuela, Heredia, Hatillo		

Fuente: MAG-Grecia (1994), MAG-Central 2000, Instituto Meteorológico 2000. Elaboración propia.

3.2. Desarrollo del sistema experto

3.2.1. Construcción del sistema experto

Se construyó un sistema experto integral, para lo cual se utilizaron herramientas de gran avance tecnológico como el SIG, ALES y Power Point, a fin de presentar los conocimientos de los expertos de forma ágil, dinámica y de uso sencillo para cualquier tipo de usuario que lo consulte.

Los componentes del sistema fueron: a) *Base de hechos o datos* conformada por información de las condiciones agroecológicas de las zonas, disponible en forma directa o en el ALES o de forma visual con mapas y b) *Base de conocimientos* constituida por el saber de los productores y especialistas sobre el manejo y requerimientos edafo-climáticos de plagas y cultivo de tomate, además de información adicional secundaria. Las evaluaciones del ALES, fueron incorporadas dentro de la base de conocimientos (con unidades de mapeo) dando así mayor soporte al sistema (Fig. 2).

La elaboración del sistema experto implicó varios pasos: a) identificación y análisis del agroecosistema, b) recopilación y procesamiento de la Base de hechos (mapeo SIG), c) adquisición y procesamiento de los conocimientos (expertos: productores y especialistas, evaluaciones y mapeo ALES), y d) presentación de resultados del sistema experto (Power point).

3.2.1.1. Identificación y análisis del agroecosistema

La identificación inicial del agroecosistema se realizó por medio de visita exploratoria a los campos sembrados en el cantón de Grecia, y de entrevistas con preguntas abiertas a productores y técnicos de la oficina del MAG. Teniendo un mayor conocimiento y entendimiento, se diseñó un modelo de referencia conceptual del agroecosistema (Fig. 3) con base en el criterio utilizado por Hart (1985) para modelos diagramáticos de agroecosistemas.

Esta visita inicial a las zonas, permitió conocer ciertas características relacionadas directamente con la investigación, sirviendo de base en el formato de la encuesta aplicada a los productores.

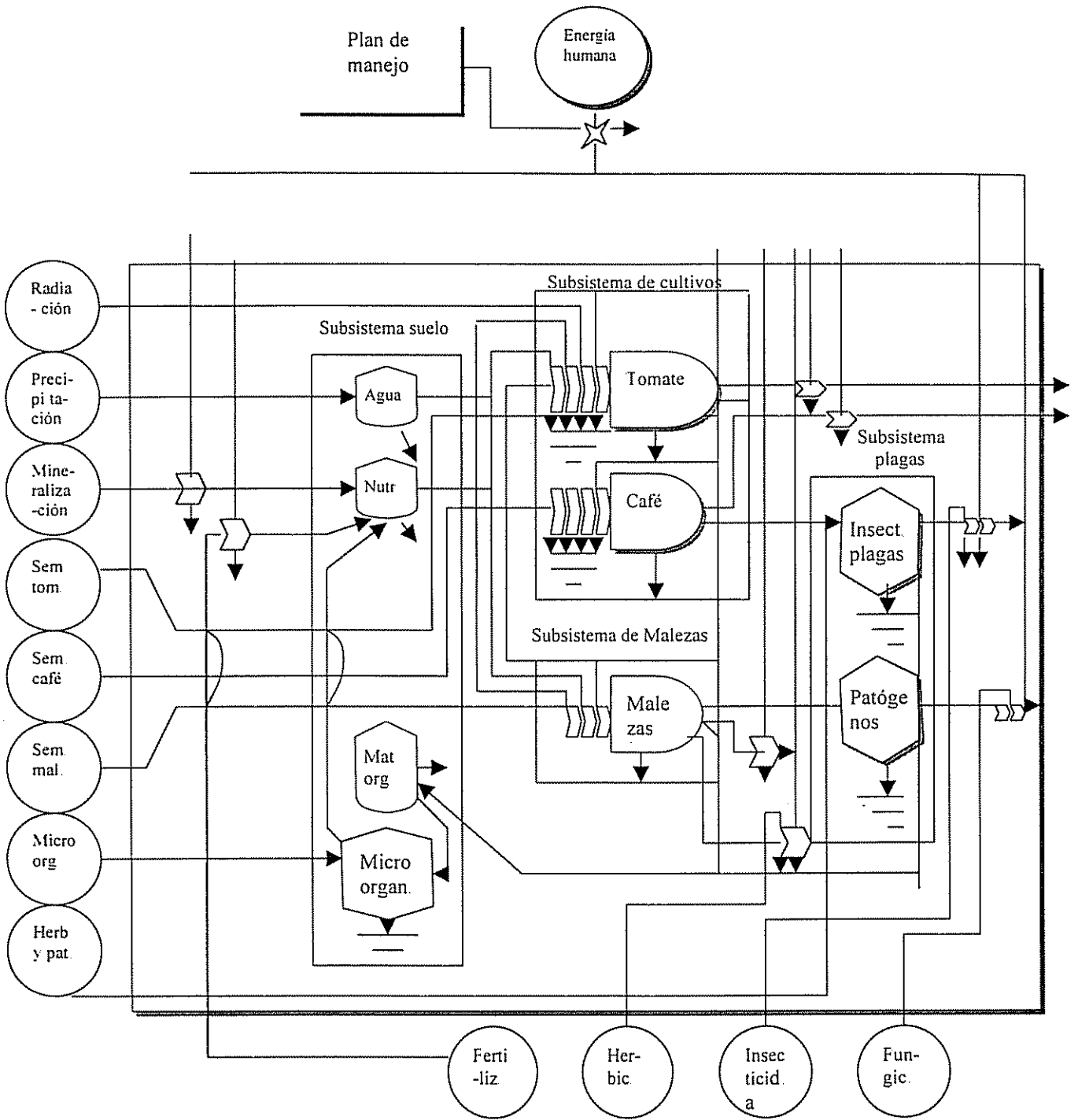


Figura 3. Modelo de referencia conceptual (tomate asociado con café)

Además se determinaron algunos criterios para seleccionar el tipo y tamaño del muestreo realizado, tales como: tipo de productores, áreas de siembra del tomate asociado con café, experiencia en el cultivo, características edafo-climáticas de las zonas, distancias y recursos disponibles.

Se incluye en esta parte, una caracterización general de los productores en cuanto a la asistencia técnica, experiencia en el cultivo, y la tenencia y tamaño de la tierra, a fin de conocer su relación con el manejo en el agroecosistema. Esto se obtuvo por medio de muestreo a productores en cada zona, cuyo detalle se muestra más adelante.

3.2.1.2. Recopilación de la Base de hechos

La información secundaria climatológica y edafológica de las zonas, fue recopilada del Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-Central), Centro Agrícola Cantonal de Grecia (CAC-MAG), Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) oficina en Naranjo, Oficina Nacional de Semillas, CENADE, casas comerciales de insumos agropecuarios, Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas (REDCAHOR), TRISAN (oficina importadora de semillas de Petoseed), Biblioteca ORTON y Laboratorio SIG (CATIE), y Estación "Fabio Baudrit".

Se utilizaron mapas de las zonas (ArcView-GIS), proporcionados por la División de Suelos y Evaluación de Tierras del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-Central) y del Laboratorio SIG del CATIE. La información cartográfica de estos mapas se refería a características climáticas (temperatura, humedad relativa, precipitación, zonas de vida) y de suelo (textura, pendiente, profundidad del suelo, altitud), entre las principales, utilizadas en la delimitación de las unidades cartográficas (o de mapeo) homogéneas.

Los datos históricos climatológicos (precipitación, temperatura y humedad relativa) de las tres zonas en las dos estaciones (seca y lluviosa), se obtuvieron de las estaciones del Instituto Meteorológico de Costa Rica: a) "La Argentina" para la zona baja, b) "Grecia" para la zona intermedia, y c) "La Luisa, Sarchí" para la zona alta (en ésta no registran humedad relativa) (Anexos 6, 7 y 8). Se utilizaron datos complementarios del Laboratorio SIG del CATIE.

3.2.1.3. Procesamiento de la base de hechos

La información secundaria recopilada fue organizada para incorporarse a la base de datos del ALES, a los mapas de las zonas elaborados con el SIG y a la presentación visual en Power Point.

Con el programa IDRISI 32 (SIG) se integraron tres mapas: curvas de nivel, pendientes y zonas de vida. Las curvas de nivel se interpolaron para obtener el modelo de elevación digital utilizado en lograr los mapas de pendientes y elevaciones. Estos mapas se reclasificaron en varios rangos, de acuerdo a las tres zonas estudiadas, previamente se trabajó el de pendientes con la orden Slope. Por sobreposición (tabla cruzada) de estos tres mapas se obtuvo el mapa base, constituido por 55 unidades de tierra (cartográficas) (Fig. 4). Las unidades muy pequeñas fueron adicionadas a las áreas con más dominio y más similitud con ellas, dejando finalmente 11 unidades de tierra más homogéneas y precisas.

La base de datos de las unidades cartográficas fue ampliada con elementos físico-biológicos de precipitación, temperatura, humedad relativa, profundidad y textura del suelo.

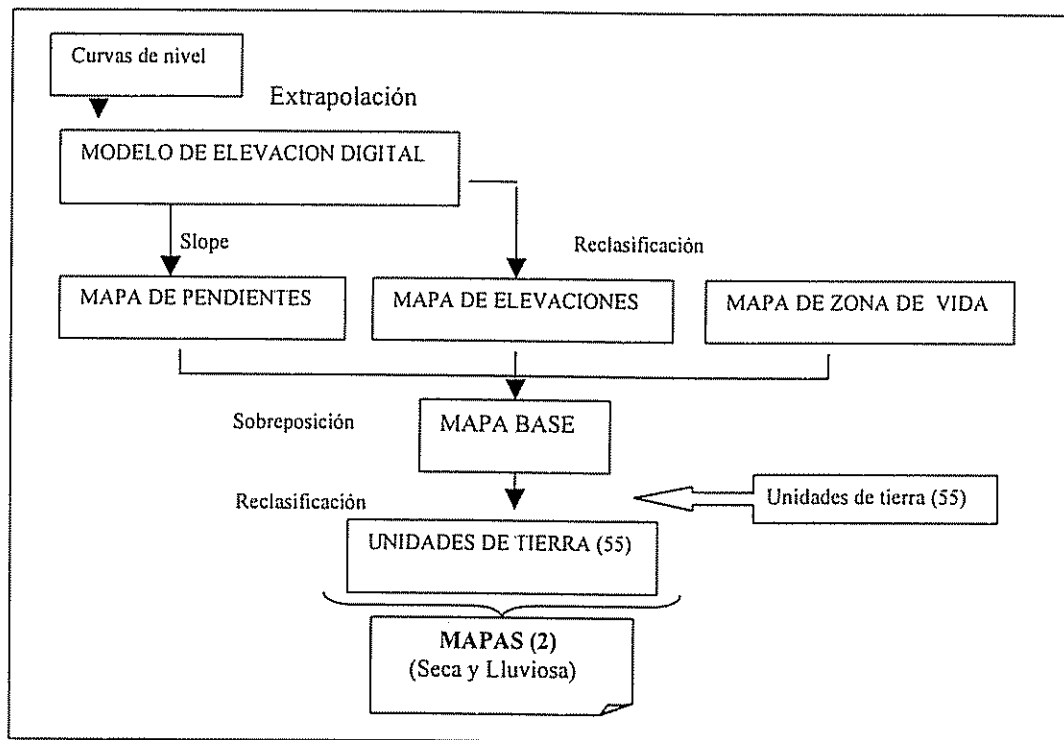


Figura 4. Diagrama de elaboración de unidades de mapeo (SIG)

3.2.1.4. Adquisición de conocimientos de los productores

La caracterización se realizó mediante encuesta directa a los agricultores, observaciones propias e información secundaria de varias fuentes. La encuesta se validó con productores seleccionados al azar en el área de trabajo, y estuvo conformada por preguntas directas sobre el manejo de plagas y datos productivos-económicos del cultivo de tomate asociado con café (Anexo 9). Se complementó además con un catálogo de fotos de las diferentes plagas para aquellos productores con duda en su identificación. El tiempo promedio de entrevista fue de 40 minutos.

Se tuvo como base una muestra aleatoria estratificada, donde cada una de las tres zonas estudiadas representaron los estratos. La selección de los productores, del sistema tomate-café, se hizo del total reportado por el MAG-Grecia para cada zona definida (Anexo 10).

La muestra final de 20 productores (Cuadro 2), tuvo mayor distribución cuantitativa en la zona baja e intermedia, donde existe mayor área de siembra y más experiencia, aunque porcentualmente fue mayor en la zona alta.

Cuadro 2. Número de productores encuestados en tres zonas del cantón de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

ZONA	TOTAL	MUESTRA	Porcentaje (%)
Baja	90	9	10
Intermedia	15	7	44
Alta	6	4	66
Total	111	20	18

Las variables relacionadas directamente con el sistema de cultivo tomate-café fueron analizadas en dos períodos: estación seca y estación lluviosa. Los datos de área cultivada propia de cada agricultor, y en consecuencia los costos e ingresos fueron convertidos al equivalente de una hectárea, para facilitar el análisis.

Las variables cualitativas fueron: tenencia de la tierra, asistencia técnica, tipo de cafetal (con o sin sombra) su estado (poda o renovación) y manejo agronómico, prácticas agronómicas efectuadas al

cultivo de tomate (fertilización, control de malezas, etc.), identificación y manejo de las principales insectos plagas y enfermedades.

Las variables cuantitativas fueron: edad del agricultor, área productiva, experiencia en el cultivo de tomate, precio, rendimiento, ingreso y costo total por hectárea de tomate en cada estación (seca o lluviosa).

El análisis se realizó con estadísticas descriptivas (promedio, frecuencias y porcentajes) y con chi cuadrado para la diferencia entre zonas.

3.2.1.5. Adquisición de conocimientos de los especialistas

Se identificaron y contactaron 16 especialistas de diferentes instituciones y centros de investigación (Anexo 11), para obtener sus juicios de valor, opiniones y conocimientos del manejo de plagas y del cultivo de tomate, agroambiente y suelos. La experiencia de estos expertos está en un ámbito de 4 a 40 años (promedio 17 años). Se utilizaron entrevistas semi-estructuradas y formularios (Anexo 12) llenados de acuerdo al tiempo disponible de cada especialista. Esta información fue básica para definir los árboles de decisión utilizados en el sistema experto, y para precisar los requerimientos del cultivo y las plagas.

3.2.1.6. Procesamiento de los conocimientos (ALES)

Evaluación física

Se construyeron dos modelos generales (GRECSEC y GRECLLUV) que evaluaron las unidades cartográficas definidas en cada zona, tanto para el cultivo de tomate como para las ocho plagas identificadas, basados en las estaciones seca y lluviosa. En cada modelo se incorporaron los tipos de uso de la tierra (TUT), determinados previamente, con sus requisitos (RUT) y características respectivas. Además se incluyó la base de datos de las unidades cartográficas a fin de ser evaluadas en términos de aptitud física y económica.

Tipos de uso de la tierra (TUT)

Se generaron tipos de uso de la tierra (TUT) para el cultivo del tomate y para cada una de las plagas. En total se elaboraron 32 TUT (16 para estación seca y 16 para estación lluviosa). En cada una de las estaciones, ocho TUT fueron para plagas y ocho para tomate, en este último se refirió a rendimientos clasificados y no clasificados.

Requisitos de uso de la tierra (RUT)

Los requerimientos de cada TUT (más importantes) fueron definidos con base en las consultas a los especialistas y la revisión de literatura. De forma general se determinaron siete RUT, utilizando características de la tierra que se manifiestan de forma directa o combinada: agua disponible (precipitación, textura y pendiente del suelo), requerimiento de temperatura (altitud y temperatura), requerimiento de humedad relativa, humedad disponible (precipitación), condición de enraizamiento (profundidad), condición del suelo (pendiente y textura) y riesgo de plagas (presencia de insectos, presencia de enfermedades fungicidas y presencia de enfermedades bacterianas).

Cada RUT y sus características constituyentes fueron evaluadas con tres a cinco niveles de severidad, utilizados en los árboles de decisión individuales. Finalmente para la evaluación conjunta de todas los RUT, también con árboles de decisión y sus niveles de decisión propias, se asignaron cinco niveles de aptitud física (muy apto, moderadamente apto, apto, poco apto y no apto).

Para esta evaluación se elaboraron 180 árboles de decisión entre los siguientes tipos: a) características de la tierra procedentes de otras características, b) niveles de calidad, y c) clase de aptitud física.

RUT-Cultivo de tomate

En los RUT del cultivo de tomate (Cuadro 3), de forma general, se consideraron cinco requisitos: agua disponible, requerimiento de temperatura, requerimiento de humedad relativa, condiciones del suelo y riesgo de plagas. Para cada RUT del tomate se evaluaron sus respectivos niveles de severidad de acuerdo a su influencia porcentual en el rendimiento (0-1).

Cuadro 3. Niveles de severidad de requisitos y valores de características que la componen RUT - Cultivo de tomate.

Requisitos	Niveles Severidad	Característica tierra	Unidad medida	Valoración de las características			NIVELES APTITUD FÍSICA
				1 Bueno	2,3 Regular, Bueno	4,5 Defecto, Exceso	
Agua disponible	1 Baja 2 Regular 3 Optima 4 Alta 5 Exceso	Precipitación (ciclo)	mm	400-500	300-400, 500-600	< 300, > 600	1 Muy Apta
		Textura del suelo	Clase	FL, FAF	L. AL.	ARC ARE	
		Pendiente del suelo	%	3-8	8-15	< 3, > 15	
Requerimiento de temperatura	1 Déficit 2 Bueno 3 Optimo 4 Regular 5 Exceso	Temperatura prom. anual	°C	18-20	15-18, 20-25	< 15, > 25	2 Moderada-mente apta
		Altitud	msnm	1000-1500	500-1000	< 500, > 1500	
Requerimiento de humedad relativa	1 Baja 2 Media 3 Alta	Humedad relat prom anual	%	65-75	55-65, 75-85	< 55, > 85	3 Apta
Condición de enraizamiento	1 Baja 2 Media 3 Alta	Profundidad efectiva del suelo	cm	> 60	30-60	< 30	
Riesgo de plagas	1 Muy alto 2 Alto 3 Medio 4 Bajo 5 Muy bajo	Presencia de Insectos	%	80 - 100	60 - 80, 40 - 60	20 - 40, < 20	4 Poco apta
		Presencia de enfermedades fungosas	%	80 - 100	60 - 80, 40 - 60	20 - 40, < 20	5 No apta
		Presencia de enfermedades bacterianas	%	80 - 100	60 - 80, 40 - 60	20 - 40, < 20	

Abreviaturas:

FL = franco limoso FAF = franco arenoso fino L = limoso AL = arcillo limoso
 ARC = Arcilloso ARE = Arenoso

RUT-Insectos plagas

En los requisitos de uso de los insectos (Cuadro 4) las características fueron los requerimientos de temperatura y de humedad relativa.

RUT-Enfermedades

Para los requisitos de las enfermedades fungosas y bacterianas (Cuadros 5 y 6), se determinaron cuatro características: requerimientos de temperatura y humedad relativa, condiciones del suelo y humedad para el patógeno (precipitación).

Cuadro 4. Niveles de severidad de requisitos y valores de características que la componen RUT - Insectos (mosca blanca, gusano alfiler, mosca minadora, gusanos del fruto)

Requisitos	Niveles Severid.	Característica Tierra	Unidad Medida	Valoración de las características			NIVELES APTITUD FISICA
				1 Optimo	2,3 Regular, Bueno	4,5 Defecto, Exceso	
Temperatura	1 Baja 2 Regular 3 Optima 4 Alta 5 Exceso	Temperatura prom. anual	°C	20-25	18-20	< 18, >25	1. Muy apta 2. Moder. apta 3. Apta 4. Poco apta 5. No apta
		Altitud	msnm	0-500	500-1000, 1000-1300	> 1300	
Humedad Relativa	1 Baja 2 Media 3 Alta	Humed relat prom. anual	%	70-80	80-85, 85-90	<70, >90	

Cuadro 5. Niveles de severidad de requisitos y valores de características que la componen RUT - Enfermedades (tizón tardío y tizón temprano)

Requisitos	Niveles Severid.	Característica tierra	Unidad medida	Valoración de las características			NIVELES APTITUD FISICA
				1 Optimo	2,3 Regular, Bueno	4,5 Defecto, Exceso	
Temperatura	1 Déficit 2 Bueno 3 Optima 4 Regular 5 Exceso	Temperatura prom anual	°C	18-22	22-26	< 18, >26	1. Apta 2. Moder. apta
Humedad relativa	1 Baja 2 Media 3 Alta	Humed relat prom. anual	%	> 80		< 80	3. Apta
Humedad	1 Baja 2 Media 3. Alta	Precipitación (ciclo)	mm	300-500	200-300	< 200, > 500	4. Poco apta 5. No apta
Condición del suelo	1 Baja 2 Media 3 Alta	Pendiente	%	> 5	2-5	> 60	
		Textura	Clase	ARC	FARE, FARC, FL, F	ARE	

Abreviaturas:

ARC = Arcilloso FARE = franco arenoso FARC = franco arcilloso FL = Franco limoso F = franco
ARE = Arenoso

Cuadro 6. Niveles de severidad de requisitos y valores de características que la componen RUT - Enfermedades (mancha bacteriana y marchitez bacterial)

Requisitos	Niveles Severid.	Característica tierra	Unidad medida	Valoración de las características			NIVELES APTITUD FISICA
				1 Optimo	2,3 Regular, Bueno	4,5 Defecto, Exceso	
Temperatura	1 Déficit 2 Bueno 3 Optima 4 Regular 5 Exceso	Temperatura prom. anual	°C	20-26	18-20	< 18, >26	1. Apta
Humedad Relativa	1 Baja 2 Media 3 Alta	Humed. relat. prom. anual	%	> 80		< 80	2. Moderd. apta
Humedad	1. Baja 2. Media 3. Alta	Precipitación (ciclo)	mm	300-500	200-300	< 200, > 500	3. Apta
Condición del suelo	1 Baja 2 Media 3 Alta	Pendiente	%	> 5	2-5	> 60	4. Poco apta 5. No apta
		Textura	Clase	ARC	FARE, FARC, FL, F	ARE	

Abreviaturas:

ARC = Arcilloso FARE = franco arenoso FARC = franco arcilloso FL = Franco limoso F = franco ARE = Arenoso

Procedimiento para la evaluación de aptitud física de la tierra

El procedimiento estableció la comparación de recursos disponibles en las unidades cartográficas, representando la oferta de recursos (biofísicos y socioeconómicos), con los requisitos biológicos y ambientales del cultivo tomate y de sus diferentes plagas, equivalente a sus demandas. El resultado indicaba el nivel de aptitud física (1-5) en el caso del tomate, y para las plagas la expresión o presencia (0-100 %).

Evaluación de rendimiento y económica

Para efectos de rendimiento se consideraron dos zonas (baja-intermedia y alta) con base en el uso de los tipos de variedades con diferentes potencial genético, determinados en la caracterización realizada. Para el rendimiento potencial, en la baja-intermedia, se promediaron los rendimientos indicados por los

productores (en cada una de ellas) con base en el cuartil tres (Q3), para evitar un valor muy alto. Para la zona alta se utilizó también el mismo rendimiento obtenido en la caracterización.

Para la evaluación del rendimiento se utilizó el método de factor limitante y factor multiplicativo. Los RUT utilizados para el factor limitante fueron agua disponible, condiciones de enraizamiento, humedad relativa requerida y temperatura. Para el factor multiplicativo se usó el riesgo de plagas debido a la importancia que estos tienen en la producción.

Se valoró con base en cinco niveles: muy alta (1) con rendimientos del 80-100%, alta (2) de 60-80%, media (3) de 40-60%, baja (4) de 20-40% y muy baja (5) menor del 20%. Además se consideró el rendimiento potencial afectado por aspectos físicos y por las plagas, lo que permite analizar el efecto de las mismas.

En la evaluación económica de cada TUT se utilizó la información procedente de los productores en cuanto a costos, precios y rendimientos, diferenciados por estación seca y lluviosa. La evaluación tomó como ingresos el producto de los precios por el rendimiento, según la aptitud del cultivo en cada unidad cartográfica. Los egresos fueron estimados a partir de costos variables de mano de obra y productos químicos. El resultado indicó la relación beneficio/costo.

3.2.2. Presentación de resultados del sistema experto

Se elaboraron árboles de decisión de manejo del cultivo del tomate y manejo de plagas de acuerdo a distintos escenarios físicos o biológicos, en cada estación y unidad cartográfica estudiada, de manera que, conocidas las condiciones de un escenario determinado (dado por el usuario), sea posible sugerir una o varias acciones de manejo del tomate o de plagas específicas. Estas sugerencias de manejo se basan en los juicios de valor o criterios expresados por los expertos.

Para su presentación dinámica y adecuadamente relacionada se utilizó el presentador Power Point, implementado con animaciones de las presentaciones e hipervínculos para seguir los árboles de decisión elaborados a partir de los conocimientos de los expertos en las distintas áreas específicas (Fig.5).

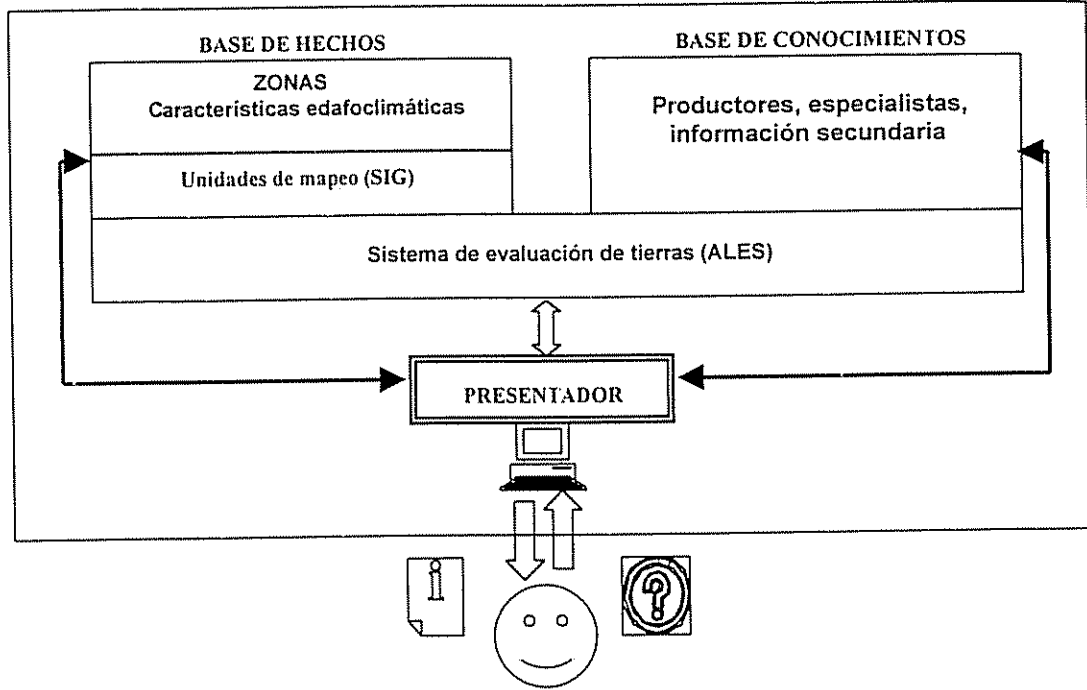


Figura 5. Esquema del sistema experto para el manejo de plagas del tomate

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Aspectos generales

Los resultados del análisis estadístico no mostraron diferencias significativas para las variables analizadas entre las tres zonas estudiadas, posiblemente debido a las características de la población relativamente pequeña y al amplio ámbito de variabilidad presentada en las muestras consideradas. Aunque no se presentaron diferencias entre zonas, se observaron algunas tendencias propias en cada una de ellas.

En algunas variables la suma de sus frecuencias no fue igual al total de los agricultores, debido a que ellos podían en ciertos casos seleccionar más de una opción por pregunta, por lo tanto las frecuencias se referieron, en ese caso, al porcentaje de productores que mencionaron esa respuesta específica.

4.2. Análisis del agroecosistema tomate asociado con café

4.2.1. Caracterización general de los productores

Los agricultores encuestados son todos del género masculino con promedio de 44.5 años de edad (ámbito de 27-68 años). La experiencia en cultivar tomate en cafetales, estadísticamente no presenta diferencia entre zonas, sin embargo los agricultores de las zonas baja e intermedia tienen más años de cultivar tomate, con promedio de 21 años (10-50 años y 15-40 años, respectivamente), mientras en la zona alta es de 6 años (2-15 años).

El área de siembra en general es menor a 1 ha, con promedio de 0.58 ha (0,25-1 ha). En la zona alta las áreas son menores con promedio de 0,38 ha, mientras en las zonas bajas e intermedia son de 0,53 y 0,77 ha respectivamente (Fig. 6). Esto posiblemente sea por la mayor disponibilidad de lotes con café podados o renovados en las zonas baja e intermedia (principales productoras de tomate¹), dado el mayor deterioro fisiológico del cafetal por las condiciones de temperatura y humedad relativa altas.

¹ Castro, Oscar Mario, 2000. Entrevista. MAG-Grecia, Costa Rica.

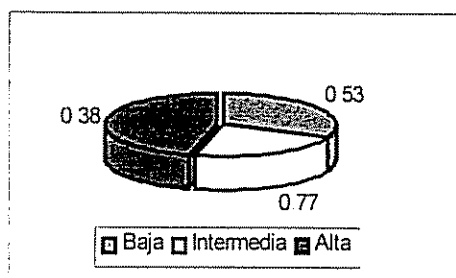


Figura 6 Area promedio de siembra (ha) en tres zonas de Grecia, CR

El MAG-Grecia hizo un diagnóstico en 1994, donde se muestra a más del 70% de los productores del cantón con áreas menores a 3 ha, orientadas principalmente a café y caña de azúcar (MAG 1994).

En general el 60% de los agricultores ha sembrado en superficies de 0,35-0,70 ha (mayor en la zona baja), un 25% en áreas mayores a 0,70-1 ha (mayor en la zona intermedia) y 15% en áreas menores a 0,35 ha (zonas alta y baja) (Cuadro 7). Esto es similar a lo encontrado por Quirós (1993) y Pérez (1996).

Cuadro 7. Area promedio utilizada por productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

AREA (ha)	BAJA		INTERMEDIA		ALTA		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
< 0,35 ha	1	11			2	50	3	5
0,35-0,70 ha	7	78	3	43	2	50	12	60
0,70-1 ha	1	11	4	57			5	25
No.	9	100	7	100	4	100	20	100

La tenencia de la tierra es de pocos propietarios (15%) principalmente en la zona alta (Cuadro 8). La mayoría (85%) no es propietaria y trabaja en las modalidades de préstamo (40%), alquiler (20%), o en forma combinada (20%) (Fig. 9). Quirós (1993) encontró similares resultados en Grecia con 81% de productores eran no propietarios y 19% propietarios, con 38% de lotes "dados" o prestados. El MAG-Grecia reafirma esta situación (MAG 1994).

Cuadro 8. Tenencia de la tierra de productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

ZONA	NO PROPIETARIOS				Total	PROPIETARIOS	TOTAL
	<i>Préstamo</i>	<i>Alquiler</i>	<i>Préstamo/ alquiler</i>	<i>Mediería/ préstamo</i>			
Baja	4	3		1	8	1	9
%	44	34		11	89	11	100
Intermedia	4	1	2		7		7
%	57	14	29		100		100
Alta			1	1	2	2	4
%			25	25	50	50	100
TOTAL	8	4	2	2	17	3	20
%	40	20	10	10	85	15	100

Los pequeños caficultores dueños de los lotes acuerdan con el tomatero la limpieza del terreno, durante y al final del cultivo del tomate, además tienen como beneficios indirectos la fertilización residual aplicada al cultivo de tomate y el encalado de los suelos ácidos característico del cantón.

Los productores itinerantes (tomateros) no tienen posibilidades económicas de comprar tierra dado su alto valor en el cantón de Grecia, con precios promedios de ₡ 15 millones (US\$ 48.000) la hectárea². El alquiler en promedio es de ₡ 42.600/ha (US\$ 137) incidiendo en un menor retorno económico comparado con los que no alquilan.

Los tomateros de la zona baja (con posibilidades económicas para hacerlo), generalmente buscan más de un lote, sobre todo en la zona intermedia donde siembran en estación seca a fin de reducir la pérdida de producción causada por geminivirus.

Las modalidades de tenencia de la tierra pueden afectar las decisiones del agricultor en: a) el manejo de plagas, b) el nivel de aplicación de los diferentes programas MIP, c) el desánimo en considerar los efectos de degradación ambiental, y d) la incorporación de técnicas mejoradas con resultados a mediano o largo plazo o con inversión apreciable en infraestructura y mano de obra como las obras físicas de conservación de suelos (Andrews y Quezada 1989, CIMMYT 1993, LUPE 1998).

² Carlos Valverde, productor de tomate de la zona baja en Grecia (comunicación personal)

La asistencia técnica es recibida por el 65% de los productores, sobre todo en la zona baja, principalmente del MAG (69%), seguido de la Cámara de Productores Cañeros del Pacífico (15%) y casas comerciales (8%) por la compra de insumos, así como de Asociación de Productores (8%).

Esto puede significar un avance, puesto que los mismos productores en el diagnóstico del MAG-Grecia (1994), expresaban como escasa la asistencia técnica viéndose obligados a adquirir los conocimientos tecnológicos y el combate de plagas a nivel endógeno (entre ellos mismos), tal como lo hacen el restante 35% de agricultores de este estudio.

La necesidad de asistencia técnica y el intercambio de experiencias entre los productores de Grecia, ha impulsado la generación de tecnologías buscando un mejor control de plagas, como los techos plásticos usados en estación lluviosa, explicado con mayor amplitud más adelante. Además han logrado adoptar tecnologías externas como las usadas para combatir la mosca blanca (*B. tabaci*): a) semilleros cubiertos en lugar de siembra directa, b) uso de sustratos y proporción adecuada de mezclas, c) uso de cartuchos y malla como protectores de semilleros, y d) umbrales de acción contra gusanos del fruto (Quirós 1993, Pérez 1996, CATIE/MAG/Fundecooperación 2000)³.

4.2.2. Agroecosistema tomate asociado con café

En el asocio del tomate con el café se establece un arreglo espacial y temporal. La duración del ciclo del cultivo de tomate (4-6 meses) es el límite en el tiempo, y en el espacio están los lugares ocupados por el arbusto de café en el estrato inferior (dado su lento crecimiento) y por el tomate en el estrato superior (rápido crecimiento), donde logra completar su desarrollo y producción (Anexo 13 y 14).

Las distancias de siembra del café varían entre 1,2-1,5 m entre surcos y 0,5 m entre plantas. El tomate es cultivado en línea paralela a los arbustos de café (calles), y la distancia entre plantas de tomate es de 0,3-0,45 m (3-5 plantas entre dos cafetos) para una población promedio aproximada de 18.500 plantas/ha (8.000-27.500 plantas/ha) (Fig. 7).

³ Investigaciones de adopciones tecnológicas llevadas en conjunto con productores de Grecia, Alajuela.



Figura 7 Arreglo espacial típico del asocio tomate-café (podado) en Grecia, Alajuela. Costa Rica

El tomate es cultivado en lotes podados o renovados (primer año) sin la intervención de manejo del cafetal (por el caficultor), mientras permanezca el tomate en el campo. Por lo general, el lote es usado una sola vez, pero puede continuarse usando con otro cultivo si el agricultor no consigue más tierra o si las pérdidas en el tomate fueran muy altas. El cantón de Grecia tiene 4.000 ha de café, estimándose una disponibilidad anual de aproximadamente 200 ha de café podado⁴, como oferta potencial para cultivar tomate, pudiendo ser mayor si se incluyeran las áreas a renovar. Las podas se realizan con más frecuencia en la zona baja (cada tres años) e intermedia (cada cuatro años)⁴, debido al mayor desgaste fisiológico causado por la temperatura y humedad relativa mayores que en la zona alta, donde la poda es cada cinco años.

La demanda actual de tierra para cultivar tomate puede considerarse satisfecha, con base en el área actual de siembra, estimada en 170 ha/año: 100 ha en la zona baja, 50 ha en la zona intermedia y 20 ha en la zona alta¹. Existe la posibilidad de aumentar el área actual hasta el límite dado por el área potencial disponible (200 ha) con el proyecto de riego de estación seca de reconversión productiva del CENARA/MAG que aprovechará las tomas de agua en las fincas cafetaleras¹.

La asociación del tomate con el café, que son especies con hábitos de crecimiento muy diferentes, crean un ambiente físico y biológico propio, diferente a sus respectivos monocultivos, especialmente el tomate. En relación con los asociados existe referencia sobre: a) resistencia conjunta a los herbívoros (insectos plagas) por su estructura, ambiente químico, apariencia y microclima relativamente más

⁴ Alfaro, Ronny. 2000. Entrevista. ICAFE-Naranja, Costa Rica.

complejos (estratificación), dificultando así su localización por la plaga, y b) mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales (Altieri 1992, Nicholls y Altieri 1998, Bustamante *et al.* 2000). Lo anterior lo ejemplifica Rosset *et al.* (1985) con el éxito logrado contra el gusano del fruto *Spodoptera sumia* asociando tomate con frijol, en Nicaragua.

El cultivo de tomate se incluye en un cafetal, que a pesar de considerarse como uno de los agroecosistemas de mayor estabilidad también presenta disminución de biodiversidad por la eliminación de malezas y árboles de sombra, haciéndolo susceptible a enfermedades como el ojo de gallo (*Mycena citricolor*) o al ataque de nemátodos (Fernández y Muschler 1999). Por otra parte, el tomate es un cultivo erosionado genéticamente y manejado con gran suministro de energía (plaguicidas, fertilizantes, agua, etc.), lo que podría contribuir a una mayor perturbación ecológica en la población potencial de los enemigos naturales de sus plagas.

La práctica de podar el cafetal por lotes también es criticada por Fernández y Muschler (1999) tanto por lo anterior como por el peligro de degradación ambiental ante la exposición del suelo, sobre todo en laderas.

En la zona baja de Grecia el 50% de los cafetales tienen sombra y en la zona intermedia del 60-70%, con 100 árboles/ha. Actualmente los técnicos de ICAFE⁴ están orientando a los caficultores tener árboles de sombra, pues anteriormente se creía que la sombra favorecía la enfermedad ojo de gallo (*Mycena citricolor*), aunque todavía hay mucha discusión al respecto.

La asociación tomate-café está siendo criticada, en las zonas estudiadas, por gremios (productores y técnicos) de caficultores y tomateros, creando posiciones contrarias. Resalta la posición de los interesados en el café quienes consideran el efecto negativo ejercido por el cultivo del tomate debido: a) al aumento de las poblaciones de nemátodos, b) a la reducción de las producciones sobre todo en el lado donde las bandolas recibieron la sombra de las plantas de tomate y, c) a la mayor degradación de los suelos (aporcas y riego por gravedad), considerando mejor la asociación con chile, maíz o vainica. El ICAFE (1998) recomienda asociar café con hortalizas (no detallan especies) para diversificar el uso del suelo.

⁴ Alfaro, Ronny. 2000. Entrevista. ICAFE-Naranjo, Costa Rica.

Por otra parte, está el criterio del perjuicio al cultivo de tomate por la sombra recibida del arbusto de café de renovación o poda no total con más hojas, ambiente propicio para un microclima adecuado para los patógenos y por la disminución de la producción en el lado sombreado de la planta de tomate. Otro elemento es el espacio ocupado por el cafeto, aunque no negativo pero sí reductor del rendimiento, por la menor población de tomates. También está la posibilidad de competencia entre los dos cultivos, sobre todo con café renovado por la mayor cantidad y longitud de sus raíces, y por las principales necesidades nutricionales como el nitrógeno y el fósforo.

Respecto a la incidencia de nemátodos, Figueroa (1993) afirma que hay una disminución progresiva de poblaciones de *Meloidogyne exigua* y *Pratylenchus coffea* después de la poda del café, por lo que podría suponerse un aumento de nemátodos ante la presencia de plantas de tomate muy susceptibles a ellos o que el aumento tenga procedencia de los almácigos de café (renovación). Bustamante *et al.* (2000) señala el efecto desastroso de no aplicar medidas de control sanitario en los viveros de café, observado en plantaciones de cafeto con amplia diseminación de los nemátodos del género *Meloidogyne*. El encalado parece no reducir las poblaciones de nemátodos (Esquivel 1996). En la encuesta, ningún productor consideró al cafeto como hospedante de plagas.

En relación al suelo, los techos plásticos usados para el cultivo de tomate (Anexos 13, 15 y 16) podrían estar haciendo un efecto protector ante el golpe directo y arrastre del agua de lluvia.

Finalmente, el diseño de sistemas de cultivos en laderas, y más una asociación como la estudiada, que obedece principalmente a la falta de tierras, probablemente es el mayor desafío agrícola en la región, por lo tanto se requiere de la investigación conjunta de gremios y especialistas en varias disciplinas para lograr un diseño beneficioso.

4.2.3. Manejo agronómico del cultivo de tomate

La siembra de tomate se realiza prácticamente durante todo el año, sobre todo por los productores con disponibilidad de riego (68%). Sin embargo hay tres temporadas principales: mayo-agosto, agosto-noviembre y diciembre-marzo, pudiendo realizarse meses antes o después de estos, dependiendo de las posibilidades de cada agricultor.

En la zona alta, no indicaron la siembra en la segunda (agosto-noviembre), quizás por ser meses con mayor precipitación, lo cual dificulta las labores y aumenta las enfermedades.

En todo el cantón existen buenas fuentes de agua para riego, por la gran cantidad de ríos que posee (Cuadro 1). El riego por gravedad es mayormente usado, con fuerte tendencia a regar por goteo debido a su mayor eficiencia y disminución de costos. Sin embargo, es un equipo caro para ciertos productores. Por ejemplo, una bomba utilizada para riego por gravedad, con motor de 20 HP (caballos) cuesta ₡ 570.960 (US\$ 1830), mientras un sistema completo para riego por goteo (mangueras, goteros, filtros y motor) vale ₡ 2.450.000 (US\$ 7.850)². Los productores de la zona baja podrían tener mayores posibilidades económicas para usar riego, tomando en cuenta el mayor tiempo de cultivar tomate y el uso de varios lotes.

Las variedades más utilizadas son la Pick Ripe (747 y 748, de Petoseed) (60%), en la zona baja e intermedia, y la variedad Naranja (Petoseed) en la zona alta, por ser más barata a pesar de estar conscientes de sus menores rendimientos y calidad para satisfacer las exigencias del mercado, y por ser mejor para esas condiciones climáticas.

Las dos variedades Pick Ripe, introducidas al país hace cuatro años, tienen diferentes costos; el precio de 5.000 semillas de la 748 es de ₡ 92.400 (US\$ 296) y de la 747 de ₡ 90.600 (US\$ 290)⁵. Según la casa importadora, ambas variedades son de hábito determinado, maduración mediana a tardía, extrafirmes (maduración tardía una vez cosechados), resistentes a *Verticillium* sp., *Fusarium* sp. razas 1 y 2, requiriendo manejo nutricional intensivo. La 747 es exigente en calcio y potasio y recomendada para la estación lluviosa por su menor follaje, mientras la 748 de fruto más grande es recomendada para la estación seca y altura mayor a 750 msnm. La Naranja es de hábito determinado, tolerante a condiciones de viento excesivo, moderada tolerancia a virus, requiere suelos fértiles y ricos en materia orgánica, exigente en magnesio y moderadamente en calcio, recomendado para cualquier estación del año, con resistencia a los mismos patógenos de las otras variedades, adaptado bien a alturas entre 700-1800 msnm⁵. Los datos de rendimientos no estaban disponibles.

De acuerdo con lo anterior, es correcto el criterio de los productores de usar determinada variedad según la zona, aunque también depende de la oferta de las casas comerciales distribuidoras, cuyo objetivo es

⁵ TRISAN (importadora de semilla de la Petoseed en Costa Rica). 2000. Visita. San José, CR.

satisfacer las exigencias de maduración tardía de frutos y gran cosecha de tomates extrafirmes y de buen tamaño. Estos agricultores dejaron de usar variedades como la Hot, Sunny, Tropic y Hayslip por no tener esas características y no tener mucha resistencia a las enfermedades.

Hace siete años predominaba la variedad Hayslip, según el 96% de los productores encuestados en Grecia (Quirós 1993), principalmente por el buen rendimiento y fruto macizo. Sin embargo, declaraban que "la planta se agota pronto" y "es mediana". Es decir, la cosecha era en un período relativamente corto y su porte le restaba capacidad de rendimiento, respectivamente. Estos últimos comentarios fueron hechos también por los productores de este estudio.

Otra práctica con cambios en los últimos años es el método de siembra. Antes predominaba la siembra directa, pero con el impulso del CATIE y el MAG-Grecia principalmente para el manejo de mosca blanca, la tendencia actual es de sembrar en almácigos o semilleros con protección y usando preferiblemente bandejas con trasplante en "pilón" (Quirós 1993, Cubillo *et al.* 1994, Pérez 1996, Cubillo *et al.* 1999). Sin embargo no todos los agricultores tienen la capacidad (recursos económicos, lugar etc.) de tener almácigos propios, predominando la modalidad de comprar plántulas con semillas dadas por ellos mismos (60%) y otros usan los dos métodos (5%).

Probablemente en los próximos años la mayoría tendrá almácigos propios, motivados por el descontento de haber recibido plántulas "enfermas" que les ocasionó fuertes pérdidas, se percibió mucha decisión de hacerlos ellos mismos. Cabe mencionar a Rivas *et al.* (1995) considerando que los semilleros de tomate infectados con geminivirus no muestran síntomas, lo cual ocasiona creencia en los agricultores de tener almácigos sanos.

El método de almácigos cubiertos controla mejor las condiciones ambientales (humedad y temperatura) para una mejor prevención y manejo de plagas, y facilidad de seleccionar las mejores plantas para siembra (CATIE 1990, Sponagel y Fúnez 1994, Trabanino 1998). El uso de bandejas tiene las ventajas de sembrar con "pilón" o cepellón, evitar el estrés de la planta al trasplante, así como economizar espacio y semilla y facilitar su transporte.

El uso de bandejas fue evaluado por Quirós (1993) y Pérez (1996), refiriendo el primero como la opción mejor calificada por los agricultores para la estación seca, al retrasar la aparición de virosis por dos semanas, y el segundo determinó la calificación como una opción intensiva en el uso de mano de obra

pero más práctica comparada con los cartuchos de papel periódico probados en ese estudio. También Cubillo *et al.* (1999) evaluaron el uso de bandejas y cartuchos de papel periódico de forma combinada, concluyendo que hubo buena calidad agronómica de las plántulas principalmente con los cartuchos, y que además la malla tipo IN50 fue la única que evitó el ingreso de adultos de *B. tabaci*.

Los agricultores de las tres zonas, con almácigos propios, realizan las siguientes labores: a) desinfección del suelo con Furadan (carbofuran), b) aplicación de cal o Agrocom (Agrocom benomil o Agrocom captan), c) uso de sustrato del suelo con bocashi, gallinaza, o 50 % de materia orgánica, d) riego por goteo, gravedad o aspersión, e) control de malezas manual o química y, f) fertilización con abono 10-30-10. La infraestructura es de invernadero (mayormente plástico a los lados y techo de zinc) y no usan mallas por desconocimiento, principalmente.

La mayoría (85%) trasplanta a los 25-30 días de edad de las plántulas, tiempo muy importante en la prevención de ataque de mosca blanca, aunque todavía unos pocos lo hacen tardíamente (5%) después de los 30 días (zona intermedia, 5%), y el resto con menos de 25 días (zona media y alta, 10%).

Durante el ciclo del cultivo, colocan postes (antes o después del trasplante), podan entre los 15-30 ddt (días después del trasplante), y aporcan a partir de los 15-22 ddt (2-3 veces cada 8 días).

Otra práctica generalizada, en las tres zonas, es el control de malezas con Gramoxone (paraquat) y pocas veces con Fusilade (fluazifop), Sencor (metribuzin) o Roundup (glifosato), aplicado 1-2 veces de forma dirigida al aparecer la maleza, con resultados positivos.

En general, los productores nombraron 22 especies de malezas como las más comunes (Anexo 15) con presencia en las tres zonas de verdolaga (*Portulaca oleracea*), mientras el coyolillo (*Cyperus rotundus*) y el cinquillo (*Drymaria cordata* y *D. villosa*) solo aparece en las zonas baja e intermedia, y el moriseco (*Bidens pilosa*) en las zonas intermedia y alta. El objetivo principal de los agricultores al eliminar las malezas es quitarle competencia al cultivo de tomate, sin embargo también evitan la llegada de plagas que se hospedan en ellas, como la mosca blanca (*B. tabaci*) con las malezas *Ipomoea* sp., *Melampodium perfoliatum*, *Sclerocarpus divaricatus*, *Drymaria cordata*, *D. villosa* y *Bidens pilosa* (Arias y Hilje 1993, Hilje *et al.* 1993, Quirós 1993, Rivas *et al.* 1995, Jovel *et al.* 1999) y al gusano del fruto (*Spodoptera* sp.) con *Amaranthus* sp. y *Portulaca* sp. (CATIE 1990). La presencia de malezas hospedantes en varias

de las zonas abre la posibilidad de una mayor distribución de ataque o presencia de plagas, como la mosca blanca y gusanos del fruto, si las condiciones son favorables y no se controlan a tiempo.

En el aspecto nutricional, los agricultores de las tres zonas reconocen su importancia para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate, sobre todo por lo exigente de los cultivares utilizados. Por eso fertilizan con base en el análisis del suelo. Sin embargo, el 39% de ellos no lo hacen aduciendo tardanza en su entrega y por eso aplican un plan de fertilización muy generalizado y variable según su experiencia y conocimiento propio de la acidez de los suelos (Cuadro 9).

Cuadro 9 Fertilizantes utilizados después del trasplante por productores de tomate de Grecia Alajuela, Costa Rica 2000.

FERTILIZACION	OBSERVACION
Bicarbonato de calcio	Antes del trasplante
10-30-10 (enraizador) o gallinaza, bocashi	Al trasplante, o a los 3 ddt
15-15-15 ó 20-20-20	A los 15 ddt, c/15 días
Alto en K (15-30-31) + Nutrán	A veces no combinado
Alto en P (13-40-13, 12-60-10)	2-3 veces. Foliar el 2do
Completo (18-3-31)	
Hi-Cal o Menez (Nitrato de calcio)	Según análisis
Elementos menores (Mg, Zn, B)	
o hidrogeno componentes	Cada 15 días
Magnesamón	Al desarrollo
Kemirak	Líquido al suelo
Nutríverde (Sulfato de Mg) + Vivax	
Kamax (NPK + Mg)	
12-24-12 (inicio de producción)	Líquido

Las formulaciones de estos fertilizantes contienen los elementos necesarios para el cultivo, de acuerdo al nivel de absorción de la planta a través del tiempo y a lo recomendado técnicamente como el nitrógeno, potasio y micronutrientes. Así, el cultivo tiene buenas condiciones para obtener un rendimiento óptimo y mayor capacidad de respuesta al ataque de insectos o enfermedades. Dos productores de la zona intermedia aplicaron gallinaza o bocashi. Se observó mucho interés entre los productores por el bocashi, principalmente para el almácigo, con tendencia a su mayor uso. Los tipos de fórmulas usados son similares a lo reportado por Calvo *et al* (1990) en un estudio realizado con productores de Grecia.

La aplicación de calcio en 1990 no era común en Grecia (Calvo 1990), pero actualmente es casi tradicional porque conocen su falta en el suelo, algunos se guían por las recomendaciones del plan de encalado de los agricultores, o por resultados de análisis del suelo. Este elemento además de ser

requerido por la planta, también ayuda contra ciertas enfermedades como en la disminución del tizón temprano (*Alternaria solani*) (Alas 1989, García y Bustamante 1993, Chaverri y Alvarado 1995).

En general, las plantas con nutrición balanceada son más capaces de protegerse ellas mismas de nuevas infecciones y de limitaciones de infecciones existentes, que cuando uno o más nutrientes son suministrados en cantidades excesivas o deficientes.

4.2.4. Manejo de plagas

Los agricultores de las tres zonas realizan el manejo de las plagas básicamente con productos químicos, preventiva o curativamente, según su propia percepción y posibilidades económicas, a excepción de un productor de la zona alta que alterna con extractos vegetales. Este accionar evidencia una posible afectación en detrimento de las poblaciones de enemigos naturales de las plagas, reprimiendo la regulación biológica natural y adicionando la no existencia de planes de control biológico aplicado (pocas veces usan productos biológicos, como Dipel).

La excepción fue del productor semi-orgánico de la zona alta, quien usa extractos de plantas para cualquier insecto, tales como cola de caballo (*Eleusine indica*), verdolaga (*Portulaca* sp.), eucalipto (*Eucalyptus deglupta*), diente de león (*Taraxacum officinale*), romero y menta (*Satureja obovata*), aunque no especificó la forma y cuales exactamente son los usados. Solamente en caso de ataque fuerte de mosca blanca aplica insecticida "blando" como Dipel u otros.

Tal como señalan Andrews y Quezada (1989) las decisiones de control de plagas se realizan en el entorno de incertidumbre de producir con la meta de maximización de ganancias, tratando de hacer un buen manejo del riesgo representado en la variabilidad de rendimientos por influencia de las plagas, en la variabilidad de precios del producto y en la falta de conocimientos de estos factores. Esto incluye la necesidad del agricultor de conseguir por lo menos cierto nivel mínimo de producción, que provoca el uso intensivo de plaguicidas.

Por tal razón, un sistema de monitoreo y predicción (uno de los componentes claves del MIP) proporcionará la información precisa y confiable sobre niveles de plaga, con lo cual reducirá el riesgo y actuará como un sustituto del componente de plaguicidas, disminuyendo su uso y abuso (Carlson, citado por Andrews y Quezada 1989). Tal como apunta Bustamante *et al.* (2000) debe disponerse de un

conocimiento adecuado de los factores que componen el patosistema antes de iniciar el manejo de los patógenos y sus interacciones. Ningún agricultor encuestado hace monitoreo ni toma en cuenta umbrales de daño, en su mayoría por falta de tiempo y desconocimiento.

Las prácticas agrícolas también reducen estos riesgos, y son reconocidas como eficaces por los productores encuestados, pero no las realizan por falta de tiempo y la mayor inversión en mano de obra y dinero. Ellos muestran mucho interés en las investigaciones del CATIE en esos lugares y algunos han participado con coberturas vivas (culantro), cultivos trampa y umbrales de daño entre otros, adoptando en algunos casos opciones tecnológicas como las ofrecidas por Quirós (1993), Pérez (1996) y el proyecto CATIE/Fundecooperación (2000) en protección de almácigos y edad de trasplante.

La renuencia de los agricultores a adoptar tecnologías nuevas y reductoras del riesgo (aunque parezca que tienen fuertes necesidades de dinero) es explicada por Andrews *et al.* (1989) en el sentido de que ellos cuentan con fuentes de ahorro o entradas para ayudarse a afrontar necesidades de dinero en situaciones de emergencia, como las pérdidas de cosechas por plagas. Esto pudo observarse con los agricultores encuestados, quienes aseguran otras entradas con la siembra de más de un lote (con el mismo tomate o con otros cultivos más rentables como el chile dulce) o con diferentes lotes del mismo tomate, pero sembrado en fechas diferentes para asegurar mercado o buenos precios. Si no contaran con otro lote, después del tomate, entonces siembran un cultivo rentable en el momento (chile dulce, pepino, frijol vainica, etc.). Otro punto a considerar es la seguridad de recuperarse en corto tiempo, cuando los precios aumentan, y por eso no tienen reservas de invertir en semilla cara, pero garante de frutos de maduración tardía para asegurar el mercado, ni en productos químicos para combatir enfermedades y salvar la cosecha.

A pesar de lo anterior, debe destacarse las habilidades desarrolladas por los productores con observaciones acumuladas a través de la experiencia, en la búsqueda de soluciones no químicas al problema de plagas con opciones innovadoras (propias y compartidas entre ellos) como los techos plásticos en estación lluviosa para disminuir las enfermedades; levantarse al amanecer para secar las plantas del rocío depositado en las hojas con aspersiones de aire aplicadas con las bombas de mochila; la forma de atomizar el plaguicida a la planta sin que sea lavado por la lluvia; la escogencia de lotes con características adecuadas de suelo y orientación respecto al sol; y la siembra en el lado del café donde no le haga sombra respecto al sol para no afectar negativamente al cultivo (enfermedades o insectos plagas).

4.2.4.1. Manejo de insectos plaga

En esta investigación, los gusanos del fruto estarán referidos por igual a las especies del complejo *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp., debido a la poca diferencia expresada por los productores.

Los agricultores de las tres zonas identificaron a los insectos más problemáticos (presencia y nivel de ataque), indicando como primero a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (75%), segundo al gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) (50%), y tercero a los gusanos del fruto (*Heliothis* spp., *Spodoptera* spp.) (40%) (Cuadro 10). Estos datos concuerdan con los de Calvo *et al.* (1992), Quirós (1993), Hilje y Segura (1995) y Pérez (1996).

En las zonas baja e intermedia prevalece la misma identificación mayoritaria para la primera y tercer plaga en importancia, sin embargo para la segunda plaga escogen casi por igual al gusano alfiler y a la mosca minadora (*Liriomyza* sp.). Se ha relacionado los brotes de minador con el uso excesivo de insecticidas aplicados al gusano alfiler, por la destrucción de sus controladores naturales y creación de resistencia (CATIE 1990), pudiendo ser la misma situación en estos lugares. En la zona alta los productores no sienten mucha diferencia entre insectos, posiblemente por las condiciones climáticas menos favorables para su mayor reproducción (más lluvias y bajas temperaturas).

Cuadro 10. Identificación de los tres principales insectos plagas según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

PRIORIDAD	BAJA		INTERMEDIA		ALTA		TOTAL	
		%		%		%		
1. Mosca blanca	8	89	6	86	1	25	15	75
2. Gusano alfiler	3	33	4	57	3	75	10	50
3. Gusano del fruto	4	44	3	43	1	25	8	40

La aparición de las plagas, ha sido observada de acuerdo al estado fenológico del cultivo, con más poblaciones de mosca blanca y minador de la hoja en el estado de plántula y desarrollo del tomate, el

gusano alfiler a partir de la floración y los gusanos del fruto desde la fructificación. También las han visto en las otras etapas, según la plaga. Hilje y Segura (1993) mencionan la asociación de la fenología del cultivo con el curso de la virosis en tomate.

Quirós (1993) encontró para mosca blanca una mayor severidad de enfermedades virales cuando el cultivo es joven y Arias y Hilje (1993) confirmaron ataques muy leves y esporádicos (ninfas) en etapas muy avanzadas del cultivo, cuando ya no se aplican insecticidas y no hay otros cultivos adyacentes.

En la estación seca, para las tres zonas, el nivel de ataque de mosca blanca, gusano alfiler y mosca minadora es desde muy severo (67%, 57% y 50% respectivamente) a severo (33%, 36% y 43% respectivamente), y para el gusano del fruto de bajo (38%) a muy severo (25%). En la estación lluviosa el nivel es de bajo a muy bajo en todas las zonas y para todas las plagas.

La mayor temperatura y humedad relativa, característica de la estación seca, condiciones prevalecientes en la zona baja principalmente, influyen en el aumento de las poblaciones de insectos, por eso los agricultores prefieren sembrar en la zona intermedia para ese tiempo (principalmente por mosca blanca) tal como apunta Quirós (1993). Hilje y Segura (1995) explicaron las altas poblaciones de mosca blanca en estación seca por el acortamiento del tiempo generacional y aumento de la fecundidad al tener ámbito óptimo de temperaturas y humedades relativas, y a las bajas poblaciones en la estación lluviosa por efecto inmediato reductor de la lluvia, sin saber bien si era por efecto mecánico o incremento de la humedad relativa (Hilje *et al.* 1993). Estos mismos autores indicaron virosis con infestación total en tomates de Costa Rica a muy bajas densidades poblacionales de mosca blanca.

Prácticas agrícolas

Anteriormente se mencionó la poca aplicación de prácticas agrícolas para el control de insectos plaga, y prácticamente solo el control de malezas es realizado por todos en las tres zonas.

Las prácticas agrícolas más usadas para mosca blanca es la prevención con base en el uso de almácigos en invernaderos rústicos, trasplante con edad de 25-30 días (período crítico), siembras lejos de tomates viejos y eliminación de hospedantes alternos. Los túneles con mallas no son muy usados, coincidiendo con Pérez (1996) acerca de la preferencia para una construcción más permanente en la protección de las plántulas llamados "chinamos" protegidos con plásticos en los techos y malín o marquissete a los lados,

en algunos casos asemejados a invernaderos muy parecidos a los usados por los productores de este estudio.

En la zona intermedia dos productores usaron trampas amarillas sin resultado efectivo y uno de ellos además estableció cultivos trampa con ayotillo (zuchinni) y flor de muerto (*Tagetas* sp.) obteniendo reducción de mosca blanca, pero el tiempo fue su limitante. En la zona alta el productor semi-orgánico usa extractos de plantas ya indicadas en acápite anterior. Sería interesante conocer mejor como lo realiza, quizás se encuentra alguna respuesta efectiva todavía no reportada.

Medidas que no conllevan inversión económica, como lavarse las manos con jabón para evitar la transmisión de virus al trasplante, no lo realiza la mayoría (75% de productores), o sembrar contra la dirección del viento para control de mosca blanca y minador de la hoja (Sponagel y Fúnez 1994, Trabanino 1998), tampoco la realizan estos productores.

Otra práctica es evitar cultivos o especies hospedantes, sin embargo el 75% de los agricultores, después de sembrar tomate establecen otros cultivos más rentables para ellos como frijol vainica (*Phaseolus vulgaris*), chile dulce (*Capsicum annuum*), o pepino (*Cucumis sativus*) principalmente, los cuales son hospedantes alternos de mosca blanca (Hilje *et al.* 1993, Jovel *et al.* 1999). Los mismos productores han observado que los tomates viejos o abandonados y el chile dulce son hospedantes de mosca blanca (Quirós 1993).

También son importantes los residuos de cosecha, debido a que son hospedantes de mosca blanca, gusano alfiler y gusanos del fruto (CATIE 1990, Quirós 1993, Hilje 2000b), sin embargo solamente el 65% de los agricultores encuestados (en las tres zonas) los eliminan y solo en caso de sembrar nuevamente en el mismo lugar (otro cultivo o el mismo tomate). El restante 35% parece no tener la exigencia del caficultor o quizás son los mismos dueños. Otra importante fuente de inóculo son los frutos dañados no eliminados en su mayoría por los productores (75%).

Hilje (2000b) señala como clave la eliminación de reservorios de insectos y geminivirus, tales como los campos viejos de tomate y los residuos de otros cultivos sembrados después del tomate (hospedantes alternos). De preferencia deben incorporarse completamente al suelo, arracándolos o cortándolos con machete, como mínimo (Sponagel y Fúnez 1994). Estos residuos de cosecha podrían influir en la

permanencia indefinida de insectos en las diferentes zonas estudiadas, sobre todo donde hay mayor área de siembra (zonas baja e intermedia) y condiciones climáticas favorables.

Control químico

Los productores encuestados perciben que los insectos, alcanzan niveles de severo a muy severo mayormente en estación seca, en las zonas bajas e intermedia, y de severo a bajo en la zona alta, debido a las condiciones favorables para su desarrollo y reproducción según las características climáticas en cada una de ellas. Esto demarca el tipo de control químico usado, muy similar entre las zonas baja e intermedia, pero en conjunto son diferentes con respecto a la zona alta (menor número de insecticidas).

Todos aplican insecticidas en forma alterna o en rotación, sin embargo cuando hay fuerte ataque de insectos, no escatiman gastos y compran el producto más caro, afirmando ser el más eficaz. Esta decisión es para garantizar el producto final, tal como encontró Siman (1988) de una relación directa entre el precio esperado por el productor y el uso de plaguicidas. A veces combinan los insecticidas con fertilizantes foliares para garantizar fortaleza en las plantas con la nutrición también.

En las tres zonas hacen similar uso con uno o tres insecticidas según la plaga. Por igual, para mosca blanca aplican Confidor (imidacloprid) y Thiodan (endosulfán), para el gusano alfiler Evisect (thiocyclam) y Nomolt (teflubenzuron), y para la mosca minadora usan Vertimec (abamectina) (Anexo 16).

En la zona alta mencionaron pocos productos debido al bajo ataque de insectos y más bien centran sus esfuerzos en las enfermedades. Otros insecticidas aplicados en menor frecuencia se presentan en el (Anexo 17).

De los principales insecticidas aplicados el Vertimec (abamectina), Lannate (metomil) y Decis (deltametrina) son clasificados por su toxicidad como "*altamente peligrosos*" (categoría Ib), mereciendo especial interés el Vertimec por ser uno de los más usados para la mosca minadora de la hoja.

Entre los insecticidas más usados contra gusano alfiler, mosca blanca y gusano del fruto están los insecticidas Evisect (thiocyclam), Thiodan (endosulfán) y Ambush (permetrina) son "*moderadamente peligrosos*" (categoría II). El Temik es de los menos usados, pero debe tenerse cuidado por ser

"extremadamente peligroso" , incluso en Suecia y Ecuador fue prohibido desde 1991 (UNA 1999, Probst *et al.* 1999).

La persistencia de estos productos en el suelo, va de ligera (30-15 días), mediana (60-30 días) a ninguna persistencia, y solo el Dipel y el Lepicron presentan alta persistencia en el suelo (120-60 días) (UNA 1999) (Anexo 18).

Todo lo anterior sugiere a los agricultores tener cuidados de protección en su aplicación, sobre todo con los organofosforados y carbamatos reportados en 1996 como los de mayor frecuencia de intoxicación (Agne *et al.* 1999). Por otra parte estos plaguicidas aunque sean de diferentes grupos químicos (evita resistencia de la plaga) sí pueden ser riesgosos para los enemigos naturales, dada su alta toxicidad a las abejas, considerando que entre ellos hay avispidas u organismos más pequeños pudiendo así afectar negativamente el control biológico natural.

El control efectivo de mosca blanca ha sido reportado con los insecticidas Temik (aldicarb), Pegasus (diafenturion), Thiodan (endosulfan) (Sponagel y Fúnez 1994; Rabín *et al.* s.f.), y Talstar (bifentrina) (León y Arosemena 1980; MAG 1991; Quiroz 1993; Calvo *et al.* 1994; Sponagel y Fúnez 1994). En las tres zonas estudiadas, ha tenido éxito el Confidor (imidacloprid), seguido del Thiodan (endosulfán).

Quirós (1993) encontró como insecticidas principales contra mosca blanca al Thiodan (endosulfan), Ambush (permetrina) y Tamarón (metamidofos) en orden de importancia, y Pérez (1996) obtuvo datos similares pero incluyendo al Confidor como tercero en uso, y actualmente cuatros años después es usado como primero.

Polston y Anderson (1999) confirman al Confidor (imidacloprid) como de reciente introducción con mayor impacto en las poblaciones de mosca blanca en los últimos años, efectivo en todas las etapas, y en la incidencia de geminivirus. Sin embargo ellos mencionan a Cahill *et al.* (1996) informando de resistencia a este producto en España, y también a Schuster *et al.* (1993) considerando la posibilidad de eficacia de los insecticidas pero de forma rotada con grupos químicos diferentes y con evaluaciones regulares.

Existen investigadores como Salazar *et al.* (1998) indicando lo inevitable de las infestaciones de mosca blanca, aún con aplicación frecuente de insecticidas, y la consideración de los agricultores de que al eliminar adultos evitarán la virosis. Sin embargo muy bajas densidades del vector son suficientes para la

diseminación del virus. Esto puede ser un alerta para los productores de Grecia con uso continuo de un insecticida sin rotación con otros productos, tal como los agricultores encuestados, quienes concentran el control en dos productos mayormente, posibilitando el desarrollo de resistencia en un plazo corto.

La decisión de aplicar productos contra mosca blanca, se basa en dos criterios: calendarizada según el grado de ataque (83 %) y "al aparecer" (17 %). Generalmente aplican a los ocho días después del trasplante y después cada 15-22 días si no hay mucho ataque (72 %) pudiendo cambiar a cada 3-8 días si el ataque es severo, completando así 2 a 3 aplicaciones. Solamente un productor aplicaba tres veces cada 8 días y otro aplicaba dos veces, en el almácigo y al trasplante.

Quirós (1993) tuvo similares resultados en cuanto al número de productos usados en rotación (sin ser los mismos), pero difiere en cuanto a los criterios de aplicación: a) "al observar muchos adultos" y b) "al aparecer" con aplicaciones semanales, probablemente por la preocupación de hacer un control temprano y evitar un ataque más fuerte. Pérez (1996) encontró que la mayoría de los productores aplicaban cada 15-22 días, sugiriendo el logro de un mejor manejo de la mosca blanca, desde el almácigo hasta la etapa crítica de ataque (primeros 50-60 días desde la emergencia de la planta), principalmente con rotación de productos y mayor espacio entre aplicaciones, para evitar el riesgo de resistencia y controlar bien durante el tiempo de expresión de la enfermedad. Este control en las etapas tempranas del cultivo, realizado por los productores, es el adecuado según Salazar *et al.* (1998) quienes justificaron la aplicación de insecticidas, temprano antes del desarrollo rápido de la epidemia, para reducir la densidad de adultos virulíferos y mejorar los rendimientos.

Con base en estos estudios puede notarse un gran avance en el control de la mosca blanca desde 1993 a 1996, y ahora se confirma también con la opinión de los productores de "plaga controlable", mientras se ataque a tiempo con los insecticidas y las prácticas agrícolas usadas. Debe reconocerse la gran labor ejercida por el CATIE en las investigaciones realizadas con la participación directa de los mismos productores, y la difusión en las diferentes zonas estudiadas. Hilje (2000a) considera insuficiente usar un solo método para tener el éxito deseado, sugiriendo entonces un manejo integrado con base en los principios de convivencia, prevención y sostenibilidad.

Por otra parte se reportan como eficientes para el control de la mosca minadora el Cymbush (cipermetrina) y Decis (deltametrina) (León y Arosemena 1980), sin embargo son poco usados por los productores. Además se han referido brotes de este insecto después de la aplicación continua de

insecticidas, como el Lannate (metomil) (CATIE 1990, MAG 1991, Jiménez *et al.* 1988). Trabanino (1998) señala la dificultad de controlar poblaciones altas debido a su hábito de minador, y la capacidad de resistencia a plaguicidas por reducción de enemigos naturales tras aplicaciones generalizadas.

En cuanto al gusano alfiler los criterios de los productores para aplicar insecticida son: a) calendarizada cada 15-22 días (69%) y b) "al aparecer" (23%) (en las tres zonas). Solamente un productor de la zona intermedia aplica cada semana. El Vertimec, el más usado, actúa por contacto y ha dado resultados por aplicarse antes que se proteja en galerías, hojas enrolladas o frutos, donde el producto difícilmente pueda llegar tal como se recomienda (CATIE 1990).

Los productos usados contra los gusanos del fruto fueron similares a lo encontrado por Quirós (1993), con la variante de que los agricultores en este estudio los combinan a veces con cobre o a veces aplican solo el fungicida (zona alta). Esto lo hacen para evitar entrada de patógenos en las heridas de los frutos dañados.

Los agricultores de las zonas intermedia y alta, combinan o alternan insecticidas con algunos fungicidas (solos o mezclados) tales como Antracol (propineb), Ridomil (metalaxil), Trimiltox (Cobre) o Curzate (cimoxanil), para evitar la entrada de patógenos a través de las heridas dejadas por estos gusanos. Esto tiene lógica puesto que en estas zonas hay más lluvia, favorable para el desarrollo de hongos y bacterias. Aunque algunos de la zona baja también manifestaron esta práctica.

La frecuencia de aplicación de insecticidas contra gusanos del fruto básicamente es cada 15 días (63% de los productores, zona baja), cada 8 días (25 %, zona alta y baja), y cuando aparecen (25 %, zonas baja e intermedia). Quirós (1993) encontró similar frecuencia de aplicación.

Para la mosca minadora aplican mayormente cada 15 días (45 %) y al aparecer (29% cada uno), seguido de cada 8 días y 22-30 días (19% cada uno), así como cada 2 y cada 5 días (7% cada uno).

De los insecticidas usados por estos productores se reportan como eficaces contra *Heliothis* spp.: a) Ambush (permetrina), b) Decis (deltametrina) (c) Talstar (bifentrina) y d) Dipel (*Bt*). Contra *Spodoptera* spp. reportan como eficaces al Decis y al Dipel (Plapp y Bull 1978, León y Arosemena 1980, MAG 1983, Trumble 1990, MAG 1991).

En cuanto a la afectación de los insecticidas a los enemigos naturales de los insectos plagas se tiene al Lannate como tóxico para *Chrysopa* spp., enemigo natural de *Heliothis* sp. y *Spodoptera* sp. (Plapp y

Bull 1978; Cave 1995) y para *Camponotus sonorensis* (Plapp y Bull 1978), enemigo natural de *Heliothis* sp. Además lo reportan como reductor de parasitoides larvales de *Liriomyza sativae*, sobre todo de sus parásitos adultos (CATIE 1990, Trumble 1990).

El Thiodan es altamente tóxico a *Camponotus sonorensis*, enemigo natural de *Heliothis* sp. y el Orthene altamente tóxico a *Chrysopa* spp. (Plapp y Bull 1978); el Ambush y el Cymbush (cipermetrina) medianamente tóxico a *Chrysoperla carnea* (Cave 1995) y menos tóxico a *Chrysopa* spp. (Plapp y Bull 1978) enemigos naturales de *Heliothis* spp., y el último de *Spodoptera* sp. El Ambush es referido como reductor de enemigos naturales de *Liriomyza sativae* (CATIE 1990), y el Tamaron con afectación negativa de los parásitos larvales de esta misma plaga (Trumble 1990).

Además Mohamed *et al.* (1987) mostraron que los insecticidas organofosforados, carbamatos y organoclorados tienen efectos adversos sobre el hongo *Metarrhizium anisopliae*, enemigo natural de mosca blanca y Clark *et al.* (1982) reportan al Furadan (carbofuran) como reductor del desarrollo del hongo *Beauveria bassiana*, también enemigo natural de mosca blanca.

Factores favorables

La alta temperatura es el factor más influyente en la aparición de mosca blanca (88 %), gusano alfiler (60%), gusano del fruto (55%) y minador de la hoja (35%), según las respuestas de los productores, para las tres zonas, en cada plaga identificada (Anexo 19 y 20), coincidiendo con los especialistas y fuentes secundarias consultadas.

Tomando en cuenta que las temperaturas óptimas para el desarrollo y reproducción de mosca blanca, gusano alfiler, minador de la hoja y gusanos del fruto son de 20-25 °C (Cuadro 4), se puede esperar aparición de poblaciones altas en las zonas baja e intermedia, donde prevalecen estas temperaturas, que acortan su ciclo de vida, y en la zona alta las probabilidades son menores.

Los agricultores de las zonas bajas e intermedia tienen criterio mayoritario respecto a la temperatura para todas las plagas, a excepción del gusano del fruto en la zona baja donde creen son los mismos frutos los favorables a ellos, probablemente lo relacionan con la época en que aparecen (fructificación). El criterio de los productores de la zona alta es heterogéneo, predominando el desconocimiento de las posibles causas adecuadas a las plagas, debido al poco ataque de insectos presentado en esos lugares.

La temperatura influye también en otras características como la actividad de vuelo de la mosca blanca, reportado por Hilje y Segura (1993) cuya relación inversa con la temperatura indica mayor actividad entre las 6:30-8:30 h y entre las 15:30-17:30 h y notoria reducción entre las 10:30-13:30 h., con emigración cerca del crepúsculo.

Otros posibles factores favorables al ataque de insectos, mencionados con menor frecuencia, fueron para mosca blanca: a) tomates viejos cercanos, b) otros cultivos hospedantes (chile dulce, pepino), y c) no combatirlos a tiempo. Para gusanos del fruto: a) frutos en las plantas, b) altas precipitaciones, c) por estación, y d) no limpiar frutos dañados; para gusano alfiler: a) techos plásticos, b) no combatirlos a tiempo, c) frutos en las plantas, d) lluvias seguidas de varios días de sol, y e) cambios de temperatura. Para la mosca minadora: a) altas precipitaciones, b) no combatirlos a tiempo, y c) techos plásticos.

Aunque estas plagas se presentan más en estación seca, los agricultores indicaron como factores favorables también (para algunas de ellas) a las lluvias y los techos plásticos (estación lluviosa), esto puede deberse sobretodo en las zonas bajas e intermedia, a que las temperaturas promedio en todos los meses de la estación lluviosa están comprendidas en el rango óptimo para reproducción de estos insectos (20-25 °C) y sumado al aumento de calor debajo de los plásticos, a pesar de haber flujo de aire por los lados, hace más probable la certeza de esta observación. Además está el efecto protector del techo para evitar el lavado o eliminación de los insectos por las gotas de lluvia. Considerar estos otros elementos en el manejo podría evitar brotes repentinos, a pesar de ser estación de bajas poblaciones.

Por otra parte, muchos productores afirmaron desconocer las causas favorables para la mosca minadora de la hoja, quizás no se dan cuenta del efecto de los insecticidas aplicados al gusano alfiler, como se mencionó en acápite anterior.

El viento, a pesar de no ser señalado, es un importante factor de disseminación en mosca blanca, cuyas corrientes a grandes alturas le ayudan a colonizar campos lejanos, hasta 7 km desde su punto de origen, temprano por la mañana. Se ha presentado más daño y número de adultos y/o ninfas en los costados de la plantación con mayor exposición al viento (Hilje 1995), así mismo la dirección del viento, dependiendo de la cercanía de cultivos o plantas silvestres donde se reproduzcan, permite la invasión rápida y continua (Arias y Hilje 1993). Se ha recomendado sembrar de abajo hacia arriba contra el viento para no favorecer la propagación de mosca blanca en terrenos de ladera (Sponagel y Fúnez 1994).

En las tres zonas estudiadas la dirección del viento predominante es de este y noroeste (estación seca), más intensos de diciembre hasta marzo. Sin embargo, la abundancia de vegetación y topografía irregular son obstáculos que forman turbulencias y cambios de dirección del viento, por lo tanto para conocer bien su efecto relacionada con las plagas es necesario más investigación.

4.2.4.2. Manejo de enfermedades (patógenos)

La mayoría de los agricultores, en las tres zonas, por su presencia y nivel de severidad, identificaron como enfermedad principal el Tizón tardío ("Apagón") causada por *Phytophthora infestans*. Como enfermedad número dos hay opinión compartida del mismo Tizón tardío con el Tizón temprano causada por *Alternaria solani* ("Bajera"), y de tercero la Mancha bacteriana ("Pringue") causada por *Xanthomonas campestris* (Anexo 21) Estos datos son similares a lo encontrado por Calvo *et al.* (1992) y Quirós (1993).

En cada una de las zonas la mayoría escogió como primera enfermedad al Tizón tardío, sin embargo en la selección de la segunda y tercera se notan ciertas diferencias. En la zona baja determinaron como segunda enfermedad al Tizón temprano y a la Marchitez bacterial, por igual, esta última también como tercera. En la zona intermedia claramente designaron como segunda enfermedad al Tizón temprano, pero en la tercera hay igualdad para tres: Mancha bacteriana, Tizón temprano y Tallo hueco. En la zona alta la segunda enfermedad es la Mancha bacteriana también escogida como tercera junto con el Tallo hueco. Estas selecciones tienen mucha relación con las condiciones climatológicas de cada zona en particular.

De forma general las enfermedades fungosas son las más problemáticas, seguidas de las enfermedades bacterianas.

En las tres zonas, los agricultores sienten los problemas de enfermedades con más énfasis en la estación lluviosa, determinando el nivel de muy severa para el Tizón tardío y Tizón temprano (100% de productores), para Mancha bacteriana (62%) y Marchitez bacterial (50%). En todas las etapas fenológicas han presenciado estas enfermedades, con mayor afectación en plántula y desarrollo (tizón tardío).

Prácticas agrícolas

Entre los métodos culturales para combatir las enfermedades están: a) erradicación de hospedantes, b) rotación de cultivos, c) saneamiento, d) mejoramiento de condiciones de cultivo, y e) manejo de la nutrición (Rivera 1999).

En la erradicación se contempla a las plantas enfermas del mismo cultivo, malezas y hospedantes alternos. Los productores encuestados hacen un control efectivo de malezas, sin embargo dejan las plantas enfermas en el campo, y desconocen cuales son los hospedantes para los distintos patógenos.

La rotación de cultivos, es recomendada para evitar posibles efectos en el desarrollo de las enfermedades como *Ralstonia solanacearum* y *Xanthomonas campestris* (Agrios 1986). Este tipo de productores itinerantes comúnmente solo cultivan una vez, como se explicó anteriormente, pero cuando tienen oportunidad lo hacen con chile dulce, pepino, frijol vainica o brócoli (dependiendo de los buenos precios). Rivera (1999) anota que después del tomate no es aconsejable sembrar chile dulce (misma familia Solanacea), el pepino (Cucurbitacea) es dudoso, y sin inconvenientes están el frijol vainica (Leguminoseae) y brócoli (Cruciferae).

De las medidas sanitarias en forma general (tres zonas) la mayoría no desinfectan o lavan las herramientas ni equipos (89.5% de los agricultores), no eliminan los frutos dañados en el campo (75%), ni se lavan las manos al trasplantar para evitar transmisión de virus (75%) y una parte no elimina o incorpora los residuos de plantas después de cosechas (35%). Con la desinfección se trata de eliminar propágulos presentes en residuos de suelo, restos de tejido vegetal o posibles vectores. Se recomienda también la eliminación de materiales de desecho, cajas o materiales de empaque contaminados (Rivera 1999).

Estos agricultores no acostumbran las podas sanitarias para eliminar (corte y entierro) adecuadamente las hojas, ramas u otros restos vegetales infectados, práctica efectiva en patógenos que no producen infecciones sistémicas como *Alternaria solani* (hoja bajas) y otras con lesiones localizadas en los órganos afectados como *Phytophthora infestans* y *Xanthomonas campestris*.

En cuanto a las prácticas de mejoramiento de condiciones del cultivo efectuadas por los productores están las podas agronómicas, tutores, riego por gravedad o goteo y protección de almácigos. Ya se mencionaba que el riego por aspersión no lo usan (algunos en el almácigo), y no es recomendable para

patógenos foliares. La fecha de siembra adecuada es practicada en cierta forma por los productores de la zona alta, quienes no cultivan en los meses de mayor precipitación.

Otra de estas prácticas es la organización espacial de las plantas, en este aspecto puede repercutir cuando el café tiene muchas hojas y la planta de tomate está en una etapa fenológica en que lo iguala en altura, por lo tanto puede crearse un microclima de humedad, luz y temperatura favorable a las enfermedades. Otro cuidado es al trasplantar, puede convertirse en diseminador.

La infraestructura de techos plásticos, son usados en estación lluviosa como estrategia de los productores para evitar: a) el golpe del “granizo” o gotas de lluvia que rompan las hojas donde puedan entrar patógenos, b) manchas en los frutos por el agua de lluvia, c) salpique de lluvia en las plantas, y d) mayor crecimiento de las matas por el calor generado. El criterio de los especialistas también indica otros efectos: a) mayor eficiencia en las aplicaciones de plaguicidas al no estar expuestos al lavado de la lluvia, b) mayor eficiencia de absorción de los fertilizantes al reducirse la lixiviación y lavado, c) mayor eficiencia de absorción de la planta de tomate a la radiación fotosintéticamente activa o de mejor calidad para su más rápido y mejor crecimiento. Estos beneficios le dan más capacidad de defenderse a las enfermedades.

Es interesante como algunos productores ponen su ingenio para solucionar problemas como las lluvias intensas, se pudo observar en la zona alta (San Luis) la modificación de la forma del techo plástico con aspecto de canaletas o techos de casas (Anexo 22), diferente a los de la zona baja e intermedia (Anexo 23) con forma recta o lineal. Esto lo hacen también para evitar que el agua escurrida del techo salpique las plantas y se enfermen principalmente por bacterias como *Xanthomonas campestris*, sino más bien que caiga en el arbusto de café o a distancia prudencial.

El manejo nutricional lo están realizando con las fertilizaciones para fortalecer las plantas y disminuir la posible predisposición a enfermedades, con elementos como el calcio antes de la siembra (*Ralstonia solanacearum*). La fertilización orgánica es recomendable pero estos agricultores no la practican.

La forma de producción también puede incidir en la propagación de las enfermedades, como tener varios lotes en diferentes lugares donde pueden transportar los patógenos en la tierra de las herramientas o equipos sin lavar, calzado y vehículos. Se observó que los agricultores no tienen cuidado con este aspecto.

Control químico

Los productores de las tres zonas, usan principalmente cuatro fungicidas en común para combatir el Tizón temprano (*Phytophthora infestans*): Curzate (cimoxanil), Daconil (clorotalonil), Acrobat (dimetomorph) y Ridomil (metalaxil) en orden de frecuencia. Además el Previcur (propamocarb) fue mencionado en las zonas baja y alta (Anexo 24).

Para prevenir Tizón tardío se recomiendan fungicidas protectores o de contacto, y al presentarse la enfermedad fungicidas sistémicos (movilización interna por el Xilema), como Ridomil y Curzate, de forma alterna con un producto de amplio espectro (Daconil) o mezcla de ambos, pero con cuidado debido a que en poco tiempo pueden surgir razas resistentes al producto. Estos productos sistémicos deben aplicarse varias veces en período de crecimiento de las plantas, debido a que no son transportados a tejidos nuevos (MAG 1991, Rivera 1999).

Combatir los patógenos se hace difícil, tomando en cuenta lo expuesto por Bustamante *et al.* (2000) en cuanto a las características, principalmente de los hongos del follaje, de movilidad, rapidez reproductiva, y capacidad de evolución en presencia de cultivares resistentes o de plaguicidas, esta habilidad microevolutiva es una gran barrera para los programas de mejoramiento por eso se dan reemplazos periódicos de las fuentes de resistencia a un determinado microorganismo con grandes costos económicos y ecológicos.

Son pocos los productos mencionados con más frecuencia para Tizón temprano (*Alternaria solani*), como Amitraz (amitraz), Antracol (propineb) y Cobre Sandoz (óxido de Cobre). En la zona alta no aparecen productos por no ser una enfermedad problemática para los productores. El Tizón temprano es sensible a ditiocarbamatos, como el Antracol, y al Cobre pero resistente a fungicidas sistémicos (Messiaen 1979). Se recomienda también Daconil (MAG 1991).

El control químico para las enfermedades bacterianas está centrada en Agrimycin (estreptomycina) y Kasumin (kasumagicina), pero también lo combinan con fungicidas como Daconil (clorotalonil), Orthocide (captan) y Kocide (hidróxido de Cobre) entre otros. Por su combate difícil se recomienda la efectividad de los tratamientos con antibióticos (sistémicos) y fungicidas cúpricos (Messiaen 1979, MAG 1991).

Todos estos productos no representan alto peligro para los productores, y al parecer ni para los insectos como las abejas, con cierto cuidado para Kocide y Cobre Sandoz por su moderada peligrosidad (Anexos 25). El Daconil es reportado como reductor del desarrollo del hongo *Beauveria bassiana* enemigo natural de mosca blanca (Clark *et al.* 1982).

Con frecuencia, el uso de fungicidas y otros plaguicidas específicos contra un patógeno particular, provoca un aumento en la población de otros patógenos que no son afectados por el plaguicida específico y en la severidad de las enfermedades que ocasionan, esto sucede incluso en fungicidas sistémicos de amplio espectro, como el benomyl, que controla la mayoría de los patógenos aunque no todos (Agrios 1986). Cuando estos fungicidas se utilizan amplia y regularmente, algunos hongos como *Alternaria* no son afectados por ellos, y en poco tiempo adquieren más importancia como patógenos que cuando se utilizaban fungicidas más generales.

Factores favorables

La mucha lluvia, o altas precipitaciones, es para los productores la causa principal en la afectación de las enfermedades fungosas Tizón tardío (84%) y Tizón temprano (88%), así como para las bacterianas Mancha bacteriana (92%) y Marchitez bacterial (29%), esta última también por los suelos secos y colorados (29%). Ellos mencionan las bajas temperaturas por la relación hacia las lluvias, al sentir fresco el ambiente (Anexo 26 y 27).

La lluvia marchita y pudre los tejidos tiernos y aéreos con rapidez, por la alta y prolongada humedad (CATIE, 1990).

Otros factores favorables mencionados por los productores para enfermedades fungosas son neblina, rocío, nubosidad, cambios de temperatura y vientos fuertes. Cuando observan rocío en la noche, lo limpian en la madrugada con aspersiones de aire con la bomba. Este conocimiento es válido tomarlo en cuenta según la zona, como la nubosidad, neblina y vientos fuertes que son mayores en la zona alta y gradualmente disminuyen hacia las zonas intermedia y baja, previéndose la posibilidad de aumento de incidencia de enfermedades. A pesar de ser factores climatológicos muy importantes para las enfermedades, no existen registros de este tipo, a excepción de las temperaturas, precipitación y

humedad relativa (en la estación metereológica de la zona alta no registran la última), lo cual debe considerarse en las investigaciones en las zonas.

Los agricultores consideran también que lluvias seguidas de días de sol, hace calentar las plantas y al caerles lluvia nuevamente con seguridad tendrán incidencia de enfermedades fungosas, por eso aplican a tiempo los fungicidas.

Se ha referido la influencia de la temperatura, la humedad, el viento, la luz y el pH del suelo en el desarrollo de las enfermedades. La humedad puede presentarse en forma de lluvia o agua de riego sobre la superficie de la planta o en torno a las raíces, como humedad relativa en la atmósfera y como rocío.

La mayoría de las enfermedades bacterianas, así como muchas de las enfermedades fungosas son favorecidas por la alta humedad o por alta humedad relativa. Las bacterias patógenas y las esporas de hongos normalmente son diseminadas por las gotas de agua dejadas por la lluvia, por el agua de lluvia transportada desde la superficie de los tejidos infectados hasta los tejidos sanos, o bien por el agua libre del suelo. Las bacterias penetran las plantas a través de heridas o aberturas naturales y ocasionan una enfermedad severa cuando son muy abundantes. Una vez establecidas en el interior de los tejidos de la planta, las bacterias se propagan con mayor rapidez y muestran una mayor actividad durante el tiempo húmedo, probablemente debido a que las plantas, al absorber una cantidad mucho mayor de agua y volverse carnosas, proporcionan las altas concentraciones acuosas que favorecen las bacterias (Agrios 1986).

Cuando el suelo está húmedo, pero no inundado, ejerce acción sobre patógenos hongos del suelo como *Phytophthora*, y algunas bacterias como *Pseudomonas* o *Erwinia*, para producir síntomas más severos sobre las plantas.

Los productores para evitar la humedad en la planta por mucho tiempo tienen precauciones al seleccionar el lugar tales como: a) la orientación con respecto al sol (lote en dirección a la puesta del sol o plantas al lado del cafeto donde no le haga sombra), b) no sembrar a la orilla de los ríos ni debajo de los árboles.

El viento es más importante cuando va aunado a la lluvia, ésta acarreada por el viento facilita la liberación de las esporas (*Phytophthora*) y bacterias de los tejidos que han sido infectados y las lleva

posteriormente a través del aire depositándolas sobre superficies húmedas que, en caso de que sean susceptibles, pueden ser infectadas de inmediato. Se recomienda entonces sembrar en contra de la dirección del viento. El viento daña también las superficies de las plantas cuando las azota y las frota entre sí; eso facilita la infección por muchos hongos y bacterias y también por algunos virus transmitidos por vía mecánica (Agrios 1986). La disminución de la intensidad luminosa incrementa la susceptibilidad de las plantas a las infecciones virales, siempre que sea uno o dos días antes de la inoculación (Agrios 1986).

Algunos productores han puesto énfasis en el suelo observando su coloración, textura y topografía, con relación a determinada enfermedad, así para Tizón tardío indican suelos mal drenados, arcillosos, negros, colorados y secos. Con las tierras coloradas se refieren a los arcillosos, y los negros a los que tienen más arena que arcilla⁶. El pH del suelo influye sobre el patógeno en algunos casos, pero también en el debilitamiento del hospedero por nutrición desbalanceada inducida por la acidez del suelo, afecta la incidencia y severidad de la enfermedad. Bustamante *et al.* (2000) señala que suelos con pH entre 6 y 8 tienen diversidad biológica convirtiéndolos en suelos supresivos (donde el desarrollo y actividad de los patógenos es mínima).

Otro factor que toman en cuenta es evitar sembrar cerca de tomates viejos (los que permanecen mucho tiempo antes de ser limpiados), por ser fuentes de inóculo seguro.

Los productores no consideran que organismos del suelo, como los nemátodos (alta incidencia en las zonas estudiadas) pueden predisponer a las plantas y ser atacadas por enfermedades para lo cual hacen el control a ésta y no al posible verdadero causante.

Todos los factores mencionados por los productores, son confirmados por los especialistas y están documentados (Messiaen 1979, Agrios 1986, CATIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998, Rivera 1999).

⁶ Casasola, Francisco. Productor de tomate y profesional agropecuario.

4.3. Productividad, costos e ingresos

Los productores manejan la información económica y productiva con cierta cautela, sobre todo referente a costos de producción, y a nivel nacional son pocos los datos en detalle encontrados al respecto. Por tal razón los costos se dividieron solamente en dos conceptos: productos químicos (plaguicidas y fertilizantes) y mano de obra (incluye insumos, y otros), según indican los productores. Los detalles obtenidos en productividad, costos e ingresos se detallan en el Cuadro 11.

Los rendimientos son mayores en la estación seca, sobretodo en la zona baja (67 t/ha), seguidos por la zona intermedia (48 t/ha) y alta (24 t/ha), para un promedio total de 52 t/ha. En la estación lluviosa, siempre es mayor en la zona baja (62.8 t/ha), y seguidos por la zona intermedia (44.5 t/ha) y alta (20.33 t/ha), para un promedio total de 48.6 t/ha.

El rendimiento mínimo se registró en la estación lluviosa para la zona baja y alta con 12.78 y 13.50 t/ha respectivamente, y el mayor fue en la estación seca y lluviosa con 115 t/ha en la zona baja (corresponde al mismo productor). La disminución del rendimiento de la estación seca a la lluviosa es de 6, 7 y 15%, en las zonas baja, intermedia y alta respectivamente, con disminución total del 6.5%.

A excepción de la zona alta, estos promedios son mayores a lo encontrado por Calvo (1990) con 36 t/ha en estación seca, y a lo anotado por Bolaños (1998) con 17-38 t/ha, posiblemente por las variedades de gran rendimiento utilizadas (Pike Ripe) en las zonas baja e intermedia y a un mejor control de plagas, sobretodo con la mosca blanca. En las zonas alta e intermedia son menores los rendimientos por las condiciones climatológicas menos adecuadas para la maduración fisiológica del tomate y básicamente en la zona alta por la variedad Naranja genéticamente de menor productividad. El alto valor dado por uno de los productores (115 t/ha) probablemente influya de alguna manera en el promedio obtenido en la zona.

Respecto a los costos, es difícil para los productores detallarlos debido al uso múltiple (varios ciclos de cultivo) de ciertos equipos e insumos (herramientas, cajas plásticas, bombas de mochila, sistema de riego, etc.) cuyo deterioro o vida útil estará en función del tipo de uso y otros. Además el presupuesto de mano de obra familiar y el gasto en transporte (vehículo propio o alquilado) depende del número de lotes o distancias. Los productores no saben diferenciar los costos fijos (depreciación de maquinaria,

bodegas, etc.) de los costos variables (mano de obra, productos químicos, etc.), por tal razón referiremos los costos de acuerdo a los dos conceptos manejados por los agricultores.

Cuadro 11. Productividad, costos e Ingresos de productores de tomate en tres zonas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

	BAJA	INTERMEDIA	ALTA	PROMEDIO
ESTACION SECA				
Rend. prom	67 t/ha	48 t/ha	24 t/ha	52 t/ha
Precio prom. (colones/kg)	146,11	146,11	146,11	146,11
Ingresos promedio/ha	9 779 655	6 967 621	3 513 680	7 641 757
Costos (colones)	1 988 095	2 236 735	1 080 952	1 926 786
(% sobre los Ingresos)	20%	32%	31%	25%
ESTACION LLUVIOSA				
Rend. prom.	62.8 t/ha	44.5 t/ha	20.3 t/ha	48.6 t/ha
Precio prom. (colones/kg)	227,22	227,22	227,22	227,22
Ingresos promedio (col/ha)	14 270 777	10 110 188	4 620 337	11 044 363
Costos (colones/ha)	2 230 890	2 440 082	1 242 763	2 137 138
(% sobre los Ingresos)	16%	24%	27%	19%
DIFERENCIA (SECA/LLUV)				
Rend. prom.	4.2 t/ha - 6%	3.5 t/ha - 7%	3.7 t/ha - 15%	3.7 t/ha - 6.5%
Precio prom. (colones/kg)	83.11 + 55.5%	83.11 + 55.5%	83.11 + 55.5%	83.11 + 55.5%
Ingresos promedio (col/ha)	4 491.122 + 46%	3 142.567 + 45%	1 106.657 + 31.5%	3 402.606 + 44.5%
Costos (colones/ha)	242 795 + 12%	203.347 + 9%	161,811 + 15%	210.352 + 11%

Otro tipo de costo es el impuesto territorial, el cual no pagan estos productores, convirtiéndose en ganancia extra para ellos. Existe diferencia de opinión respecto a la rentabilidad de este cultivo, aunque el consenso de los productores es de baja rentabilidad por la variabilidad de precios. Sin embargo, sigue la tradición de este cultivo en el cantón. Con base en los datos recopilados de estos mismos productores, más adelante puede observarse los altos ingresos recibidos en la comercialización del producto final.

La información está dividida en las dos estaciones: seca y lluviosa, para conocer el posible aumento o pérdida entre ellas, así como en cada una de las zonas para ver la diferencia entre ellas (Cuadro 11).

Los costos en términos absolutos son mayores en la zona intermedia, en las dos estaciones (32% en seca y 24% en lluvia). Los costos porcentuales con relación al ingreso, en las dos estaciones, son mayores en las zonas intermedia y alta (32 y 31% en seca y 24 y 27% en lluvia, respectivamente), con respecto a la

zona baja (20 y 16%), quizás debido al gasto en movilización dada la mayor distancia y al mayor uso de fungicidas por ser lugares más húmedos. El costo promedio total es del 25%. El aumento de los costos de la estación seca a la lluviosa es del 12, 9 y 15% para las zonas baja, intermedia y alta, con promedio total de 11%.

De los pocos estudios reportados por el MAG se tienen lo siguiente: a) en 1972 reportaban en Grecia un costo total promedio del 49% sobre los Ingresos (MAG 1972), b) en 1977 un estudio realizado en zonas tomateras con riego de Alajuela, estimaban estos costos como del 30% (MAG 1977), y c) en 1984 el análisis en el Valle Central Occidental indicó ser del 79% aduciendo factores biológicos del tomate y al mercado (MAG 1984). Como se observa hay gran variabilidad en los costos, cuyo peso porcentual dependerá principalmente de los precios de mercado en el Ingreso.

En la estación lluviosa se presentan los mayores costos, sin embargo casi no se nota su peso porcentual sobre los ingresos, debido al mejor precio que aumenta considerablemente los ingresos con respecto a la estación seca.

Los mayores costos en la estación lluviosa no se reflejan tanto debido al mejor precio del producto con incremento de los ingresos, y al aumento solo en el concepto de productos químicos, mientras el resto se mantiene igual. El costo mínimo se registró en la estación seca para la zona alta con ¢ 800.000/ha (US\$ 2.581/ha) y el mayor en la estación lluviosa con ¢ 4.000.000/ha (US\$ 12.903) en la zona intermedia.

El costo promedio total en productos químicos y mano obra, en la estación seca, representan el 60% y 40% respectivamente. El detalle de productos químicos y mano de obra por zonas es casi similar: a) zona baja (65 y 35%), b) zona intermedia (60 y 40%) y c) zona alta (54 y 46%).

El costo promedio total en productos químicos y mano obra, en la estación lluviosa, representan el 63 y 33% respectivamente. El detalle por zonas de productos químicos y mano de obra, es casi similar: a) zona baja (69 y 31%), b) zona intermedia (63 y 37%) y c) zona alta (60 y 40%).

Calvo (1996) señalaba que en América Central los costos de combate de plagas en tomate representaban el 37-47 % de los costos totales directos de producción. Este mismo autor⁷ en 1994 determinó en

⁷ Calvo, Gustavo. 2000. Estructura de costos en trabajo realizado con Programa MIP y productores de Grecia. Entrevista personal.

Grecia el Costo promedio (estación lluviosa) para productos químicos en 65 y 35% para mano de obra, datos similares a los encontrados en este estudio.

De forma general los productos químicos aumentan en 30-40% para la estación lluviosa, sin embargo este gasto es compensado al no tener gastos en mano de obra ni riego, aunque tienen el gasto del plástico. La producción es clasificada en tomate de calidades I, II y III, representando el 62, 19 y 19% del total, para todas las zonas.

Por la variabilidad de la información de precios dada por los productores, la estimación de los ingresos se realizó con los precios de tomate I y II reportados para 1999 en Grecia por la Comisión Nacional de Producción de Costa Rica (CNP 2000).

Los ingresos fueron mayores en la estación lluviosa, a pesar de los mayores costos y menores rendimientos, debido al incremento de los precios promedio (+ 55.5%). Los ingresos aumentaron en 46, 45 y 31.5 % para las zonas baja, intermedia y alta respectivamente, con promedio total de 44.5 %. El ingreso mínimo se registró en la estación seca para la zona baja con $\$ 2.614.220$ /ha y el mayor en la estación lluviosa con $\$ 26.135.100$ /ha en la zona baja y para el mismo productor con mayor rendimiento (115 t/ha).

En este mercado con precios tan variables, el productor tiene el riesgo de perder si los precios bajan, pero también en recuperarse en corto tiempo, de ahí la importancia de programar escalonadamente las siembras y respectivas cosechas, contar con el riego, la habilidad de mercadeo y gerencia del productor. Esto es importante en la percepción del productor ya que mientras tengan esas calidades de semilla, no les importa que sean susceptibles a enfermedades ni el costo en productos químicos para combatirlas, al estar seguros de recuperarse con producción almacenada cuando hay buenos precios.

4.4. Evaluaciones de tierras (ALES)

4.4.1. Evaluación física y de rendimiento

4.4.1.1. Cultivo de tomate sin presencia de plagas

Las once unidades básicas de mapeo evaluadas tienen área total de 11,043.20 ha (78% del área del cantón), correspondiendo seis a la zona baja (5.005 ha, 45.3 %), tres a la zona intermedia (2.948 ha, 26.7%) y dos a la zona alta (3.090, 28% ha) (Cuadro 12, Anexos 28 y 30).

Se codificaron 11 nombres nemotécnicos, en formato ALES, representantes de las once unidades cartográficas en cada estación: seca y lluviosa, diferenciadas en su base de datos por sus propias condiciones climatológicas y de suelo (Anexo 28). En el Cuadro 12 se anotan las poblaciones, distrito, altitud promedio y área en cada unidad de mapeo.

Cuadro 12. Nombres codificados y áreas de las unidades cartográficas de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

Unidad de mapeo	Altura msnm	Distrito	Poblaciones	Area total (ha)	(%)
FAL				11.043,2	100
TACION SECA					
Zona Baja				5.005,0	45,3
S1	800	Tacares	Tacares, Bodegas	1.165,2	10,6
S2	900	Tacares/Grecia/ Puente de Piedra	El Porvenir/Rincón de Arias, Hda Giralda/ Lomas, Poró	2.220,5	20,0
S3	850	Pte Piedra/Grecia	Peralta, Puerto Escondido, Montezuma/San Antonio	511,3	4,6
S4	820	Pte Piedra/Tacares	Rincón de Salas/Cataluña, Cerdas	915,0	8,4
S5	700	Puente de Piedra	La Argentina	190,6	1,7
S6	600	Puente de Piedra	Bajos Cedros	2,4	0,02
Zona Intermedia				2.947,9	26,7
S7	1010	San José/Sn Roque/ San Isidro	Arena, Sta Gertrudis Sur, Sta Gertrudis Norte, Cedros/San Roque/Higuerones	1.387,5	12,6
S8	1100	San Isidro	Mesón	760,2	6,9
S9	1050	Grecia/Bolívar	Agualote, Calle Carmona, San Vicente, Grecia San Juan	800,2	7,2
Zona Alta				3.090,2	28,0
S10	1350	Bolívar/Sn Isidro/ Sn Roque	San Luis/Camejo, San Francisco/San Miguel de Arriba	1.642,3	14,9
S11	1300	San Isidro/Sn José/ San Roque	San Isidro/Calle Rodriguez/ San Miguel, Carbonal	1.447,9	13,4
TACION LLUVIOSA					
Zona Baja				5.005,0	45,3
S1	800	Tacares	Tacares, Bodegas	1.165,2	10,6
S2	900	Tacares/Grecia/ Puente de Piedra	El Porvenir/Rincón de Arias, Hda Giralda/ Lomas, Poró	2.220,5	20,0
S3	850	Pte Piedra/Grecia	Peralta, Puerto Escondido, Montezuma/San Antonio	511,3	4,6
S4	820	Pte Piedra/Tacares	Rincón de Salas/Cataluña, Cerdas	915,0	8,4
S5	700	Puente de Piedra	La Argentina	190,6	1,7
S6	600	Puente de Piedra	Bajos Cedros	2,4	0,02
Zona Intermedia				2.947,9	26,7
S7	1010	San José/Sn Roque/ San Isidro	Arena, Sta Gertrudis Sur, Sta Gertrudis Norte, Cedros/San Roque/Higuerones	1.387,5	12,6
S8	1100	San Isidro	Mesón	760,2	6,9
S9	1050	Grecia/Bolívar	Agualote, Calle Carmona, San Vicente, Grecia San Juan	800,2	7,2
Zona Alta				3.090,2	28,0
S10	1350	Bolívar/Sn Isidro/ Sn Roque	San Luis/Camejo, San Francisco/San Miguel de Arriba	1.642,3	14,9
S11	1300	San Isidro/Sn José/ San Roque	San Isidro/Calle Rodriguez/ San Miguel, Carbonal	1.447,9	13,4

El nivel de aptitud física obtenido para el cultivo de tomate, en cada unidad de mapeo, es el resultado de la combinación de factores que pudieron limitar o no su expresión potencial genético.

Los rendimientos potenciales considerados, en la estación seca, para las zonas baja e intermedia fueron de 74 t/ha y en la alta de 32 t/ha. En la estación lluviosa fueron de 65.5 y 20 t/ha, en el mismo orden (Cuadro 14).

De forma general, la mayoría de las unidades evaluadas presentaron poca aptitud física (4), en las dos estaciones, principalmente por la limitante de agua disponible (déficit en seca o exceso en lluvia). Sin embargo, existen otras limitantes específicas en cada lugar que de forma combinada dieron como resultado el tipo de aptitud física (Cuadro 13).

En estación seca, las unidades con mayor aptitud física (1) están ubicadas en las zonas intermedia y alta (GRS7, GRS8, GRS10 y GRS11) (Cuadro 13 y Anexo 31), debido a que tienen mayor precipitación (508 mm en zona intermedia y 405 mm en zona alta) que permite suplir los requerimientos mínimos de agua en el ciclo del cultivo (< 300 mm), y en combinación también con características de suelo de regulares a óptimas (pendiente, textura, profundidad) (Anexo 28). El área total es de 5.237,9 ha (47.5%). En consecuencia el rendimiento es poco afectado, logrando 95 a 100% del rendimiento potencial, con 67 t/ha para las dos primeras unidades, así como 29 y 32 t/ha para las dos últimas respectivamente. La GRS10 presenta menor rendimiento que la GRS11 por tener mayor pendiente (> 15%)(Cuadro 14).

Además, el cultivo de tomate presenta nivel apto (3) en 800,2 ha (7,2%) correspondiente a la unidad GRS9, con rendimiento de 67 t/ha limitado por textura y pendientes regulares.

En estación lluviosa casi todas las unidades presentan poca aptitud (4), a excepción de las unidades GRL6 (moderada aptitud: 2) y GRL8 (apta: 3) con, debido principalmente al exceso de humedad sobretodo en las zonas altas e intermedia donde también influyen las bajas temperaturas. El área según el nivel de aptitud es de 10.280,5 ha (93%), 2,4 ha (0,02%) y 760,2 (6,9%), respectivamente (Cuadro 13, Anexos 28 y 35).

El rendimiento potencial se reduce en 60%, para las de aptitud 4, con 26 t/ha en la zona baja y 8 t/ha en zona alta. Para las aptitudes 2 y 3, la reducción es del 10% con 59 t/ha en cada unidad (Cuadro 14).

Estas evaluaciones reafirman la lógica del productor de preferir las zonas intermedia y alta en estación seca, para obtener mejor productividad del cultivo, dado que la zona baja necesita mayor manejo de agua.

Cuadro 13. Clases de aptitud física del cultivo de tomate y expresión de plagas en cada unidad de mapeo de tres zonas de Grecia, Alajuela. CR. 2000

Unidad de mapeo	ENFERMEDADES				INSECTOS				RIESGO DE PLAGAS	CULTIVO DE TOMATE
	Tizón tardío	Tizón temprano	Mancha Bacteriana	Marchitez bacterial	Mosca blanca	Gusano alfiler	Mosca minadora	Gusanos del fruto		
SECA										
GRS1	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS2	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS3	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS4	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS5	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS6	5	5	5	5	1	1	1	1	3	4
GRS7	5	5	5	5	1	1	1	1	3	1
GRS8	5	5	5	5	1	1	1	1	3	1
GRS9	5	5	5	5	1	1	1	1	3	3
GRS10	5	5	5	5	3	3	3	3	4	1
GRS11	5	5	5	5	2	2	2	2	3	1
LLUVIA										
GRL1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
GRL2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
GRL3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
GRL4	2	2	1	1	3	3	3	3	1	4
GRL5	2	2	1	1	3	3	3	3	1	4
GRL6	2	2	1	1	3	3	3	3	1	2
GRL7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
GRL8	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3
GRL9	2	2	1	1	3	3	3	3	1	4
GRL10	2	2	2	2	5	5	5	5	2	4
GRL11	2	2	2	2	3	3	3	3	2	4

4.4.1.2. Cultivo de tomate con presencia de plagas

Tal como lo expresaban los productores y también confirmado por los especialistas, los insectos presentaron mayor expresión en estación seca y los patógenos (enfermedades) en estación lluviosa. Esto se debe a las condiciones climáticas adecuadas, principalmente la mayor temperatura para los insectos y mayor humedad relativa para las enfermedades.

En la estación seca, las enfermedades no tienen presencia significativa, nivel 5 (muy baja) para todas las unidades (11.043,2 ha)(Cuadro 13, Anexos 33 y 34). Por otra parte los insectos en la mayoría de las unidades presentan muy alta capacidad de expresión con nivel 1 (7.953 ha, 72%). Solamente en la zona alta, por la menor temperatura y mayor humedad relativa, los insectos reducen su expresión de media (3) a alta (2), en las unidades GRS10 (1.642,3, 14,9%) y GRS11 (1.447,9 ha, 13,4%) respectivamente (Cuadro 13 y Anexo 32).

En la estación lluviosa, los insectos tienen expresión media (nivel 3) en casi todas las unidades (9.401 ha, 85%) debido a que las temperaturas y humedad relativa todavía son regulares para su desarrollo, aunque las lluvias puedan ejercer un efecto mecánico para su eliminación. Esto concuerda con los productores encuestados al indicar las lluvias como factor favorable, pero en el sentido de observar su presencia y posiblemente favorecido también por el efecto protector de los techos plásticos, ya mencionado anteriormente (Cuadro 13 y Anexo 36). La excepción se presenta en la unidad GRL10 (1.642 ha, 15%) de la zona alta con nivel muy bajo de 5, debido a la limitante de altitud (>1300 msnm).

En la expresión de los patógenos se combina clima con suelo, por lo tanto su expresión está limitada también por características propias en cada unidad, como textura y pendiente. Se observa entonces expresiones de media (3) a muy alta (1) (Cuadro 13).

En estación lluviosa, las expresiones muy altas (1) se dan para enfermedades bacterianas en tres unidades de la zona baja (GRL4 a la GRL6: 1.108 ha, 22%), y una de la intermedia (GRL9: 800 ha, 7,2%), debido principalmente a que las bacterias requieren mayores temperaturas que los hongos. Además las enfermedades bacterianas pueden presentarse con niveles altos (2) en zona intermedia y alta (GRL8, GRL10 y GRL11: 3.850 ha, 35%), y con niveles medios (3) en las zonas baja e intermedia (GRL1 a la GRL3 y GRL7: 5.285 ha, 47,8 %) (Cuadro 13, Anexos 28 y 38).

Las enfermedades fungosas, en estación lluviosa, presentan expresiones altas (2) en la mayoría de las unidades para las tres zonas (GRL4 a la GRL6 y GRL8 a la GRL11; 5.758,7 ha, 52%). También pueden presentar expresiones medias (3) en zona baja e intermedia (GRL1 a la GRL3 y GRL7; 5.284,5 ha, 47,8 %) (Cuadro 13, Anexo 28 y 37).

De forma general, los rendimientos disminuyen de acuerdo al grado de expresión o presencia de plagas, llegando a reducciones del 30 al 81% sobre el rendimiento logrado por aptitud física en cada unidad cartográfica (Cuadro 14).

El máximo rendimiento se obtiene en estación seca con 27 t/ha, en todas las unidades de la zona intermedia, y el mínimo rendimiento es de 5 t/ha en dos unidades de la zona baja y una de la zona alta (Cuadro 14).

Cuadro 14. Rendimiento potencial (t/ha), según aptitud física del cultivo de tomate y riesgo de plagas en cada unidad de mapeo de las zonas de Grecia, Alajuela. CR 2000.

Unidad de mapeo	RENDIMIENTO (t/ha)			RENDIMIENTO (t/ha)	
	Potencial	Según aptitud física	Relación B/C	Con Riesgo de plagas	Relación B/C
SECA					
GRS1	74	30	0,8	12	0,3
GRS2	74	30	0,8	12	0,3
GRS3	74	30	0,8	12	0,3
GRS4	74	30	0,8	12	0,3
GRS5	74	30	0,8	12	0,3
GRS6	74	30	0,8	12	0,3
GRS7	74	67	1,8	27	0,7
GRS8	74	67	1,8	27	0,7
GRS9	74	67	1,8	27	0,7
GRS10	32	29	0,8	20	0,6
GRS11	32	32	0,9	13	0,4
LLUVIA					
GRL1	65,5	26	2,5	11	1,0
GRL2	65,5	26	2,5	11	1,0
GRL3	65,5	26	2,5	11	1,0
GRL4	65,5	26	2,5	5	0,5
GRL5	65,5	26	2,5	5	0,5
GRL6	65,5	59	5,7	12	1,1
GRL7	65,5	26	2,5	11	1,0
GRL8	65,5	59	5,7	18	1,7
GRL9	65,5	26	2,5	5	0,5
GRL10	20	8	0,8	2	0,2
GRL11	20	8	0,8	2	0,2

Abreviatura: B/C: beneficio/costo

4.4.2. Evaluación económica

Los beneficios económicos están asociados a la potencialidad de producción y al precio de venta principalmente. Por tal razón se obtiene mayor relación beneficio/costo en estación lluviosa, cuando hay mejores precios, que en estación seca cuando hay mayor rendimiento (Cuadro 14).

En el modelo del cultivo de tomate sin presencia de plagas, los valores máximos fueron de ¢5,7 en estación lluviosa (GRL6 y GRL8) y de ¢1,8 (GRL7 a la GRL9) en estación seca por cada ¢1 invertido. El valor mínimo fue de ¢0,8 en las dos estaciones (todas las unidades de las zonas baja y alta).

En el modelo del cultivo de tomate con presencia de plagas, estos valores se reducen más desde 25 a un 80%. En estación lluviosa se obtienen los valores máximos y mínimos con ¢1,7 y ¢0,2 respectivamente. Estos dos valores se presentan en la misma estación lluviosa, debido a que el riesgo por plagas es mayor (niveles de 1 a 3) que en la estación seca (mayormente nivel 4) (Cuadros 13 y 14).

4.5. Presentación de resultados del sistema experto

Para facilitar la presentación de resultados conseguidos con los análisis del Sistema de Información Geográfica, Sistemas de Evaluación de Tierras, las experiencias de los productores, de los especialistas y la información secundaria consultada, se utilizó el presentador Power Point de la Microsoft.

Algunas de las ventajas del Power Point, están referidas a las facilidades para relacionar, mediante hipervínculos, diferentes temas previamente organizados en árboles, siguiendo secuencias lógicas. Esto permite acceder a la información de manera secuencial de acuerdo a las necesidades de información de los usuarios. Navegar en el sistema facilita la identificación de temas y sugerencias ofrecidos por los expertos y especialistas, de acuerdo a las condiciones ambientales predominantes.

El Power Point, por ser un programa accesible a la mayoría de usuarios de los programas de Microsoft, permite llegar a muchas personas, a costos relativamente bajos. Además las facilidades para el manejo de animaciones, gráficos, colores y en general multimedia, ayuda a crear formas atractivas y de fácil entendimiento. Algunas opciones no han sido utilizadas como la incorporación de sonido (voz, música) y video.

El usuario puede acceder a la información para contribuir en la toma de decisiones sobre el manejo del cultivo de tomate, sus producciones por zonas y épocas. Así también, sobre la expresión de plagas del tomate en los diferentes escenarios (zonas altitudinales y épocas) y sugerencias de manejo expresadas por los productores y los especialistas sobre el manejo del tomate asociado con café.

Existen sin embargo algunas desventajas, entre ellas, la falta de mecanismos de búsqueda (a manera de bases de datos), y el manejo interactivo de ventanas.

El sistema experto se organizó con un menú principal con varios niveles, de manera que existen relaciones entre niveles de forma vertical y dentro de cada nivel de manera horizontal. Estas relaciones se efectuaron mediante hipervínculos.

El primer menú (nivel 1) considera los siguientes aspectos: Características de la zona, Cultivo de tomate, (Insectos plagas, Enfermedades Fungosas, Enfermedades Bacterianas, Producción) y Costos.

El segundo nivel detalla los temas del primero y así sucesivamente, hasta llegar al conocimiento respectivo. En este nivel se consideran varios menús. Ellos son: Características (zonas de trabajo, Unidades cartográficas, caracterización de los productores), Cultivo de tomate (generalidades, prevención y manejo de plagas, zonas de siembra), Insectos (Complejo mosca blanca-geminivirus, Gusano alfiler, Gusano del fruto, Gusano del fruto, Mosca minadora), Enfermedades fungosas (Tizón tardío "Apagón", Tizón temprano "Bajera"), Enfermedades bacterianas (Marchitez bacteriana, Mancha bacteriana), Producción (Zona Baja, Zona intermedia, zona alta), Costos (Zona Baja, Zona intermedia, Zona alta).

5. CONCLUSIONES

1. En las tres zonas estudiadas, los productores realizan el manejo de las plagas básicamente con plaguicidas, sobre todo en las zonas baja e intermedia donde hay mayor área de siembra y experiencia. Sin embargo, tienen también tecnologías propias, adoptadas y adaptadas de los técnicos y especialistas.
2. El comportamiento de las plagas es similar en las zonas bajas e intermedia, mientras que en la zona alta es menor la incidencia de insectos y mayor la de enfermedades.
3. Las principales plagas del tomate asociado con café en Grecia, tienen patrones diferenciados de acuerdo a la estación seca o lluviosa. En la estación seca hay mayor presencia de insectos plagas, principalmente mosca blanca, gusano alfiler, mosca minadora y gusanos del fruto. En la estación lluviosa, hay mayor incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas, principalmente de tizón tardío, tizón temprano, mancha bacteriana y marchitez bacterial.
4. La evaluación por aptitud física y el rendimiento para el tomate y sus plagas, tienen valores diferentes de acuerdo a la zona (altitud), a la estación del año y al manejo. En estación seca, los mejores lugares para el desarrollo del tomate en la zona intermedia son: Santa Gertrudis Sur, Santa Gertrudis Norte, Arena, Cedros, San Roque, Higuerones y Mesón, y en la zona alta San Luis, Camejo, San Francisco y San Miguel de Arriba, San Isidro, Calle Rodríguez, San Miguel y Carbonal. En estación lluviosa la mayoría de los pueblos tienen moderada aptitud para el cultivo.
5. El efecto de plagas en la pérdida de producción de tomate, es de 60% en zona baja e intermedia, y 30-60% en zona alta, para la estación seca. En la estación lluviosa es de 60-80% en zona baja e intermedia, y 75% en zona alta. Los mejores rendimientos, se obtienen en estación seca para toda la zona intermedia, con 67 t/ha, y los menores rendimientos en estación lluviosa para la zona alta con 8 t/ha.

6. Los beneficios económicos están fuertemente influenciados por el mercado (precios) y por la reducción del rendimiento debido principalmente a plagas. Los mejores beneficios se obtienen en la estación lluviosa, en las zonas baja e intermedia, pero son negativos cuando hay presencia de plagas. En estación seca prácticamente en todas las zonas no hay beneficio, con excepción de la zona intermedia, siendo mucho menor con la presencia de plagas.
7. Las evaluaciones de la aptitud física para el tomate y las principales plagas realizadas por el ALES, no son diferentes a las expresadas por los productores y especialistas de la zona.
8. La presentación de los resultados de la información generada por los expertos de manera integrada, pueda ayudar en la toma de decisiones sobre el manejo de plagas del tomate.

6. RECOMENDACIONES

1. Validar la información generada con grupos representativos de productores y especialistas.
2. Sugerir a las instituciones vinculadas con el desarrollo agrícola la recopilación e integración de la información física, biológica y socio-económica disponible.
3. Profundizar el análisis del contexto socio-económico actual de los productores de tomate de Grecia, a fin de comprender mejor su entorno especialmente al manejo de plagas en busca de soluciones para una mayor sostenibilidad del agroecosistema.
4. Utilizar las evaluaciones de aptitud física para orientar mejor el sistema de producción.

7. BIBLIOGRAFIA

- Agne, S; Waibel, H; Ramírez, O. 1999. Diagnóstico y recomendaciones sobre criterios económicos y legislación para el uso de plaguicidas en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no. 54:44-52.
- Agrios, GN. 1986. Fitopatología. Editorial LIMUSA. Distrito Federal, MX. 756 p.
- Alas, J. 1989. Efecto del calcio y el fósforo sobre la severidad del *Alternaria solani* en tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 p.
- Altieri, MA. 1992. Biodiversidad, Agroecología y Manejo de plagas. CLADES/CETAL. Santiago, CL. 162 p.
- Alvarado, RB; Trumble, JT. s.f. El Manejo Integrado de las Plagas en el cultivo de tomate en Sinaloa. Sinaloa, MX. CAADES/University of California-Riverside. 16 p.
- Andrews KL; Quezada, JR. 1989. El Contexto socioeconómico del Manejo Integrado de Plagas. *In* Manejo Integrado de Plagas insectiles en la Agricultura. Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Zamorano, HN. p. 163-173.
- Aráuz, LF; Carazo, F; Mora, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe Preliminar. Agronomía y Ciencia 1(3):37-49.
- Arias, R; Hilje, L. 1993. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) al cultivo de tomate. Manejo Integrado de Plagas no.28:20-25.
- Arze, J. 1991. Desarrollo de modelos para la transferencia de agrotecnología en el altiplano peruano. *In* Perspectivas de la Investigación agropecuaria para el altiplano.
- _____. 2000. Material visual de Curso de Agroecología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR.
- Avila, J; Pozo, O. 1991. Manejo del vector: una estrategia para el control de virosis en el cultivo del chile. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. Folleto no. 6.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. Un compendio. Fonal AP. Maracay, VE. 202 p.
- Berbel V, J. 1989. La Inteligencia Artificial en la Agricultura: Perspectivas de los sistemas expertos. Revista de Estudios Agro-Sociales no. 149:61-77.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, ES. 212 p.
- Bolaños H, A. 1998. Introducción a la Olericultura. EUNED. San José, CR. 380 p.

- Borges M, P; Vargas OE; Alvarez, CS. 2000. Actividad biológica de un virus de la Poliedrosis Nuclear en *Heliothis armigera* y *Spodoptera exigua*. Manejo Integrado de Plagas no. 55:30-35.
- Bustamente, E. 1996. Prácticas de cultivo en el manejo integrado de plagas. Hoja Técnica no. 16. Manejo Integrado de Plagas no.39: I-IV.
- _____ ; Rivas P, G; Gamboa, A. 2000. Biodiversidad como fundamento en la exclusión y manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas no. 56:6-21.
- Cajas M, CA. 1984. Control Integrado vrs. Aplicación de Biocidas en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*), a nivel comercial. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 2(1): 70-80.
- Calvo, G; French, JB; Siman, J; Kooper, N. 1990. Caracterización agroeconómica de la fitoprotección en el cultivo del tomate, Valle Central de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no.15:67-82.
- _____ ; Barrantes, L; Hilje, L; Segura, L; Ramírez, O; Kopper, N; Ramírez, A; Campos, JL. 1992. Informe de avance sobre la validación de tecnologías de manejo integrado de plagas en tomate en el Valle Central Occidental. 1991-1992. Primer Informe. MAG/GTZ/CATIE. Costa Rica. 99 p.
- _____ ; Barrantes, L; Hilje, L; Segura, L; Cubillo, D; Kopper, N; Campos, JL. 1994. Avances en la evaluación y adaptación de tecnologías de manejo de mosca blanca en parcelas de validación de tecnología MIP con agricultores, Costa Rica. Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca (Guatemala 1994). Informe. Turrialba, CR. 7 p.
- _____ . 1996. Análisis de datos económicos. In Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. L. Hilje (ed.). CATIE/PRIAG ALA 88-23. Turrialba, CR. 132 p.
- Camas G, R. 1995. Desarrollo de un modelo para la evaluación automatizada de tierra con énfasis en la conservación de los recursos naturales, en la Fraylesca, Chiapas, MX. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 136 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas, CATIE/MIP. 138 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 151).
- CATIE/MAG/IDA/Fundecooperación. 2000. Proyecto Validación de Tecnologías de bajos insumos para la producción sostenible de tomate en sistemas de laderas.
- Cave, RD. ed. 1995. Manual para la Enseñanza del Control biológico en América Latina. Zamorano, HN. Zamorano Academic Press. 188 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo,ME). 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: guía para el diseño de encuestas. DF, MX. 88 p.

- Clark, RA; Casagrande, RA; Wallace, DB. 1982. Influence of pesticides on *Beauveria bassiana* a pathogen of the Colorado potato beetle. *Environmental Entomology* 11:67-70.
- CNP (Consejo Nacional de Producción). 2000. Mercanet . Servicio de información de Mercados. Costa Rica. Consultado 28 set. 2000. Disponible en <http://200.9.33.130/CFDOCS/sistemas/sisprenacListas.cfm>
- Cortés E., G. ed.1994. Atlas Agropecuario de Costa Rica. UNED. San José, CR. 532 p.
- Cubillo D; Sanabria G; Hilje, L. 1999. Evaluación de coberturas vivas al suelo para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus. *Manejo Integrado de Plagas* (¿).
- Chacón, M. 1991. Uso de plaguicidas: tomate. MAG/GTZ. Costa Rica. 15 p.
- Chaverri F, JF; Alvarado H, A. 1995. Fitoprotección preventiva por medio de la nutrición vegetal. *In* Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Vol. II. J.E. García, G. Fuentes, J. Monje-Nájera. eds. EUNED. San José, CR.
- Echeverría, R. 2000. Consultado 28 set. 2000. Disponible en <http://www.iadb.org/sds/utility.cfm/210/SPANISH/pub/176>
- Encarta 98, Microsoft (R). Multimedia Encyclopedia. (c). Expert System. 1 disco compacto, 8 mm.
- Esquivel, A. 1996. Influencia del suelo sobre las poblaciones de nemátodos. *In* "Suelo ¿ Puede la Agricultura sostenible ser competitiva? X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. III Congreso Nacional de Fitopatología, II Congreso Nacional de Suelos. Memoria. Vol. III. Floria Bertsch, Walter Badilla, Elemer Bornemisza (eds). EUNED/Asociación Costarricense de la Ciencia y el Suelo (ACCS)/Colegio de Ingenieros Agrónomos (CIA). San José, CR.
- Estado de la Nación, Desarrollo Humano Sostenible (en línea), CR. 1999. Consultado 18 ene. 2000. Disponible en <http://www.estadonacion.or.cr/ompendio/est.so05.html>
- Estrada H, ER. 1993. Control microbiológico de plagas en la agricultura. *In* "Bases prácticas de la Agroecología en el Desarrollo Centroamericano" Módulo II: Manejo de plagas en los sistemas de producción orgánica. San Martín Zapotitlán, Retalhuleu, GU. p. 81-89.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,IT) . 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos de la FAO. no. 32. Roma, Italia. 66 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,IT) 1985. Directivas: evaluación de tierras para agricultura secano. Boletín de suelos de la FAO no. 52. Roma, Italia. 228 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,IT). 2000. El Estado de la Agricultura y la Alimentación 2000. Consultado 28 set. 2000. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.htm>

- Fernández, EC; Muschler, RG. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. *In* Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. IICA-PROMECAFE. San José, CR. p. 69-96.
- Figuerola, A. 1993. Efectos de la poda baja por lote en nemátodos y raíces del café. *In* "La Agricultura de hoy para la Costa Rica del mañana". Resúmenes de trabajos científicos. Vol II (2). Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. San José, CR. p. 101.
- García, JA; Bustamante, E. 1993. Efecto del Fósforo y del Calcio en la severidad del tizón temprano *Alternaria solani* en tomate, a nivel de invernadero. Manejo Integrado de Plagas no.29:1-5.
- González-Andujar, J.L. 1990. Utilización de Sistemas Expertos en entomología. *Bol.San.Veg. Plagas*, 16: 405-410
- González, H; Sánchez, V; Bustamante, E; González, R; Cervantes, M. 1996. Control biológico de *Alternaria solani* con microorganismos endofíticos. Proyecto Control Microbial y Cultural del Tizón temprano y Tizón Tardío del Tomate. NRI-CATIE. *In* Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. "Integración Tecnológica para el desarrollo sostenible". Memoria de la XLII Reunión Anual PCCMCA. El Salvador. 18-22 Marzo. MAG/CENTA. p. 90.
- Guzmán, RF; Ceron, NC; García, ME. 1996. Efectos nematicidas de cuatro extractos acuosos vegetales contra el nemátodo *Meloidogyne incognita* en tomate (*Lycopersicon esculentum*). *In* Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. "Integración Tecnológica para el desarrollo sostenible". Memoria de la XLII Reunión Anual PCCMCA. El Salvador. 18-22 Marzo. MAG/CENTA. p. 105.
- Hart, R.D. 1985. Agroecosistemas: conceptos básicos. Turrialba, CR, CATIE. 160 p. (Serie Materiales de Enseñanza No. 1).
- Hidalgo, R; Castillo, L; Thrupp, LA; Wessling, I. 1987. El uso de plaguicidas en Costa Rica. San José, CR. EUNED. 164 p.
- Hilje, L; Arboleda, O. 1992. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 205).
- _____; Ramírez, O. 1992. Una propuesta comprensiva para el desarrollo de programas de manejo integrado de plagas (MIP) en América Central. Manejo Integrado de Plagas no.24:63-71.
- _____; Cubillo, D; Segura, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no.30:24-30.
- _____; Lastra, R; Zoebisch, T; Calvo, G; Segura, L; Barrantes, L; Alpizar, D; Armador, R. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. *In* Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y El Caribe. Eds. L. Hilje, O. Arboleda. Turrialba, CR. CATIE. P.58-63.

- _____ ; Segura, L. 1995. Opciones al uso de insecticidas en tomate. *In* Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Vol. II. Eds. J.E. García, G. Fuentes, J. Monje-Nájera. EUNED. San José, CR. p. 93-100.
- _____ ; Salazar, W; Bolaños, A. 1999. Evaluación de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) para consumo fresco en dos localidades de Costa Rica. *In* Informe 1998-1999 REDCAHOR/IICA. San José, CR. p 81-82.
- _____. 2000a. Avances hacia el manejo sostenible del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en tomate, en Costa Rica. *In* Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Vol. III. J.E. García y G. Fuentes (eds.). EUNED. San José, CR. (En prensa).
- _____. 2000b. Prácticas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas no. 56:22-30.
- ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1998. Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café. Centro de Investigaciones en Café. Unidad de Investigación y Transferencia de Tecnología en Café. San José, CR. 193 p.
- IFAM (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, CR). 1981. Cantones de Costa Rica. San José, CR. Departamento de Planificación. IFAN. 229 p.
- IFAM (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, CR). VE. Chinchilla, ed. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. San José, CR. 396 p.
- Jiménez, MJ; Toscano, NC; Flaherty, DL; Ilic, P; Zalom, FG; Kido, K. 1988. Controlling tomato pinworm by mating disruption. *California Agriculture*. November-December. p. 10-12.
- Jiménez O, F. 1995. Uso de la meteorología en el combate de enfermedades fitopatógenas. *In* Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Vol. II. Eds. JE. García; G Fuentes; J. Monje-Nájera. EUNED. San José, CR.
- Jorge M, P. 1992. Sistema de expertos para el manejo del cultivo del plátano (*Musa AAB*): Módulos de fertilización y drenaje. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 167 p.
- Jovel C, JA. 1997. Movimiento diario de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, diseminación local del mosaico amarillo y fuentes de inóculo del ToYMV-CR en Guayabo, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 93 p.
- _____ ; Ramírez, P; Valverde, BE; Hilje, L. 1999. Determinación de las fuentes de inóculo del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en Guayabo, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no. 54:20-26.
- Larin, MA. 1996. Evaluación de podas para control de tizones en diferentes estados fenológicos en cultivo de tomate. (*Lycopersicon esculentum*). *In* Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. "Integración Tecnológica para el desarrollo sostenible". Memoria de la XLII Reunión Anual PCCMCA. El Salvador. 18-22 Marzo. MAG/CENTA. p. 101.

- León P, C. 1994. Evaluación de tierras en la cuenca superior del río Reventazón, Costa Rica: aplicación de un Sistema automatizado -ALES- y un sistema de información geográfica-IDRISI. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 239 p.
- León, G. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. IICA. San José, CR
- León G, HM; Arosemena D, M. 1980. El cultivo del tomate en el Valle de Culiacán para consumo fresco. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Sinaloa, MX. 184 p.
- Lerdon F, J. 1989. Comentarios Una Aplicación de los sistemas expertos al diagnóstico financiero de empresas bovinas lecheras. Agro-Sur 17(2):133-144.
- Liao L, A. 1997. Climatología de las áreas circunvecinas al Volcán Poás. Ministerio del Ambiente y Energía. Instituto Meteorológico Nacional. San José, CR. 39 p.
- Loaiza, J; Esquivel, A; Rodríguez, I. 1996. Potencial ovicida de extractos de *Tagetes filifolia* contra *Meloidogyne incognita*. In "Fitopatología ¿ Puede la Agricultura Sostenible ser competitiva ? Vol.II. X congreso. p. 121.
- López, R; Azofeifa, J. 1980. Reconocimiento de nemátodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. In "IV Congreso Agronómico Nacional". VI Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Resúmenes. Heredia, CR. p. 39.
- LUPE (Proyecto Mejoramiento del uso y productividad de la tierra,HN)/USAID (Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos,US). 1998. Manual Práctico de Manejo de suelos en ladera. s.p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1972. Estudio preliminar de costos de producción de una manzana de tomate, en la Región de Alajuela, Zona de Grecia, 5 fincas. Dirección de Planeamiento y Coordinación. Departamento de Economía y Estadísticas Agropecuarias (Centro de Información). 8 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1977. Costos de producción de tomate en la Guácima (Alajuela). Boletín Técnico No. 42-77. Dirección de Planeamiento. Departamento de Economía y Estadísticas Agropecuarias. San José, CR. 20 p.
- _____. 1983. Manual de recomendaciones. Cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, CR. (Boletín no. 62). 234 p.
- _____. 1984. Análisis Económico de la producción y comercialización de tomate en el Valle Central Occidental. Dirección de Mercadeo Agropecuario. Departamento de Estudios Económicos. 18 p.
- _____. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, CR. 560 p.
- _____. 1994. Plan de trabajo. Dirección Regional Valle Central Occidental, Grecia. Agencia de Extensión Agrícola-Grecia. s.p.

- _____. 1999a. Información del sector agropecuario costarricense. Programa orgánico. Consultado 18 ene. 2000. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/prognac/organica/organicindex.html>.
- _____. 1999b. Información del sector agropecuario costarricense. Región Central Occidental. Consultado 18 ene. 2000. Disponible en <http://www.mag.go.cr/onf13.htm#regioncentraloccidental>.
- Marrero L, P. 1986. Influencia de algunos factores ecológicos sobre el crecimiento y desarrollo del tomate. Monografía. ISCAH. La Habana, Cuba. 42 p.
- McGovern, RJ; Polston, JE; Danyluk, GM; Hiebert, E; Stansly, PA. 1994. Identification of a weed host of tomato mottle geminivirus in Florida. *Plant Diseases* 78:1102-1106.
- Méndez, RM; Bustamante, E; Merino, F. 1994. Efecto de diferentes fuentes y niveles de Calcio sobre severidad de tizón temprano *Alternaria solani* en tomate *Lycopersicon esculentum*. *Manejo Integrado de Plagas* no. 33:1-6.
- Merino-Cisneros, FL. 1989. Desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles. Una aplicación a maíz (*Zea mays* L.) en América Central. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 140 p.
- Messiaen, CM. 1979. Las hortalizas. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. F.MX.455 p.
- Mohamed, AKA; Prat, JP, Nelson, FRS. 1987. Compatibility of *Metarrhizium anisopliae* with chemical pesticides. *Mycopathology* 99:99-105.
- Moncada, SO. 1990. Desarrollo de un modelo automatizado para la evaluación de tierras en Pueblo Nuevo, estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 p.
- Monge, LA. 1986. Manejo racional de insecticidas, resistencia y rotación. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica. p. 71.
- Monge G, JE. 1993. Diagnóstico sobre la problemática de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el Valle Central de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* no.30:31-34.
- Montero LN; Mercado RJ. 1995. Control Biológico de Plagas. In "Primer Curso-Taller sobre Agricultura Orgánica". Memoria. Eds. R. Zuleta, V. Vásquez, A. Hernández. Xalapa, Veracruz, MX. p. 99-110.
- Montero, E; Sánchez, V. 1991. Diagnóstico de virus de tomate en las principales zonas tomateras. *Compendio de Investigaciones. MAG. San José, CR.*
- Morales JR, Siekavizza LC, Pérez SA. 1991. Análisis de Recursos Naturales para su integración (por instrucción programada). Manual de capacitación. Proyecto Apoyo a la planificación del Desarrollo Regional SEGEPLAN/PNUD/GUA/87/010. Guatemala. 88 p.
- Moreira, MA; Echandi, CR. 1997. Evaluación de líneas tropicalizadas de tomate (*Lycopersicon*

- esculentum* Mill) para mesa, en Alajuela, Costa Rica. BOLTEC 30(1): 27-40.
- Nicholls, CI; Altieri, MA. 1998. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. Revista Facultad Nacional Agrícola de Medellín 51(1):5-30.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao, ES. 793 p.
- Orozco S, G. 1993. Desarrollo de un modelo para evaluación y utilización de tierras de uso asociado para la Región IV de Nicaragua, con el sistema automatizado de evaluación de tierra (ALES). Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Pedroza, SA; Ramírez, M; Esparza, MJH. 1995. Evaluación del acetamiprid como una alternativa en el control químico de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*) en el cultivo del algodón en la comarca Lagunera. In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (4) Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (5). Acapulco, Gro., MX. Universidad Autónoma de Chapingo. p. 218.
- Pérez R, N. 1995. Prototipo de sistema experto sobre prácticas culturales en el cultivo de maíz *Zea mays* L., en la Región Pacífico Sur de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 136 p.
- Pérez J, OE. 1996. Evaluación del potencial de adopción de dos tecnologías de Manejo Integrado de Plagas (MIP), aplicando tres técnicas de extensión con productores de tomate en Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 144 p.
- _____; Sánchez, V. 1999. Efecto de sustratos y antagonistas sobre tizón tardío en tomate. In IV Semana Científica "Logros de la investigación para el nuevo milenio. Programa de Investigación. Turrialba, CR, CATIE. p. 115-117.
- Plapp, FW; Bull, DL. 1978. Toxicity and selectivity of some Insecticides to *Chrysopa carnea* a Predator of the tobacco Budworm. Environmental Entomology 7(3):431-434.
- Polston, JE; Anderson, PK. 1999. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el Hemisferio Occidental. Manejo Integrado de Plagas no.54:53-62.
- Probst, K; Pülschen, L; Sauerborn, J; Zebitz, CPW. 1999. Influencia de varios regímenes de uso de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas de Ecuador. Manejo Integrado de Plagas no.53:24-42.
- Quirós T, CA. 1993. Adaptación y Evaluación de la tecnología de semilleros en tomate para el manejo de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), con participación de los agricultores, en Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 141 p.
- Rabín S; Gan R; Bagg J. s.f. Cultivo del tomate. Ministerio de Agricultura, GT. 18 p.
- Ramos, EQ; Alves, SB; Tanzini, MR; Lopes, RB. 2000. Susceptibilidad de *Bemisia tabaci* a *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Manejo Integrado de Plagas no.56:65-69.

- REDCAHOR (Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana)/ IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2000. Impacto de la acción de REDCAHOR en el sector hortícola de la región. "Estudios de Caso".
- Rivas-Platero, GG; Lastra, R. 1993. Detección no radiactiva de geminivirus en tomate mediante hibridación de ácidos nucleicos. Manejo Integrado de Plagas no. 30:7-10.
- _____; Ramírez, P; Cubillo, D; Hilje, L. 1995. Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y el chile dulce en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no. 30:30-41.
- _____; Cuervo A, J. 1998. Interacción de hongos endomicorrizicos con *Meloidogyne exigua* en café. Manejo Integrado de Plagas no. 49: 68-72.
- Rivera C, G. 1999. Conceptos introductorios a la Fitopatología. EUNED. San José, CR. 336 p.
- Rodas C, OA. 1996. Evaluación automatizada de tierras con fines de producción forestal y conservación hidrológica. Estudio de caso microcuenca del río Chilasco, Baja Verapaz, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 198 p.
- Rodriguez V, CL; Hernández R, JM; Morales M, E. 1993. La evolución del control biológico de insectos en los cultivos de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas no. 28:43-56.
- Rojas, T. 1996. Consideraciones sobre control biológico de nemátodos fitoparásitos. In Fitopatología ¿ Puede la Agricultura Sostenible ser competitiva? Vol. II. X Congreso. p. 21.
- Rojas M, T; Marbán M, N; Vásquez, N. 1997. Adherencia y parasitismo de *Pasteuria penetrans* en *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne arabicida*. Manejo Integrado de Plagas no. 44:7-13.
- Rosa R, R; Suárez R, W. 1998. Producción de tomate bajo invernáculo en la región sur de Uruguay. IICA/JUNAGRA. Uruguay. 130 p.
- Rosset, P; Vandermeer, J; Cano, M; Varrel, PG; Snook, A; Hellpap, C. 1985. El frijol como cultivo trampa para el combate de *Spodoptera sunia* Guenée (Lepidoptera:Noctuidae) en plántulas de tomate. Agronomía Costarricense 9:99-102.
- Rossiter, DG; Van Wambeke, AR; Jimenes, A. 1993. Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras. ALES versión en español Manual para usuarios. Department of soil, crop & atmospheric science, Cornell University, Ithaca, NY. 177 p.
- Saborío M, M. 1992. Producción hortícola y conservación del medio ambiente en Costa Rica. BOLTEC 25(1):35-37.
- Salazar, E; Cubillo, D; Ramírez, P; Platero R, G; Hilje, L. 1998. Severidad del moteado amarillo del tomate y reducción del rendimiento del cultivo en respuesta a la densidad de adultos virulíferos de *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas no. 50:42-50.

- Sánchez, V; Bustamante, E; Shattock, R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas no. 48:25-34.
- _____; Bustamante, E; Shattock, R. 1999. Control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas no. 51:47-58.
- Saunders, JL; Coto, DT; King, ABS. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, CR. Programa de Investigación, CATIE. 305 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 29).
- Sayre, RM. 1986. Pathogens for biological control of nematodes. Crop Protection 5(4):268-276.
- Solano S, W. 1989. Efecto de la altura de poda en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. "Tropic" en estación seca; en Santa Bárbara, Heredia. Tesis Lic. Ing. Agr. Heredia, CR. 82 p.
- Sponagel, KW; Fúnez, MR. 1994. Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario Mosca blanca/Virus Gemini en la producción de tomate. Manual de Recomendaciones. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Cortés, HN. 42 p.
- Thrupp, LA. 1999. Nuevas alianzas para la agricultura sostenible. Instituto de Recursos Mundiales/CATIE. Turrialba, CR. 153 p.
- Trabanino, R. 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Honduras. Zamorano, HN. Zamorano Academic Press. 156 p.
- Trumble, JT. 1990. Vegetable Insect Control with Minimal Use of Insecticides. HortScience 25(2):159-164.
- UNA (Universidad Nacional, CR) 1999. Manual de Plaguicidas. Guía para América Central. Segunda edición. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Eds. LE Castillo; F Chaverri; C Ruepert; Y Astorga; P Monge; C Wesseling. Heredia, CR. 395 p.
- Vallejos A, JE. 1997. Sistema experto para la evaluación del impacto del complejo *Bemisia tabaci* - Geminivirus en frijol, tomate y chile dulce, con fines de planificación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 p.
- Velásquez, S. 2000. Lectura 1. La revisión de Conceptos SIG Básicos. Material de Curso de SIG. CATIE. Turrialba, CR.

8. ANEXOS

Anexo 1. Efectos en el cultivo de tomate por variación de condiciones ambientales

FACTORES	EFECTO EN EL CULTIVO
Temp. alta	afectan la floración disminuyendo por consiguiente la fructificación (tamaño, calidad nutritiva y cantidad), amarillamiento del fruto y por la noche aumentan la respiración con pérdida de fotosintatos y disminución de flores. Por períodos prolongados aumenta la incidencia de enfermedades (MAG 1983; MAG 1991; Alvarado y Trumble (s.f.); Marrero 1986).
Temp. baja	afectan el crecimiento de la planta: si es por períodos largos aumenta la incidencia de enfermedades (MAG 1991)
Hum.rel alta	favorecer las enfermedades, hinchar los sacos de polen que no pueden romperse dificultando la polinización al aumentar el porcentaje de flores y frutos caídos (MAG 1991)
Hum.rel baja	reducen el crecimiento e incrementa el consumo de agua por transpiración excesiva (Marrero 1986)

Anexo 2 . Plagas presentes en cada etapa fenológica del cultivo de tomate

Fase inicial

Insectos: *Agrotis* sp., *Feltia* sp., *Diabrotica* sp., *Epitrix* sp., áfidos, *Bemisia tabaci*, *Liriomyza* sp., *Keiferia lycopersicella*, *Manduca sexta* y *Trichoplusia ni*, *Heliothis* sp. y *Spodoptera* sp.

Patógenos pueden ser: *Phytium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Verticillium*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, Virus, y nemátodo *Meloidogyne* (CATIE 1990).

Fase vegetativa

Insectos: *Diabrotica*, *Epitrix*, áfidos, *Bemisia tabaci*, *Liriomyza* y menos *Keiferia lycopersicella*, *Manduca sexta* y *Trichoplusia ni* (CATIE 1990) Plagas del follaje, sobretodo larvas de lepidópteros y minadores, pueden reducir los rendimientos con infestaciones altas, pero el tomate soporta pérdida de follaje sin reducir los rendimientos fuertemente (CATIE 1990, Bolaños 1998).

Patógenos posibles: *Fusarium* sp., *Verticillium*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris*, *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Erwinia* sp., Virus, y nemátodo *Meloidogyne* sp.

Fase reproductiva

Insectos: *Keiferia lycopersicella*, *Heliothis* sp. y *Spodoptera* sp. (CATIE 1990). Importantes las plagas del follaje, sin embargo la primera prioridad es la protección de los frutos contra el ataque de gusanos y chinches. Patógenos posibles: *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Erwinia* sp.

Anexo 3. Efectos en el cultivo de tomate por deficiencias nutricionales

ELEMENTO DEFICIENTE	EFECTO EN EL CULTIVO
Nitrógeno (N)	plantas sin vigor, menor crecimiento de folíolos y verde pálidos. Retraso en el desarrollo de flores pudiendo provocar incluso su aborto. Frutos agrietados o con "cara de gato. CATIE (1990), Nuez (1995), Rosa y Suárez (1998).
Fósforo (P)	las hojas adquieren color verde oscuro y en el envés color violáceo. Puede manchado internerval en toda la hoja. Raquitismo, ahuecado de frutos no bien colerados. Si es severa la afectación toda la planta. Retraso en el desarrollo de flores pudiendo provocar incluso su aborto. Fruto con "cara de gato". Nuez (1995), Rosa y Suárez (1998).
Potasio (K)	amarillamiento internerval como manchas en las hojas, desecación en los márgenes, frutos sin firmeza. Retraso en el desarrollo de flores pudiendo provocar incluso su aborto. Veteado del fruto. Nuez (1995), Rosa y Suárez (1998).
Calcio (Ca)	podredumbre apical del fruto, hojas verde oscuras amarillando hacia las márgenes, necrosis de la hoja. Rosa y Suárez (1998).
Magnesio (Mg)	amarillamiento de los folíolos iniciando desde las márgenes de la hoja hacia adentro. Rosa y Suárez (1998).
Molibdeno (Mo)	leve amarillamiento internerval de las hojas que pueden enrollarse, las nervaduras más finas se aclaran. Rosa y Suárez (1998).
Manganeso (Mn)	amarilleado internerval, puede deformar y producirse enrollado de los folíolos. Rosa y Suárez (1998).
Hierro (Fe)	amarilleado internerval de los folíolos. Rosa y Suárez (1998).
Boro (B)	amarilleo internerval de folíolos más leve que en el caso de falta de hierro, folíolos pequeños y enrollados. Puede afectar toda la planta. Veteado del fruto. Rosa y Suárez (1998).
Cobre (Cu)	raquitismo, folíolos enrollados y peciolo encorvados hacia la base. Rosa y Suárez (1998).
Zinc (Zn)	raquitismo, folíolos pequeños enrollados, amarilleado internerval y pequeñas manchas necróticas. Rosa y Suárez (1998).

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Medidas de control para los principales insectos plagas identificados por productores de Grecia. Atajuela, CR. 2000.

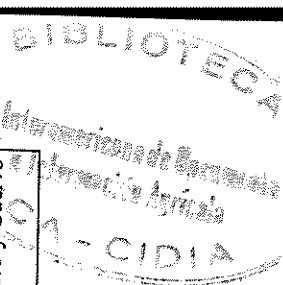
CONTROL	
<p>INSECTO MOSCA BLANCA</p>	<p>Grecia y Valverde Vega: Thioldan (Endosulfán), Talstar (bifentrina), Confidor (Imidacloprid), c/8-15 días, sin mezcla (Pérez 1996)</p> <p>Encontraron material genético H24 (BL837), posible fuente de resistencia para el virus (TYLCV) (Moreira y Echandi 1997)</p> <p>Estrategia Manejo: a) <i>producción de plántulas sin virus</i> (periodo crítico: 25-30 días desde la siembra), b) <i>coberturas al suelo</i> (30 días desde el trasplante, c) <i>cultivos trampa</i> (30 días después del trasplante) (Hilje 2000a).</p> <p>El control biológico se ha realizado a nivel de invernaderos, siendo prometedores los depredadores: <i>Chrysoperla externa</i>, <i>C. maculata</i>, y <i>Cycloneda sanguinea</i>, y los hongos entomopatógenos <i>Aschersonia aleyrodís</i>, <i>A. placenta</i>, <i>Paeclomyces fumosoroseus</i>, <i>Encarsia pergandiella</i>, <i>E. nigricephala</i>, <i>E. formosa</i> y <i>Beauveria bassiana</i> (Hilje y Arboleda 1992, Cave 1995, Sponagel y Fúnez 1994, Nicholls y Altieri 1998, Saunders et al. 1998, Trabanimo 1998, Ramos et al. 2000).</p> <p>En Cuba: hongo <i>Verticillium lecanii</i>. Hilje (2000a) considera como escaso el potencial del control biológico con insecto de umbrales de daño tan bajos (Nicholls y Altieri 1998).</p> <p>Retardo de virusis con semilleros cubiertos con telas de "nylon", y la tecnología de semilleros (mallas, bandejas, riego, fertilización, etc.) complementada con prácticas de sanidad como eliminación de fuentes de inóculo (tomatales viejos y hospedantes silvestres) (Rivas et al. 1995).</p> <p>CATIE en Grecia (Atajuela): evaluaciones de una rizobacteria y dos enmiendas orgánicas para promocionar crecimiento e inducción de resistencia sistémica contra geminivirus en plantas de tomate variedad Hayslip susceptible al geminivirus y en una de resistencia intermedia (8429). Se logró inducción de resistencia en Hayslip con las enmiendas orgánicas y el tratamiento que tenía compost más la mezcla de rizobacterias, mientras que para 8429 fue con los tratamientos de enmiendas orgánicas más la mezcla de rizobacterias, con dos rizobacterias y con la mezcla de las cinco (Hidalgo et al. 1999).</p> <p>Recomendación: muestras desde que nacen las plantas, en 30 plantas seleccionadas cada cierto número de pasos hasta abarcar toda la parcela, contando solo larvas en la revisión del cogollo, hojas tiernas y la hoja más alta de la planta escogida en el surco y a las dos plantas que estén a la par. El umbral de acción es de 10 o más larvas (antes de haber frutos) o un fruto perforado, que tenga al menos una larva viva adentro (CATIE/MAG/IDA/Fundecooperación 2000)</p> <p>Recomendaciones preventivas: a) no dejar frutos en el campo, b) eliminar restos del cultivo (plantas, rastrojos y fruto) enterrándolos y quemándolos, c) no cultivar el tomate por un lapso mayor a la duración de una generación en cada zona, para introducir un cuello de botella contra la población de la plaga (CATIE 1990). Alvarado y Trumble (s.f.)</p> <p>Control difícil por protegerse en galerías, hojas enrolladas o frutos, donde el producto difícilmente llega, pero hay respuestas curativas a brotes con insecticidas biológicos como el <i>Br</i> (<i>Bacillus thuringiensis</i>) o los derivados del árbol de Nim como el Nim 80 que impiden a los gusanos convertirse en adultos. También está el uso de feromonas antes de la llegada de la plaga (interfiere en el acoplamiento de los adultos suprimiendo la tasa de incremento de la población), se necesita el aislamiento de la parcela en un mínimo de 1.500 m de la parcela más cercana que no esté tratada para evitar la invasión de hembras ya fertilizadas. En Guatemala se usó con éxito el inhibidor de quitina teplubenzuron (interfiere en el desarrollo normal de larvas impidiéndoles empupar). También se recomienda trampas de feromonas para el monitoreo con el propósito de sincronizar las aplicaciones de insecticidas de acuerdo al umbral de acción, este método ha tenido éxito en California, México y Guatemala (CATIE 1990).</p>
<p>GUSANO ALFILER</p>	<p>Diferentes resultados empleando control biológico con el parasitoide ovíparo <i>Trichogramma pretiosum</i>, el parasitoide larval <i>Apanteles scutellaris</i> Muesebeck, el endoparasito <i>Pseudapanteles dignus</i> (Muesebeck) y el ectoparasito <i>Parathormius</i> prob. <i>Pallidipes</i> (Montero y Mercado 1995, Alvarado y Trumble s.f.).</p>

<p>MINADOR DE LA HOJA</p>	<p>Control difícil cuando las larvas entran al tejido de la hoja, protegiéndose del contacto con insecticidas. Las poblaciones naturales de parasitoides parecen ser la forma más eficiente para manejarla, recomendándose insecticidas selectivos para tratar de favorecer el establecimiento de poblaciones de insectos benéficos (CATIE 1990, Bolaños 1998).</p> <p>Aunque su control biológico todavía no presenta resultados efectivos, se conoce los principales enemigos naturales para probar su eficacia contra esta plaga, tales como parasitoides <i>Opus dissinus</i>, <i>O. didimidatus</i>, <i>Diglyphus begini</i>, <i>Disorygma pacifica</i>, <i>Neochrysocharis diastatae</i>, <i>Ganaspidium utilis</i>, <i>Halticoptera circulus</i>, <i>Chrysocharis parksi</i> y el depredador <i>Drapetis</i> spp. (Alvarado y Trumble s.f., Trabanino 1998, Saunders et al. 1998).</p>
<p>GUSANO DEL FRUTO</p>	<p>Malezas hospederas de <i>Spodoptera</i> sp. como Bledo (<i>Amaranthus spinosus</i>) y Verdolaga (<i>Portulaca</i> spp.), por eso es importante el control cultural eliminando malezas, residuos de cosecha y frutos dañados (CATIE 1990).</p> <p>Recomendación: buena fertilidad del suelo, asegurando desarrollo rápido de la planta y minimizando la exposición de las etapas de crecimiento susceptibles al ataque, rotación con leguminosas, control de malezas gramíneas, siembra temprana que coincida con la luna, labranza cero y evitar siembras escalonadas Saunders et al. 1998, Trabanino 1998).</p> <p>Muestras revisando con cuidado la hoja más alta que esté bien abierta, contando los huevos y larvas, de la misma manera como se indicó en el gusano alfiler. El umbral de daño (antes de la fructificación), será de una masa de huevos de <i>Spodoptera</i> o de cuatro o más huevos o larvas de <i>Heliothis</i> spp. en 30 plantas seleccionadas, cada cierto número de pasos hasta abarcar toda la parcela. No contar los huevos parasitados (negros), y atomizar el mismo día si se encuentran huevos con anillito rojo o gusanos recién nacidos, pero si los huevos están blancos o amarillos aplicar 2-3 días después. El umbral de daño (al aparecer los frutos) será de dos frutos de al menos 2.5 cm con daño fresco para cualquiera de estas especies (CATIE/MAG/IDA/Fundecooperación 2000).</p> <p>Control químico: Grecia y Valverde Vega, mayormente Dipel (<i>Bacillus thuringiensis</i>) y Ambush (permetrina), además de Orithene (accfato) y Tamarón (metamidofos), aplicándolos cada 15 días de forma preventiva (Pérez 1996).</p> <p>Diversos estudios han indicado niveles extremadamente altos de resistencia a Metil paration y a Endrin en <i>Heliothis</i> procedentes de Centroamérica, con probabilidad de desarrollar resistencia a otros productos en años subsecuentes (CATIE 1990)</p> <p>El control biológico ha sido probado con virus de la polihidrosis nuclear (VPN 80 <i>Auitographa californica</i>, VPN 82), y Javelin (<i>Bacillus thuringiensis</i>), mencionándose además enemigos naturales potenciales tales como hongos <i>Nomuraea rileyi</i>, <i>Diachasmaimorpha longicaudata</i> y <i>Aceratoneuromyia indica</i>, parásitos <i>Trichogramma</i> spp., <i>Apanteles</i> spp., <i>Cotesia marginiventris</i>, <i>Chelonus</i> spp., <i>Telenomus remus</i>, <i>Microplitis croceipes</i>, <i>Compoletis sonorensis</i>, depredadores <i>Polistes</i> spp., <i>Chrysopa</i> spp. y el díptero <i>Eucelatoria</i> sp. (Cajas 1984, CATIE 1990, Estrada 1993, Rodríguez et al. 1993, Cave 1995, Montero y Mercado 1995, Nicholls y Altieri 1998, Saunders et al. 1998, Borges et al. 2000).</p> <p>El extracto acuoso de la maleza <i>Amaranthus</i> sp. aumentó el porcentaje de parasitismo de huevos de <i>Heliothis zea</i> por avispietas <i>Trichogramma</i> spp., posiblemente por la fuerte atracción y retención provocada a las avispas (Altieri 1992).</p>

Anexo 5. Medidas de control para las principales enfermedades (patógenos) y nemátodos identificados por productores de Grecia. Alajuela, CR. 2000.

ENFERMEDAD (Patógeno)	CONTROL
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	<p>Sistema de podas en diferentes días después del trasplante (ddt): 900 msnm y temperatura promedio de 21 oC, menor incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> a los 25, 30 (5 hojas) y 60 ddt (8 hojas). La menor severidad fue lograda a los 40 (6 hojas), 50 (7 hojas) y 60 ddt (8 hojas) Larin (1996).</p> <p>Control biológico: CATIE posee una colección de 32 microorganismos seleccionados como antagonistas por su capacidad de disminuir la severidad causada en tomate. Evaluación de diferentes sustratos con buen potencial como agentes de control de patógenos, y los sustratos favorecieron el establecimiento y actividad de los mismos (Sánchez <i>et al.</i> 1998). Otros trabajos con antagonistas con resultados potenciales han sido reportados por Hidalgo <i>et al.</i> (1999) y Sánchez <i>et al.</i> (1999).</p> <p>Control preventivo: fungicidas de contacto como maneb, mancozeb y clorotalonil dan un buen control preventivo y se pueden alternar con el fungicida sistémico metalaxil u otros cuando la presión del inóculo se incrementa. Se aconseja la aplicación cuando aparecen las primeras manchas o cuando hay probabilidades de periodos largos con lluvia o alta humedad, pudiendo agregarse un adherente para garantizar una protección más duradera. Esta medida puede combinarse con materiales que tengan resistencia, para disminuir el número de aplicaciones de fungicidas. Además se recomienda sembrar en sitios con buena insolación y movimiento de aire y evitar las siembras en los meses de mayor precipitación o en regiones húmedas (CATIE 1990, Cortés 1994, Blancard 1996).</p> <p>Pruebas con material genético con menores índices de severidad (Moreira y Echanti 1997).</p>
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	<p>Sistema de podas en diferentes días después del trasplante (ddt): a 900 msnm y temperatura promedio de 21 oC, resultado menor incidencia y severidad de <i>Alternaria solani</i> a los 25 y 40 ddt (6 hojas) (Larin 1996).</p> <p>Control principal ha sido con semillas tratadas o libres de enfermedad, y asperjando con fungicidas como el clorotanolil, maneb o mezclando maneb y zinc. Al llevar material al campo las aspersiones deben iniciarse al emerger las plántulas o al trasplante y deben repetirse a intervalos de 1 a 2 semanas dependiendo de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad y frecuencia de las lluvias (CATIE 1990). Se orienta también aspersiones preventivas periódicas con fungicidas protectores (Cortés 1994).</p> <p>En suelos ácidos se ha comprobado que la planta de tomate tiene mejor desarrollo con aplicaciones de cal, además de minimizar el grado de severidad en las hojas superiores, independientemente del nivel de cal aplicado, aunque se ha obtenido mejor efecto con 2.5 t/ha (García y Bustamante 1993, Méndez <i>et al.</i> 1994).</p> <p>García y Bustamante (1993) señalan a diversos autores considerando importante una alta pero adecuada fertilidad en los suelos para reducir la severidad de esta enfermedad, además citan a Huber (1980) reportando al Fósforo (P) con el mismo efecto.</p> <p>El control biológico con microorganismos endófitos fue probado por González <i>et al.</i> (1996), pretendiendo reducir el uso de agroquímicos por disminución del ataque del patógeno. Evaluaron cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> sp., <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Fusarium</i> sp, obteniendo a nivel de campo disminución del 72 y 57 por ciento con la segunda cepa y una mezcla de todos, mientras que a nivel de invernadero fue de 78 y 88 por ciento con la primera y segunda cepa.</p>

<p>Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>)</p>	<p>El control puede lograrse con aplicaciones de cobre asociado con Maneb. En campos contaminados lo más recomendable es rotar con gramíneas o dejar el lote en barbecho por dos años debido a la capacidad de sobrevivir en el suelo en residuos de plantaciones anteriores (CATTIE 1990, MAG 1991, Bolaños 1998). Es recomendable aplicar periódicamente fungicidas cúpricos (Cortés 1994).</p>
<p>Marchitez bacterial (<i>Ralstonia solanacearum</i>)</p>	<p>Variedad tolerante: Catalina y Alajuela 85 (solo para Alajuela), desarrollada por el MAG/Costa Rica (MAG 1991). En la región se ha investigado cultivares con tolerancia o resistencia con resultados a mediano y largo plazo (REDCAHOR 2000). Moreira y Echandi (1997) señalan que la dificultad de incorporar alelos favorables para resistencia a esta enfermedad en materiales comerciales (herencia poligénica), podría explicar la mayor susceptibilidad de los genotipos de fruta de mayor tamaño, en relación con los de fruta pequeña, dentro del material evaluado procedente del AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center). Sin embargo también encontraron las líneas experimentales UCR-5 y UCR-6 como de alta tolerancia a la marchitez bacterial, sumado al buen tamaño promedio de la fruta y prolificidad. El CATIE tenía 30 líneas en Centroamérica para ser probadas, teniendo como promisorias para tomate de mesa: 14557, Dina-Guayabo, Tropicograma 5, CR-3, CR-7, CH-1, y para tomate industrial: 117-21, 117-23, 116-4, 115-1 y 115-9 (CATTIE 1990). Enmiendas orgánicas (broza de café, cachaza, bocashi, compost artesanal y mezclas de estos) reducen la severidad de la enfermedad como la mezcla de compost y suelo y las rizobacterias provenientes del compost presentan propiedades antagonicas bajo condiciones de laboratorio, logrando mejor efecto usando materia orgánica en forma de abonos orgánicos fermentados en comparación al uso de substratos como broza de café y cachaza (Hidalgo et al. 1999). Control cultural: bastante errático en el trópico húmedo porque la bacteria persiste fácilmente en el suelo desnudo por largos periodos, pudiendo sobrevivir en la rizosfera de plantas compuestas, solanáceas y leguminosas, lo que explica la ineffectividad de las rotaciones de cultivos o la eliminación de plantas hospedantes. Las rotaciones de cultivos son efectivas en trópico seco pero depende de la duración del periodo (CATTIE 1990). Antes de sembrar un cultivar susceptible: desinfectar el suelo del semillero y evitar terrenos donde anteriormente hubo infección, y cuando la enfermedad se presenta en el campo erradicar las plantas enfermas, drenar eficientemente y aplicar formalina o una solución al caldo bordelés en el sitio de siembra (CATTIE 1990). Control preventivo: sembrar tomate preferiblemente en áreas donde no se ha sembrado anteriormente el mismo cultivo, incluir maíz y caña de azúcar en las rotaciones, y preparar adecuadamente los terrenos para evitar el encharcamiento del agua (Bolaños 1998). Control cultural: antes de volver a sembrar, rotación de cultivos no susceptibles, arada en época seca, aplicación de abonos verdes, enmiendas (estiércol o gallinaza) para incrementar organismos antagonicos o condiciones desfavorables para su desarrollo, tratamientos con aserrín, inundación del terreno y exposición del terreno al sol. Nematicidas químicos como carbofuran (Furadan), aldicarb (Temik), fenamifos (Nemacur), etc. pero con la advertencia del cuidado de la persistencia temporal en el suelo y contaminación de aguas del subsuelo (CATTIE 1990, MAG 1991).</p>
<p>Nemátodos</p>	<p>Extractos acuosos vegetales, invernadero y laboratorio, para mejor control de <i>Meloidogyne incognita</i> con mirto (<i>Murraya paniculata</i>) (Guzmán et al. 1996) y con ancillo (<i>Tagetes filifolia</i>) (Loaiza et al. 1996). Control biológico: buenas perspectivas sobretodo para la especie <i>Meloidogyne</i> spp. con su parásito obligado la bacteria <i>Pasteuria penetrans</i> (<i>Bacillus penetrans</i>), así como el hongo <i>Verticillium chlamyosporium</i> y <i>Paeclonyces lilacinus</i> contra <i>M. exigua</i> (Sayre 1986, Cave 1995, Rojas 1996, Rojas et al. 1997). Se mencionan también los hongos micorrizicos <i>Europhospora colombiana</i> y <i>Gigaspora margarita</i> como opción de alto potencial para el manejo integrado además de actuar como promotores del crecimiento en las plantas de café evaluadas e infestadas con <i>Meloidogyne exigua</i> (Rivas-Platero y Cuervo 1998). Sin embargo la efectividad práctica en el campo es muy limitada todavía, requiriendo de más estudios.</p>



LA ARGENTINA * GRECIA *

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
GESTION DE INFORMACION Y COMERCIALIZACION
PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMATICOS

ESTACION: LA ARGENTINA / GRECIA		No. 84003												Lat: 10° 02' N Long: 84° 21' O		760N.mts. alt.	
Elementos	Periodos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Añdal			
LLUVIA	1937-98	6.8	5.1	9.7	44.8	270.6	295.6	232.9	286.6	363.3	375.9	153.7	31.7	2076.7			
TEM.MAX	1961-98	31.6	29.0	31.2	30.7	29.9	28.5	29.0	29.0	28.1	28.6	28.1	29.5	29.4			
TEM.MIN.	1961-98	16.4	15.7	17.0	17.3	18.6	18.1	18.2	18.2	17.9	18.6	17.4	17.1	17.5			
TEM.MED	1961-98	24.0	22.4	24.1	24.0	24.3	23.3	23.6	23.6	23.0	23.3	22.8	21.3	23.5			
Pluviómetro: Mm																	
Barómetro: Hg																	
Temperaturas en Grados Celsius																	

Anexo 6

ANEXO 7. REGISTROS MENSUALES HISTORICOS DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA
Y PRECIPITACION DE LA ESTACION METEOROLOGICA "GRECIA". CR

ESTAC	CICLOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Precip.	10	2.0	14.0	12.0	83.0	329.0	434.0	454.0	440.0	606.0	536.0	347.0	50.0
Temper.	10	21.8	22.5	23.4	23.5	23.3	23	22.8	23	22.5	22.3	22.2	21.8
Hum. Rel	10	80.0	80.0	78.0	79.0	81.0	82.0	83.0	84.0	84.0	84.0	82.0	81.0

Fuente: Instituto Meteorológico de Costa Rica, Laboratorio SIG-CATIE

LA LUISA *SARCHI*

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL GESTION DE INFORMACION Y COMERCIALIZACION PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMATICOS														
ESTACION LA LUISA SARCHI		No. 84059		Lat. 10° 08' N		Long. 84° 20' O		Elev. 1250 Metros.						
Element	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubr.	Noviem.	Diciem.	Anual
LLUVIA	1963-98	14.1	5.3	11.0	67.9	330.2	449.8	460.5	449.8	540.2	535.2	237.0	97.7	3198.7
BRILL	1978-81	8.0	7.9	8.3	6.5	4.6	3.5	4.3	4.2	4.0	3.9	4.1	6.5	5.5
Lluvia en Milímetros (mm)		Litros por Hectárea												
Elaboró: Erak		Luzmila Solís												

Anexo 8

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)

ENCUESTA PARA ANALIZAR EL MANEJO DE PLAGAS REALIZADO
POR PRODUCTORES DE TOMATE EN GRECIA, COSTA RICA

Fecha : _____

PRODUCTOR

Nombre _____ 1.2. Edad _____ 1.3. Sexo _____
 Tenencia de la tierra: a. propia _____ b. aparcería _____ c. mediería _____ d. préstamo _____ e. alquiler _____ tiempo? _____
 Experiencia en cultivar tomate: _____ Área _____
 ¿Es primera vez _____ b más de 1 vez: cuántas? _____
 Zona donde ha sembrado: _____ a alta _____ b media _____ c. baja _____
 ¿Recibido asistencia técnica? Sí _____ No _____
 ¿Por cuánto tiempo? _____ años a. Gratuito _____ b Pagado _____
 Por : MAG _____ Asociación de agricultores _____ Asist. Privada _____ otro _____

CONDICIÓN

Comunidad _____ 2.2. Cantón _____
 Nombre de la finca _____ 2.4. Propietario _____
 Condiciones edafo-climáticas:
 Siembra de Primera _____ (fecha) 2.5.2. Siembra de Postrera _____ (fecha)
 Altitud _____ msnm 2.5.2.1. Altitud _____ msnm
 Temp. prom. /época _____ oC 2.5.2.2. Temp. prom. /época _____ oC
 Precip. prom. /época _____ mm 2.5.2.3. Precip. prom. /época _____ mm
 Humed. Rel. prom. /época _____ % 2.5.2.4. Humed. Rel. prom. /época _____ %
 Vientos: moderados _____ fuertes _____ 2.5.2.5. Vientos: moderados _____ fuertes _____
 velocidad _____ km/hora velocidad _____ km/hora
 Meses de lluvia _____ 2.5.2.6. Meses de lluvia _____
 Tipo de suelo: a. arcilloso _____ 2.5.2.7. Tipo de suelo: a. arcilloso _____
 b. franco _____ b franco _____
 c. arenoso _____ c. arenoso _____
 d. franco arcilloso _____ d. franco arcilloso _____
 e. otro _____ e. otro _____

ASOCIACIÓN CON CAFÉ

¿Cultivo con sombra? Sí _____ No _____
 Estado del café: a. Podado _____ b. Renovado _____
 Podado: a. altura _____ cm edad del caféto _____
 b. tipo de poda: lote _____ surco _____
 Renovado: a. altura _____ cm
 ¿Hay algún manejo en el café, durante la siembra del tomate? Sí _____ No _____
 ¿Cuáles? _____
 ¿Condiciones? _____

PROYECTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE

GENERALIDADES

Fechas de siembra: 1era _____, 2da _____, 3era _____

Cultivos anteriores al tomate: a. _____, b. _____, c. _____, d. _____

Cultivos posteriores al tomate: a. _____, b. _____, c. _____, d. _____

¿Eliminó residuos de cosecha? Sí ___ No ___

PRÁCTICAS DE LA SIEMBRA

Variedad _____ Si ___ No ___

¿Por qué la usa? Mejor producción ___ Mejor cobertura ___ Más barata ___ Más efectiva contra plagas ___
otros _____

Método de siembra: a. Almacigo ___ propio ___ comprada ___
b. Directa ___

Prácticas en almacigo

Tipo de almacigo: a. Pílon ___ b. Raíz desnuda ___ c. otro _____

Desinfección del suelo: a. Bromuro de metilo ___ b. vapor ___ c. otro _____

Tipo de sustrato: mezcla el suelo, con qué? _____

¿Cubre con mallas? Sí ___ No ___

¿Por qué la usa? _____

Riego: aspersión ___ gravedad ___

Control de malezas: a. cuándo? _____ b. cuáles? _____

1. Manual _____

2. Químico _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Fertilización:

1. Química: a. producto _____ veces _____; al suelo _____, foliar _____

b. producto _____ veces _____; al suelo _____, foliar _____

2. Orgánica: a. producto _____ veces _____; al suelo _____, foliar _____

b. producto _____ veces _____; al suelo _____, foliar _____

Observación: _____

Prácticas en siembra directa

Variedad _____ Si ___ No ___

¿Por qué la usa? Mejor producción ___ Mejor cobertura ___ Más barata ___ Más efectiva contra plagas ___
otros _____

Método de siembra: a. Almacigo ___ b. Directa ___

Forma de hacerlo: de abajo hacia arriba ___ de arriba hacia abajo ___ por los lados ___ otro _____

¿Por qué lo hace así? _____

Riego: aspersión ___ gravedad ___

Control de malezas: a. cuándo? _____ b. cuáles? _____

1. Manual _____ 2. Químico _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Producto _____ frec. _____ días, efectivo _____, barato _____, otro _____

Observación: _____

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE

SIEMBRA Y CULTIVO

Prácticas en siembra con *Trasplante*

1. cuándo? edad de la plántula ____ (días) mañana ____ tarde ____
2. riega antes del trasplante? Sí ____ No ____
3. aplica fertilizante soluble en agua al trasplantar? Sí ____ No ____
4. Control contra virus: se lava las manos con jabón? Sí ____ No ____

Prácticas en la siembra (*directa o con trasplante*)

1. Postes ____ d.d.s. 4.3.2.2. Raleo ____ d.d.s.
3. Poda (deshija) ____ d.d.s. 4.3.2.4. Aporca ____ d.d.s.
5. Riego: aspersión ____ gravedad ____ cuándo? ____
6. Control de malezas: a. cuándo? _____ b. cuáles? _____

- 6.1. Manual _____
- 6.2. Químico _____

producto _____	frec ____ días, efectivo ____, barato ____, otro _____
producto _____	frec ____ días, efectivo ____, barato ____, otro _____
producto _____	frec ____ días, efectivo ____, barato ____, otro _____
producto _____	frec ____ días, efectivo ____, barato ____, otro _____

Fertilización: *Análisis de suelo: 10-30-10*

1. Orgánica: producto _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
2. Química 10-30-10 _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
12-24-12 _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
Urea _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
N _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
P _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
K _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
Ca _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
Mg _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____
Otros _____	frec ____ d. Barato ____ Caro ____ Igual precio ____ Más disp ____

irvación: _____

IDENTIFICACIÓN DE LAS PLAGAS MAS IMPORTANTES

1. INSECTOS (identificación de 4)

- | | | |
|----|---|-------|
| A. | Complejo mosca blanca-geminivirus | _____ |
| B. | Gusano del fruto (<i>Heliothis</i> spp) | _____ |
| C. | Gusano del fruto (<i>Spodoptera</i> spp) | _____ |
| D. | Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>) | _____ |
| E. | Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp) | _____ |
| F. | Afidos | _____ |
| G. | Acaros (arañitas rojas, otros) | _____ |
| H. | Otro _____ | _____ |

2. NEMATODOS

3. PATOGENOS (identificación de 4)

- | | | |
|----|---|-------|
| A. | Tizón tardío (apagón) <i>Phytophthora infestans</i> | _____ |
| B. | Tizón temprano (apagón) <i>Alternaria solani</i> | _____ |
| C. | Marchitez bacterial (maya) <i>Pseudomonas solanacearum</i> | _____ |
| D. | Mancha bacterial (pringue) <i>Xanthomonas campestris</i> | _____ |
| E. | Podredumbre blanda bacteriana (tallo hueco) <i>Erwinia</i> spp. | _____ |
| F. | Marchitez fungosa <i>Fusarium oxysporium</i> | _____ |
| G. | Otro _____ | _____ |

MANEJO DE PLAGAS

1. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y geminivirus (01) _____

1.1 Fase fenológica en que se presenta el daño:

1.1.1 Almacigo _____ 1.1.2 Plántula _____ 1.1.3 Desarr. Veget _____ 1.1.4 Floración _____ 1.1.5 Producc _____

1.1.6 Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

1.1.7 Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

1.2 Control

1.2.1 Preventivo

Variedades tolerantes a geminivirus _____, efectivo _____, caro _____

Mallas _____, efectivo _____, caro _____

Trampas con láminas amarillas y aceite _____, efectivo _____, caro _____

Barreras vivas _____, cuáles? _____, efectivo _____

Coberturas vivas _____, cuáles? _____, efectivo _____

Cultivos trampa _____, cuáles? _____, efectivo _____

Extractos vegetales _____, cuáles? _____, efectivo _____

Otro _____, efectivo _____

Siembra lejos de campos viejos _____ i. Elimin. rastrojos _____ j. Elimin. hospederos _____

Observaciones: _____

1.2.2 Productos químicos o biológicos

_____ flicor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ elin. Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ cula _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ cula _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Umbral? Si _____ No _____ cuáles? _____

¿Usa los productos? Si _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

1.2.3 Productos orgánicos

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ cula _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

1.3 Factores que favorecieron el ataque

Alta lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

7. MANEJO DE PLAGAS

2. Gusano alfilar (*Kelferia lycopersicella*) (02) _____

2.1 Fase fenológica en que se presenta el daño:

2.1.1. Almacigo ___ 6.2.1.2 Plántula ___ 6.2.1.3. Desarr. Veget ___ 6.2.1.4. Floración ___ 6.2.1.5. Producc ___

2.1.6 Ataque en época seca : muy severo ___ severo ___ bajo ___ muy bajo ___

2.1.7 Ataque en época lluviosa : muy severo ___ severo ___ bajo ___ muy bajo ___

2.2 Control

2.2.1 Cultural

Elimin rastros ___ b Eliminación frutos dañados en el campo? ___

2.2.2 Productos químicos o biológicos

Confidor ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

Spinelin, Thuricide, Bt ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

azela ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

azela ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

¿ umbrales ? Si ___ No ___ cuáles ? _____

¿ a los productos? Si ___ No ___ con cuántos productos ? _____, efectivo _____

2.2.3 Productos orgánicos

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

azela ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

Observaciones: _____

2.3 Factores que favorecieron el ataque

Exceso lluvia ___ Sequia ___ Vientos fuertes ___ Altas temp. ___ Bajas temp. ___

otros _____

7. MANEJO DE PLAGAS

3. Gusano del fruto (*Heliothis spp.*) (03) _____

3.1 Fase fenológica en que se presenta el daño:

3.1.1. Almacigo _____ 6.3.1.2. Plántula _____ 6.3.1.3. Desarr. Veget _____ 6.3.1.4. Floración _____ 6.3.1.5. Producc _____

3.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

3.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

3.2 Control

3.2.1. Cultural

a. Elimin. rastrojos _____ b. Eliminación frutos dañados en el campo? _____

3.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

avelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

¿Hay umbrales? Si _____ No _____ cuáles? _____

¿Usa los productos? Si _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

3.2.3. Productos orgánicos

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

3.3 Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.4. Gusano del fruto (*Spodoptera spp.*) (04) _____

6.4.1. Fase fenológica en que se presenta el daño:

6.4.1.1. Almácigo _____ 6.4.1.2. Plántula _____ 6.4.1.3. Desarr Veget _____ 6.4.1.4. Floración _____ 6.4.1.5. Producc _____

6.4.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.4.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.4.2. Control

6.4.2.1. Cultural

a. Elimin. rastrojos _____ b. Eliminación frutos dañados en el campo? _____

6.4.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

usa umbrales ? Sí _____ No _____ cuáles ? _____

rota los productos? Sí _____ No _____ con cuántos productos ? _____, efectivo _____

6.4.2.3. Productos orgánicos

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.4.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

6.5 Minador de la hoja (*Liriomyza spp.*) (05) _____

6.5.1 Fase fenológica en que se presenta el daño:

6.5.1.1. Almacigo _____ 6.5.1.2. Plántula _____ 6.5.1.3. Desarr. Veget. _____ 6.5.1.4. Floración _____ 6.5.1.5. Producc _____

6.5.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.5.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.5.2 Control

6.5.2.1. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

usa umbrales ? Sí ___ No ___ cuáles ? _____

rota los productos? Sí _____ No _____ con cuántos productos ? _____, efectivo _____

6.5.2.2. Productos orgánicos

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.5.3 Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp. _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.6. Años (06) _____

6.6.1. Fase fenológica en que se presenta el daño:

6.6.1.1. Almácigo ___ 6.6.1.2. Plántula ___ 6.6.1.3. Desarr. Veget ___ 6.6.1.4. Floración ___ 6.6.1.5. Producc ___

6.6.1.6. Ataque en época seca : muy severo ___ severo ___ bajo ___ muy bajo ___

6.6.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo ___ severo ___ bajo ___ muy bajo ___

6.6.2. Control

6.6.2.1. *Productos químicos o biológicos*

Confidor ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

Javelin, Thuricide, Bt ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

mezcla ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

mezcla ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

usa umbrales ? Si ___ No ___ cuáles ? _____

rota los productos? Si ___ No ___ con cuántos productos ? _____, efectivo _____

6.6.2.2. *Productos orgánicos*

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

_____ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

mezcla ___ frec. ___ efectivo ___, caro ___, más disponible ___, preventivo ___ curativo ___

Observaciones: _____

6.6.3. *Factores que favorecieron el ataque*

Mucha lluvia _____ Sequia _____ Vientos fuertes _____ Altas temp. _____ Bajas temp. _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.7. Nemátodos (07) _____

6.7.1. Fase fenológica en que se presenta el daño:

6.7.1.1. Almácigo___ 6.7.1.2. Plántula___ 6.7.1.3. Desarr. Veget ___ 6.7.1.4. Floración___ 6.7.1.5. Producc ___

6.7.1.6. Ataque en época seca : muy severo___ severo___ bajo ___ muy bajo ___

6.7.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo___ severo___ bajo ___ muy bajo ___

6.7.2. Control

6.7.2.1. Productos químicos o biológicos

Confidor ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 Javelin, Thuricide, Bt ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 mezcla ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 mezcla ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___

¿Usa los productos? Si ___ No ___ con cuántos productos? ___, efectivo___

6.7.2.2. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza___, b. cal___, c. cachaza___, d. otros___, mezclados___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 ___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___
 mezcla___ frec. ___ efectivo ___, caro___, más disponible___, preventivo___ curativo___

Observaciones: _____

6.7.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia ___ Sequia ___ Vientos fuertes ___ Altas temp ___ Bajas temp ___
Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.8. Tizón tardío o "apagón" (*Phytophthora infestans*) (08) _____

6.8.1. Fase fenológica:

6.8.1.1. Almácigo _____ 6.8.1.2. Plántula _____ 6.8.1.3. Desarr. Veget. _____ 6.8.1.4. Floración _____ 6.8.1.5. Producc. _____

6.8.1.6. Ataque en época seca: muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.8.1.7. Ataque en época lluviosa: muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.8.2. Control

6.8.2.1. Cultural

a. Variedades tolerantes _____, efectivo _____, caro _____

b. Desinfecta herramientas? Si _____ No _____c. Usa techos plásticos? Si _____ No _____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.8.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

rota los productos? Si _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

6.8.2.3. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza _____, b. cal _____, c. cachaza _____, d. otros _____, mezclados _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.8.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.9. Tizón temprano (*Alternaria solani*) [09] _____

6.9.1. Fase fenológica:

6.9.1.1. Almácigo____ 6.9.1.2. Plántula____ 6.9.1.3. Desarr. Veget.____ 6.9.1.4. Floración____ 6.9.1.5. Producc.____

6.9.1.6. Ataque en época seca : muy severo____ severo____ bajo____ muy bajo____

6.9.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo____ severo____ bajo____ muy bajo____

6.9.2. Control

6.9.2.1 Cultural

a. Variedades tolerantes____, efectivo____, caro____

b. Desinfecta herramientas? Si SI No NO

c. Usa techos plásticos? Si SI No NO

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.9.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Javelin, Thuricide, Bt____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

rota los productos? Si SI No NO con cuántos productos? _____, efectivo____

6.9.2.3 Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza____, b. cal____, c. cachaza____, d. otros____, mezclados____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Observaciones: _____

6.9.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia____ Sequia____ Vientos fuertes____ Altas temp.____ Bajas temp.____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6 10. Mancha bacterial o "pringuo" (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) (10) _____

6 10.1. Fase fenológica:

6 10.1.1. Almacigo____ 6. 10.1.2. Plántula____ 6. 10.1.3. Desarr. Veg ____ 6 10.1.4. Floración____ 6. 10.1.5. Producc.____

6 10.1.6. Ataque en época seca : muy severo____ severo____ bajo ____ muy bajo ____

6 10.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo____ severo____ bajo ____ muy bajo ____

6 10.2 Control

6 10.2.1 Cultural

a Variedades tolerantes _____, efectivo____, caro____

b. Desinfecta herramientas? Sí____ No____

c Usa techos plásticos? Sí____ No____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6 10.2.2 Productos químicos o biológicos

Confidor____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Javelin, Thuricide, Bt____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec. _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

rota los productos? Si____ No____ con cuántos productos? _____, efectivo____

6 10.2.3 Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza____, b cal____, c. cachaza____, d otros____, mezclados____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

_____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec _____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Observaciones: _____

6 10.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequia _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6 11. Marchitez bacterial o "maya" (*Pseudomonas solanacearum*) (11) _____

6 11.1 Fase fenológica:

6 11.1.1. Almacigo _____ 6 11.1.2. Plántula _____ 6 11.1.3. Desarr. Veg _____ 6 11.1.4. Floración _____ 6 11.1.5. Producc _____

6 11.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6 11.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6 11.2 Control

6 11.2.1. Cultural

a. Variedades tolerantes _____, efectivo _____, caro _____

b. Desinfecta herramientas? Si _____ No _____

c. Usa techos plásticos? Si _____ No _____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6 11.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

rota los productos? Si _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

6 11.2.3. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza _____, b. cal _____, c. cachaza _____, d. otros _____, mezclados _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.11.3 Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.12 Podredumbre blanda bacteriana o tallo hueco (*Erwinia* spp.) (12) _____

6.12.1. Fase fenológica:

6.12.1.1. Almacigo _____ 6.12.1.2. Plántula _____ 6.12.1.3. Desarr. Veg _____ 6.12.1.4. Floración _____ 6.12.1.5. Producc _____

6.12.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.12.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.12.2. Control

6.12.2.1. Cultural

a. Variedades tolerantes _____, efectivo _____, caro _____

b. Desinfecta herramientas? Si _____ No _____

c. Usa techos plásticos? Si _____ No _____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.12.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

rota los productos? Si _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

6.12.2.3. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza _____, b. cal _____, c. cachaza _____, d. otros _____, mezclados _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.12.3 Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.13. Marchitez fungosa (*Fusarium oxysporum*) (13) _____

6.13.1. Fase fenológica:

6.13.1.1. Almácigo _____ 6.13.1.2. Plántula _____ 6.13.1.3. Desarr. Veg _____ 6.13.1.4. Floración _____ 6.13.1.5. Producc. _____

6.13.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.13.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.13.2. Control

6.13.2.1. Cultural

a. Variedades tolerantes _____, efectivo _____, caro _____

b. Desinfecta herramientas? Sí _____ No _____

c. Usa techos plásticos? Sí _____ No _____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.13.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

rota los productos? Sí _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

6.13.2.3. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a gallinaza _____, b cal _____, c cachaza _____, d. otros _____, mezclados _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec. _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.13.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp. _____ Bajas temp. _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.14. Virus (14) _____

6.14.1. Fase fenológica:

6.14.1.1. Almacigo _____ 6.14.1.2. Plántula _____ 6.14.1.3. Desarr. Veg _____ 6.14.1.4. Floración _____ 6.14.1.5. Producc _____

6.14.1.6. Ataque en época seca : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.14.1.7. Ataque en época lluviosa : muy severo _____ severo _____ bajo _____ muy bajo _____

6.14.2 Control

6.14.2.1 Cultural

a. Variedades tolerantes _____, efectivo _____, caro _____

b. Desinfecta herramientas? Sí _____ No _____

c. Usa techos plásticos? Sí _____ No _____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.14.2.2 Productos químicos o biológicos

Confidor _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Javelin, Thuricide, Bt _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

rota los productos? Sí _____ No _____ con cuántos productos? _____, efectivo _____

6.14.2.3 Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza _____, b. cal _____, c. cachaza _____, d. otros _____, mezclados _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

_____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

mezcla _____ frec _____ efectivo _____, caro _____, más disponible _____, preventivo _____ curativo _____

Observaciones: _____

6.14.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia _____ Sequía _____ Vientos fuertes _____ Altas temp _____ Bajas temp _____

Otros _____

VI. MANEJO DE PLAGAS

6.15 _____ (15) _____

6.15.1. Fase fenológica:

6.15.1.1. Almacigo____ 6.15.1.2. Plántula____ 6.15.1.3. Desarr. Veg____ 6.15.1.4. Floración____ 6.15.1.5. Producc.____

6.15.1.6. Ataque en época seca: muy severo____ severo____ bajo____ muy bajo____

6.15.1.7. Ataque en época lluviosa: muy severo____ severo____ bajo____ muy bajo____

6.15.2. Control

6.15.2.1. Cultural

a. Variedades tolerantes____, efectivo____, caro____

b. Desinfecta herramientas? Sí____ No____

c. Usa techos plásticos? Sí____ No____

por qué lo usa? _____

qué hace con el plástico? _____

6.15.2.2. Productos químicos o biológicos

Confidor____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Javelin, Thuricide, Bt____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

rota los productos? Sí____ No____ con cuántos productos?____, efectivo____

6.15.2.3. Productos orgánicos

Enmiendas orgánicas: a. gallinaza____, b. cal____, c. cachaza____, d. otros____, mezclados____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

mezcla____ frec.____ efectivo____, caro____, más disponible____, preventivo____ curativo____

Observaciones: _____

6.15.3. Factores que favorecieron el ataque

Mucha lluvia____ Sequía____ Vientos fuertes____ Altas temp____ Bajas temp.____

Otros _____

VII. PRODUCCION

7.1. Producción e ingreso por época

	Epoca seca	Epoca lluviosa
Total	_____	_____
1o	_____	_____
2o	_____	_____
3o	_____	_____
Rechazo	_____	_____
Precio pr	_____	_____

7.2. Factores que afectaron el rendimiento

7.2.1. Ambientales :

- a. Mucha lluvia _____
- b. Poca lluvia _____
- c. Mucho viento _____
- d. Altas temperaturas _____
- e. Bajas temperaturas _____

7.2.2. Plagas :

- a. Principales insectos _____
- b. Principales enfermedades _____

7.2.3. Suelo:

- a. Mal drenaje _____
- b. Malos suelos _____

7.3. Costos de producción

	Epoca seca	Epoca lluviosa
Total	_____	_____
Almácigo	_____	_____
Directo	_____	_____
Plaguicidas	_____	_____
Fertilizantes	_____	_____
Semilla	_____	_____

Anexo 10. Productores encuestados en 3 zonas del cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica. 2000.

CODIGO	NOMBRE
<u>ZONA BAJA</u>	
0.1.	Albino Arroyo Arroyo
0.2.	Julio Alvarez Trejos
0.3.	Roy Salas Mejia
0.4.	Alberto Arrieta Ramirez
0.5.	Elio Rojas Herrera
0.6.	Orlando Valverde
0.7.	Ronald Avila
0.8.	Alexis Gutiérrez Arrieta
0.9.	Victor Muñoz Tórrez
<u>ZONA INTERMEDIA</u>	
0.10.	René Salas Rodríguez
0.11.	Gerardo Alfaro Valverde
0.12.	Ramón Salas Herrera
0.13.	Ezequiel Porras Madrigal
0.14.	Gerardo Fernández Murillo
0.15.	Walter Solís Castro
0.16.	Joss Rafael Oviedo Hidalgo
<u>ZONA ALTA</u>	
0.17.	Damián Vega Bolaños
0.18.	Gerardo Alvarado Hidalgo
0.19.	Eliezer Rodríguez Vásquez
0.20.	Carlos Francisco Alfaro Rodríguez

Anexo 11. Especialistas, Instituciones y Organizaciones utilizadas como fuentes de información.

NOMBRE	ESPECIALIDAD/ESPECIALIDAD	INSTITUCION
Vera Sánchez	Fitopatología-diag fitosan /17 años Control biológ./13 años Extensión agríc /4 años Agricultura ecológica/4 años	CATIE
Elkin Bustamante	Fitopatología-diag fitosan /40 años	CATIE
Ramón Mendoza	Fitopatología-diag fitosan /5 años Entomología/4 años Cultivo de tomate/4 años	CATIE
Francisco Casasola	Fitopatología-diag fitosan /4 años Entomología/4 años Cultivo de tomate/4 años	CATIE
Marcos Moreira	Producción (Fitopatología)/ 20 años	Estac "Fabio Baudrit"
Luko Hilje	Entomología Manejo insectos hortal,algod,árboles maderables/20 años Manejo de mosca blanca/10 años	CATIE
Oscar Mario Castro	Hortalizas, fitopatol,entomol/30 años	MAG/Grecia
Nelson Kooper	Hortalizas, fitopatol,entomol/20 años	MAG/Grecia
Edgard Alvarado	Entomología/ 15 años	EARTH
Sergio Velásquez	SIG (Sist.Información Geográfica)	CATIE
Jeff Jones	SIG (Sist.Información Geográfica)	CATIE
Francisco Jiménez	Agroambiente/ 15 años	CATIE
Guido Sanabria	Técnico agrónomo/ 10 años	CATIE
Gustavo Calvo	Econ.manejo tomate/ 15 años	CATIE
Max Mena	Pronosticador	Instituto Meteorológico
Luis Arroyo	Evaludador de tierras (ALES)/ 15 años	MAG/San José

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS (PATOGENOS)

(Instrucciones)

Se listan los requerimientos ambientales y biológicos de las plagas, de acuerdo a varias fuentes secundarias.

Se determinaron 3 rangos valorados en la escala 1, 2 y 3 como condicionantes para que la plaga se presente, con base en lo siguiente:

	<u>Valoración</u>	
Optimo:	1	Condicionante para un ataque alto-muy alto
Bueno,Regular:	2	Condicionante para un ataque moderado
Defecto,Exceso:	3	Condicionante para un ataque bajo-muy bajo

* En la columna vacía señalar los datos que le parecen correctos, o anotar otros que a su juicio deberían ser los correctos o más adecuados.

REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMATICOS Y BIOLOGICOS

TEMPERATURA		
Optima	16 - 22 oC	
Buena,regular	22-25 oC	
Defecto,exceso	< 16 oC;> 25 oC	
HUMEDAD RELATIVA		
Optima	80-90%	
Buena,regular	75-80 %	
Defecto,exceso	<75%	
LLUVIA		
Optima	Abundante (500-600 mm/ciclo)	
Buena,regular	Moderada (300-500 mm/ciclo)	
Defecto,exceso	Poca (< 300 mm)	
ROCIO		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
NEBLINA		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
VIENTO		
Optimo	Fuerte	
Buena,regular	Moderado	
Defecto,exceso		
TEXTURA SUELO		
Optimo	Arcilloso	
Buena,regular	franco-aren., fr. arcilloso, fr. limoso	
Defecto,exceso	francos, arenosos, limosos	
PENDIENTE SUELO		
Optimo	< 2%	
Buena,regular	2-5%	
Defecto,exceso	> 5%	

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
Optima	21 - 25 oC	
Buena,regular	18-21 oC; 25-29 oC	
Defecto,exceso	< 18 oC; > 29 oC	
HUMEDAD RELATIVA		
Optima	80-90%	
Buena,regular	75-80 %	
Defecto	<75%	
LLUVIA		
Optima	Abundante (500-600 mm/ciclo)	
Buena,regular	Moderada (300-500 mm/ciclo)	
Defecto,exceso	Sin lluvias	
ROCIO		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
NEBLINA		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
RIEGO/ ASPERSION		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	No presente	
VIENTO		
Optimo	Fuerte	
Buena,regular	Moderado	
Defecto,exceso		
PENDIENTE SUELO		
Optimo	< 2%	
Buena,regular	2-5%	
Defecto,exceso	> 5%	
TEXTURA SUELO		
Optimo	Arcilloso	
Buena,regular	franco-aren.,fr.arcilloso,fr.limoso	
Defecto,exceso	francos, arenosos,limosos	

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
Optima	25-30 oC	
Buena,regular		
Defecto,exceso	<25 oC;>30 oC	
HUMEDAD RELATIVA		
Optima	> 90 %	
Buena,regular	80-90 %	
Defecto,exceso	< 80 %	
LLUVIA		
Optima	Abundante (500-600 mm/ciclo)	
Buena,regular	Moderada (300-500 mm/ciclo)	
Defecto,exceso	Sin lluvias	
ROCIO		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
NEBLINA		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
RIEGO/ASPERSION		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	No presente	
VIENTO		
Optimo	Fuerte a Muy fuerte	
Buena,regular	Moderado a Débil	
Defecto,exceso	Muy débil	
PENDIENTE SUELO		
Optimo	< 2%	
Buena,regular	2-5%	
Defecto,exceso	> 5%	
TEXTURA SUELO		
Optimo	Arcilloso	
Buena,regular	franco-aren.,fr.arcilloso,fr.limoso	
Defecto,exceso	francos, arenosos,limosos	

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
Optima	25-30 oC	
Buena,regular		
Defecto,exceso	<25 oC;>30 oC	
HUMEDAD RELATIVA		
Optima	> 90 %	
Buena,regular	80-90 %	
Defecto,exceso	< 80 %	
pH SUELO		
Optima	4.7-6.9	
Buena,regular	6.9-7.0	
Defecto,exceso	> 7.0	
LLUVIA		
Optima	Abundante (500-600 mm/ciclo)	
Buena,regular	Moderada (300-500 mm/ciclo)	
Defecto,exceso	Sin lluvias	
ROCIO		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
NEBLINA		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	Ausente	
RIEGO/ASPERSION		
Optima	Presente	
Buena,regular	Presente	
Defecto,exceso	No presente	
VIENTO		
Optimo	Fuerte a Muy fuerte	
Buena,regular	Moderado a Débil	
Defecto,exceso	Muy débil	
PENDIENTE SUELO		
Optimo	< 2%	
Buena,regular	2-5%	
Defecto,exceso	> 5%	
TEXTURA SUELO		
Optimo	Arcilloso	
Buena,regular	franco-aren.,fr.arcilloso,fr.limoso	
Defecto,exceso	francos, arenosos,limosos	

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS (INSECTOS PLAGAS)

(Instrucciones)

Se listan los requerimientos ambientales y biológicos de las plagas, de acuerdo a varias fuentes secundarias.

Se determinaron 3 rangos valorados en la escala 1, 2 y 3 como condicionantes para que la plaga se presente, con base en lo siguiente:

Valoración

Óptimo:	1	Condicionante para un ataque alto-muy alto
Bueno,Regular:	2	Condicionante para un ataque moderado
Defecto,Exceso:	3	Condicionante para un ataque bajo-muy bajo

* En la columna vacía señalar los datos que le parecen correctos, o anotar otros que a su juicio deberían ser los correctos o más adecuados.

INSECTO PLAGA: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
Optima	22-26 oC	
Buena,regular	19-22; 26-30 oC	
Defecto,exceso	< 19 oC, > 30 oC	
HUMEDAD RELATIVA		
Optima	70-80 %	
Buena,regular	80-85; 85-90 %	
Defecto,exceso	< 70%; >90%	
ALTITUD		
Optima	500-1000 msnm	
Buena,regular	1000-1500 msnm	
Defecto,exceso	< 100, > 1500 msnm	
VIENTO		
Optimo	Fuerte	
Buena,regular	Moderado	
Defecto,exceso		
MESES SECOS CONSECUTIVOS		
Optimo	> 4 meses	
Buena,regular	1-3; 3-4 meses	
Defecto,exceso	< 1 mes	
ALIMENTACION DISPONIBLE		
(Plantas hospedantes cultivadas o silvestres)	Optima	Cobertura total
	Buena,regular	Cobertura moderada
	Bajo, Muy bajo	Ninguna cobertura

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
	Optima	15-25 oC
	Buena,regular	25-30 oC
	Defecto,exceso	< 15 oC; > 30 oC
ALTITUD		
	Optima	500-1000 msnm
	Buena,regular	1000-1500 msnm
	Defecto,exceso	< 100,> 1500 msnm
HUMEDAD RELATIVA		
	Optima	70-80 %
	Buena,regular	80-85 %; 85-90 %
	Defecto,exceso	< 70%; >90%
MESES SECOS CONSECUTIVOS		
	Optima	> 4 meses
	Buena,regular	1-3; 3-4 meses
	Defecto,exceso	< 1 mes
ALIMENTACION DISPONIBLE		
(Plantas hospedantes cultivadas o silvestres)	Optima	Cobertura total
	Buena,regular	Cobertura moderada
	Bajo, Muy bajo	Ninguna cobertura

INSECTO PLAGA: Gusanos del fruto (*Spodoptera* spp. y *Heliothis* sp.)

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
	Optima	12-22 oC
	Buena, regular	22-30 oC
	Defecto, exceso	<12 oC; >30 oC
ALITUD		
	Optima	500-1000 msnm
	Buena, regular	1000-1500 msnm
	Defecto, exceso	< 100, > 1500 msnm
HUMEDAD RELATIVA		
	Optima	70-80 %
	Buena, regular	80-85 %; 85-90 %
	Defecto, exceso	< 70%; >90%
MESES SECOS CONSECUTIVOS		
	Optima	> 4 meses
	Buena, regular	1-3; 3-4 meses
	Defecto, exceso	< 1 mes
ALIMENTACION DISPONIBLE		
(Plantas hospedantes cultivadas o silvestres)	Optima	Cobertura total
	Buena, regular	Cobertura moderada
	Bajo, Muy bajo	Ninguna cobertura

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS

TEMPERATURA		
	Optima	15-25 oC
	Buena, regular	25-30 oC
	Defecto, exceso	< 15 oC; > 30 oC
ALTITUD		
	Optima	500-1000 msnm
	Buena, regular	1000-1500 msnm
	Defecto, exceso	< 100, > 1500 msnm
HUMEDAD RELATIVA		
	Optima	70-80 %
	Buena, regular	80-85 %; 85-90 %
	Defecto, exceso	< 70%; > 90%
MESES SECOS CONSECUTIVOS (10 mm/mes)		
	Optima	> 4 meses
	Buena, regular	1-3; 3-4 meses
	Defecto	< 1 mes
ALIMENTACION DISPONIBLE (Plantas hospedantes cultivadas o silvestres)		
	Optima	Cobertura total
	Buena, regular	Cobertura moderada
	Bajo, Muy bajo	Ninguna cobertura

RECOMENDACIONES
(ENFERMEDADES, PATOGENOS)
(Instrucciones)

Se listan las recomendaciones de manejo para prevenir o controlar las plagas, de acuerdo a varias fuentes primarias y secundarias.

Se requiere conocer su juicio de valor para determinar las recomendaciones que controlen la plaga, de acuerdo a su orden de importancia (1, 2 ó 3).

- * En las columnas vacías anote su valoración.
- * Si está de acuerdo con la recomendación para las 3 zonas, solamente use la primera columna.
- * En las líneas vacías anote otras recomendaciones que a su juicio deberían ser considerados también.

ENFERMEDAD (PATOGENO PLAGA): Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

RECOMENDACIONES

VALORACION

	TODAS/ZONAS	Z.BAJA	Z.INTERM.	Z.ALTA
Eliminar residuos de cosecha y hosp.alt.				
Sembrar lejos de tomates abandonados				
Desinfectar herramientas				
Fertilización adecuada				
Podar o deshijar				
No usar riego por aspersión				
Usar techos plásticos				
Suelos bien drenados				
Suelos con pendientes > 5%				
Control de malezas				
Control químico: fungicidas contacto, dosis adecuadas, rotación c/8-15 d.				
Mayor diversidad de fungicidas (grupos de familia)				
mezclar o alternar c/insecticidas				

**RECOMENDACIONES
(INSECTOS PLAGAS)**

(Instrucciones)

Se listan las recomendaciones de manejo para prevenir o controlar las plagas, de acuerdo a varias fuentes primarias y secundarias.

Se requiere conocer su juicio de valor para determinar las recomendaciones que controlen la plaga, de acuerdo a su orden de importancia (1, 2 ó 3).

- * En las columnas vacías anote su valoración.
- * Si está de acuerdo con la recomendación para las 3 zonas, solamente use la primera columna.
- * En las líneas vacías anote otras recomendaciones que a su juicio deberían ser considerados también.

INSECTO PLAGA: Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*)

RECOMENDACIONES

VALORACION

	TODAS/ZONAS	Z.BAJA	Z.INTERM.	Z.ALTA
No cultivar hospederos alternos				
Eliminar residuos de cosecha y hosp.alt.				
Eliminar frutos dañados en el campo				
Sembrar lejos de tomates abandonados				
Uso de cultivos trampa, barreras vivas, coberturas al suelo				
Control químico: insect selectivos, dosis adecuadas,				
Rotación c/15-22 d.				
Mayor diversidad de insecticidas (grupos de familia)				

INSECTO PLAGA: Gusanos del fruto (*Spodoptera* spp. y *Heliothis* sp.)

RECOMENDACIONES

VALORACION

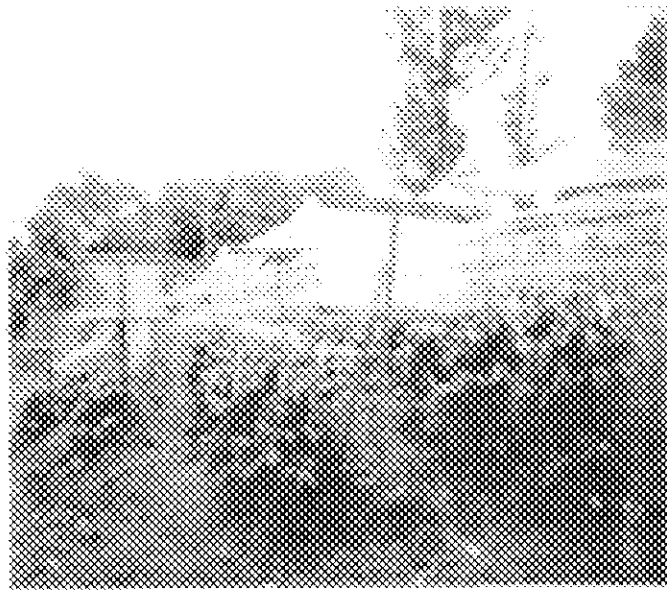
TODAS/ZONAS	Z.BAJA	Z.INTERM.	Z.ALTA
Eliminar residuos de cosecha y hosp.alt.			
Eliminar frutos dañados en el campo			
Sembrar leños de tomates abandonados			
Uso de cultivos trampa, barreras vivas, coberturas al suelo			
Control químico: insect. selectivos, dosis adecuadas,			
Rotación c/15-22 d., mezclar o alternar c/fungicidas			
Mayor diversidad de insecticidas (grupos de familia)			

INSECTO PLAGA: Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*)

RECOMENDACIONES

VALORACION

	TODAS/ZONAS	Z.BAJA	Z.INTERM.	Z.ALTA
Eliminar residuos de cosecha y hosp.alt.				
Sembrar lejos de tomates abandonados				
Uso de cultivos trampa, barreras vivas, coberturas al suelo				
Control químico: insect. selectivos, dosis adecuadas,				
Rotación c/15-22 d., mezclar o alternar c/ fungicidas				
Mayor diversidad de insecticidas (grupos de familia)				



Anexo 13. *Arundo donax*-*caña* - cañales con gran cantidad de hojas y mayor altura, representación gráfica en Fiebre, Argentina, Costa Rica. 2016.



Anexo 14. *Arundo donax*-*caña* cañales con menor cantidad de hojas y altura, representación gráfica en Fiebre, Argentina, Costa Rica. 2016.

Anexo 15 Malezas predominantes en tres zonas ecológicas del cantón de Grecia.
Alajuela, Costa Rica. 2000

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Zona Baja	Zona Intermedia	Zona Alta
Arrocillo ¹	<i>Echinochloa colonum</i>			
	<i>Ischaemum rugosum</i>		X	
Bledo	<i>Amaranthus</i> sp.	X		
Calinguero		X		
Cansagente	<i>Homolepis aturensis</i>			X
Churristate	<i>Ipomoea</i> sp.		X	
Cinquillo	<i>Drymaria cordata</i> , <i>D. villosa</i>	X		X
Coquillo	<i>Cyperus esculentus</i>	X		
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>	X		X
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>		X	
Dormimucla	<i>Mimosa</i> sp. ?		X	
Flor amarilla ¹	<i>Melampodium divaricatum</i> , <i>M. perfoliatum</i> , <i>Sclerocarpus divaricatus</i>			
Helechillo	<i>Pteridium aquilinum</i> ?		X	
Lengua de vaca (cuetamacho)	<i>Sagittaria</i> sp. <i>Rumex acetocella</i> ¹			X
Mirasol ¹	<i>Baltimora recta</i> <i>Sclerocarpus divaricatus</i>			
Moriseco	<i>Bidens pilosa</i>	X		X
Nervillo	<i>Drymaria cordata</i>	X		
Orisco	X			
Orqueta	X			
Pata de gallo o gallina (monteraro)	<i>Eleusine indica</i>		X	
Peludo	<i>Ageratum conyzoides</i>	X		
Rabo de alacrán	<i>Heliotropium indicum</i>		X	
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	X		X
Zacatillo	<i>Poa annua</i>	X		

Fuente: Encuestas a productores de Grecia, Alajuela, Costa Rica. Elaboración propia.

¹ / Se encontraron dos nombres científicos para la misma especie.

Anexo 16. Principales insecticidas utilizados por los productores de Grecia, Alajuela.
Costa Rica. 2000.

	CONF	EVIS	NOM	THIO	AMB	DIPEL	DEC	LEPIC	VERT	I ANN	DIPT
MOSCA BLANCA											
Zona baja	9			2							
	100%			22%							
Zona intermedia	6			1							
	86%			14%							
Zona Alta	2			1		1					
	50%			25%		25%					
GUSANO ALFILER											
Zona baja		4		2		2				1	
		44%		22%		22%				11%	
Zona intermedia		2		3	1			1		2	
		29%		43%	14%			14%		19%	
Zona Alta	1	1		1		1					
	25%	25%		25%		25%					
MINADOR											
Zona baja						1	1	2	3		4
						11%	11%	22%	33%		44%
Zona intermedia			3		1				3	1	1
			43%		14%				43%	14%	14%
Zona Alta									1		
									25%		
GUSANO FRUTO											
Zona baja			1		4	1	2				1
			11%		44%	11%	22%				11%
Zona intermedia										1	
										14%	
Zona Alta											

Abreviaturas:

CONF: Confidor EVIS: Evisect NOM: Nomolt THIO: Thiodan DIPEL: Dipel DEC: Decis
LEPIC: Lepicron VERT: Vertimec I ANN: Lannate DIPT: Dipterex

(*): aplican otros productos no anotados en este cuadro

Anexo 17. Otros insecticidas químicos usados por productores de tomate de Grecia, Alajuela, Costa Rica. 2000.

PLAGA	ZONA BAJA	ZONA INTERMEDIA	ZONA ALTA
Mosca blanca	Imik (aldicarb), Falstar (bifentrina) Furadán (carbofuran); Pegasus (difentiuiron)	Karate (cihalotrina-lambda)	
Gusano alfiler		Karate (cihalotrina-lambda) Padan (cartap) Lorsban (clorpirifos) Cymbush (cipermetrina) Tamaron (metamidofos)	Lorsban (clorpirifos) Cymbush (cipermetrina)
Minador de la hoja	Nim (no especificaron marca)	Pegasus (difentiuiron)	
Gusanos del fruto	Karate (cihalotrina-lambda) Cymbush (cipermetrina), Falstar (bifentrina), Pounce (permetrina) Dipel (<i>Bt</i>)+ Orthene (acefato)		Cymbush (cipermetrina) Falstar (bifentrina)

Anexo 18. Niveles tóxicos, categorías OMS* y persistencia en el suelo de insecticidas usados por productores de Grecia, Alajuela, Costa Rica. 2000.

NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE GENÉRICO	NIVEL TOXICO	CATEG	PERSIST SUELO	TOXIC. ABEJAS
Ambush (piretroide, clorado)	permetrina	moderadmte peligroso	II	de no a ligera	alta
Confidor (cloronicotínico)	imidacloprid		II	med.a persist.	alta
Cymbush (piretroide)	cipermetrina	moderadmte peligroso	II	de no a alta	alta
Decis (piretroide)	deltametrina	altamente peligroso	Ib	ligera	alta
Dipel (biológico)	<i>Bacillus thuringiensis</i>		EPA III	alta	ligera
Dipterex (organof., clorado)	triclorfon	ligeramente peligroso	III	no	alta
Evisekt (no clasific.)	thiocyclam	moderadmte peligroso	II	no	ligera
Furadan (carbamato)	carbofuran	altamente peligroso	Ib	mediana	alta
Karate (piretroide)	cihalotrina-lambda	moderadmte peligroso	II	de ligera a alta	ligera
Lannate (Carbamato)	metomil	altamente peligroso	Ib	ligera	alta
Lepiron (triazina)	ciromazina		V	alta a extrema	mediana
Lorsban (organofosf., clorado)	clorpirifos	moderadmte peligroso	II	alta a extrema	alta
Nomolt (benzoylurea)	teflubenzuron	sin riesgo agudo	EPA IV	no a extrema	ligera
Orthene (organofosforado)	acefato	ligeramente peligroso	III	no	alta
Padan (carbamato)	cartap	moderadmte peligroso	II	no	moderada
Pegasus (tiourea, fenoxi)	difentiuiron	sin riesgo agudo		no	mediana
Rescate					
Falstar (piretroide)	bifentrina	moderadmte peligroso	II	alta a extrema	alta
Tamaron (organofosf.)	metamidofos	altamente peligroso	Ib	no	alta
Temik (carbamato)	aldicarb	extremadmte peligroso	Ia	no a mediana	alta
Thiodan (organoclorado)	endosulfan	moderadmte peligroso	II	extrema	ligera
Vertimec (antibiótico)	abamectina	altamente peligroso	Ib	ligera	alta

* OMS (Organización Mundial de la Salud)

Fuente: UNA (1999), Costa Rica. Elaboración propia.

Anexo 19. Factores que favorecen la presencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y gusanos del fruto (*Heliothis* sp., *Spodoptera* sp.) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

FACTORES	MOSCA BLANCA						GUSANOS DEL FRUTO							
	Baja		Intermedia		Alta		Total	Baja		Intermedia		Z. Alta	Total	
<i>CLIMA</i>														
Altas temperat.	8	100%	5	71%	1	50%	14 (88%)	3	50	3	100 %		6 (55%)	
Altas precipit.								2	33			1	50	3 (27%)
<i>OTROS</i>														
Tomat.viejos cerc.	1	13%	2	29 %	1	50 %	4 (25%)							
Otros cult hosp. cercanos	1	13%					1 (6%)							
No combat.a tiempo			1	14%			1 (6%)							
Frutos en la plant								4	67				4 (36%)	
No limp.frut.daño												1	50	1 (9%)
Por época								1	17					1 (9%)
No saben			1	14%	1	50 %	1 (6%)					1	50	1 (9%)

Anexo 20. Factores que favorecen la presencia de gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) y minador de la hoja (*Lyriomiza sativae*) según productores de Grecia, Alajuela CR 2000.

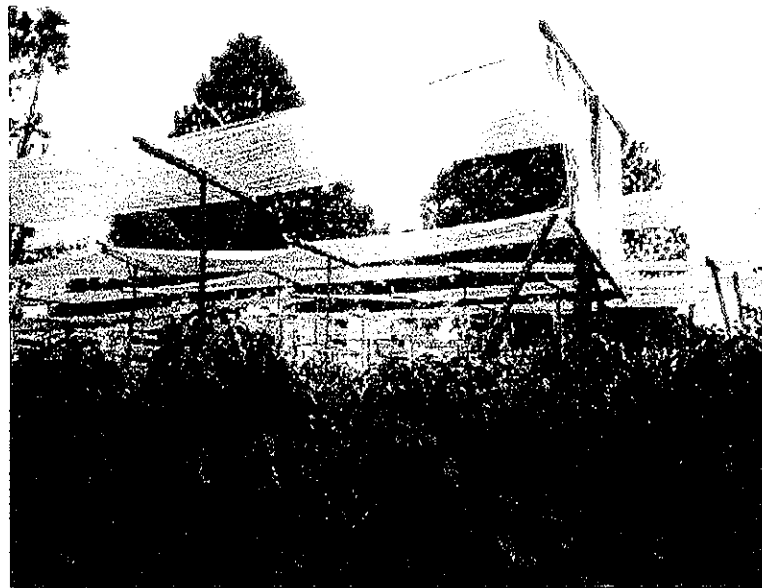
FACTORES	GUSANO ALFILER						MINADOR DE LA HOJA						
	Baja		Intermedia		Alta		Total	Baja		Intermedia		Alta	Total
<i>CLIMA</i>													
Altas temperat.	5	100%	4	67%			9 (60%)	6	75%				6 (35%)
Cambios temp.							1 (7%)						
Altas precipitac.								2	25%				2 (12%)
Lluv.seg/días sol	1	20%					1 (7%)						
<i>OTROS</i>													
El mismo tomate									1	17%	1	33%	2 (12%)
Frutos en la plant					1	25%	1 (7%)						
No comb.a tiemp.	1	20%	1	17%			2 (13%)		2	33%			2 (6%)
Techos plásticos			3	50%			3 (20%)		1	17%			1 (6%)
No saben			1	17%	3	75%	2 (13%)		3	50%	2	67 %	5 (29%)

Anexo 21. Identificación de las tres principales enfermedades (patógenos) según productores de Grecia. Alajuela, Costa Rica. 2000

PRIORIDAD	ZONA BAJA		ZONA INTERM.		ZONA ALTA		TOTAL	
		%		%		%		%
1era								
Tizón tardío (<i>Phytophthora inf.</i>)	7	78%	4	57%	3	75%	14	70%
Marchitez bacter (<i>Ralstonia solanac</i>)	1	11%	1	14%			2	11%
Mancha bacter (<i>Xanthomonas camp</i>)	1	11%	1	14%	1	25%	3	15%
Virus			1	14%			1	5%
2da								
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	3	38%	2	29%			5	25%
Tizón tardío (<i>Phytophthora infest.</i>)	1	13%	3	43%	1	25%	5	25%
Marchitez bacter (<i>Ralstonia solanac</i>)	3	38%	1	14%			4	20%
Mancha bacter (<i>Xanthomonas camp</i>)	1	13%	1	14%	2	50%	4	20%
Tallo hueco (<i>Erwinia carotovora</i>)					1	25%	1	5%
3era								
Mancha bacter (<i>Xanthomonas camp</i>)	3	50%	1	33%	1	50%	5	25%
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	2	33%	1	33%			3	15%
Marchitez bacter (<i>Ralstonia solanac</i>)	1	17%					1	10%
Tallo hueco (<i>Erwinia carotovora</i>)			1	33%	1	50%	2	10%



Anexo 22 Techos plásticos en forma de canaletas (zona alta-Sn Luis)
en asocio tomate-café en Grecia, Alajuela, Costa Rica 2000



Anexo 23 Techos plásticos en forma recta (zona baja-Tacáres)
en asoc tomate-café en Grecia, Alajuela, Costa Rica 2000

Anexo 24. Principales fungicidas y bactericidas utilizados por los productores de Grecia, Alajuela, Costa Rica, 2000.

	AMITR	ANTRAC	COBRE	ACROB	CURZ	DACON	PREV	RIDOM	AGROM	KASUM
TIZÓN TARDÍO										
Zona Baja				3	7	4	3	2		
				33%	78%	44%	33%	22%		
Zona Intermedia				4	4	4		5		
				57%	57%	57%		71%		
Zona Alta				1	3	1	1	1		
				25%	75%	25%	25%	25%		
TIZÓN TEMPRANO										
Zona Baja	2	2	1		1					
	22%	22%	11%		11%					
Zona Intermedia			1		1					
			11%		11%					
Zona Alta										
MANCHA BACTER.										
Zona Baja									4	
									44%	
Zona Intermedia									3	
									43%	
Zona Alta									1	
									25%	
MARCHITEZ BACT.										
Zona Baja									5	4
									56%	44%
Zona Intermedia									2	
									29%	
Zona Alta (*)										

Referencias:

AMITR: Amitraz ANTRAC: Antracol COBRE: Cobre ACROB: Acrobat CURZ: Curzate
 DACON: Daconil PREV: Previcur RIDOM: Ridomil AGROM: Agromicín KASUM: Kasumin
 (*): No aparecen datos porque no fue identificada por los productores como problemática

Anexo 25. Niveles tóxicos, categorías OMS* y persistencia en el suelo de fungicidas y bactericidas usados por productores de Grecia, Alajuela, Costa Rica, 2000.

NOMBRE COMERCIAL (grupo químico)	NOMBRE GENÉRICO	NIVEL TOXICO	CATEG	PERSIST SUELO	TOXIC. ABEJAS
Acrobat (morfolina)	dimetomorf	sin riesgo agudo	--	ND	ligera
Agrimycin (antibiótico)	estreptomina	--	EPA IV	ND	ND
Amitraz (amidina)	amitraz	ligeramente peligroso	III	de no a ligera	ligera
Antracol (ditiocarbamato)	propineb	sin riesgo alguno	EPA IV	ND	ligera
Cobre Sandoz (inorgánico, cúprico)	óxido de cobre	moderadamente peligroso	II	ND	ligera
Curzate (urea)	cimoxanil	ligeramente peligroso	III	no	ligera
Daconil (benzotriazol, clorado)	clorotalonil	--	V	de no a mediana	ligera
Kasumin (antibiótico)	kasumamicina	sin riesgo agudo	EPA IV	no	ligera
Kocide (organoestaño)	hidróxido de Cobre	moderadamente peligroso	II, EPA II	de ligera a alta	no tóxico
Orthocide (Italimida, clorado)	captan	--	V	no	no tóxico
Previcur (carbonato)	propamocarb	sin riesgo agudo	EPA IV	de no a ligera	ligera
Ridomil (anilida)	mefafaxil	ligeramente peligroso	III	alta	ligera

Referencias:

*: OMS (Organización Mundial de la Salud) ND: No determinada : no bien documentado : en uso directo
 Fuente: UNA (1999), Costa Rica Elaboración propia.

Anexo 26. Factores que favorecen la presencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

FACTORES	TIZON TARDIO						TIZON TEMPRANO									
	Baja		Intermedia		Alta		Total		Baja		Intermedia		Alta		Total	
CLIMA																
Altas temperat.	1	13%														
Bajas temperat.	4	50%	3	43%												
Cambios temp.			1	14%	1	25%										
Alta precipitación	7	88%	6	86%	3	75%			4	80%	3	100%				
Lluv.seg/días sol	1	13%			1	25%										
Sereno	2	25%	3	50%							1	33%				
Neblina	2	25%	3	50%	1	25%										
Nubosidad	1	13%														
Granizo											1	73%				
Vientos fuertes	2	25%	1	14%												
SUELOS																
Negros			1	14%												
Tierra húmeda																
Colorados,secos	1	13%														
Mal drenados	2	25%	1	14%					1	20%						
Poca pendiente																
Partes altas																

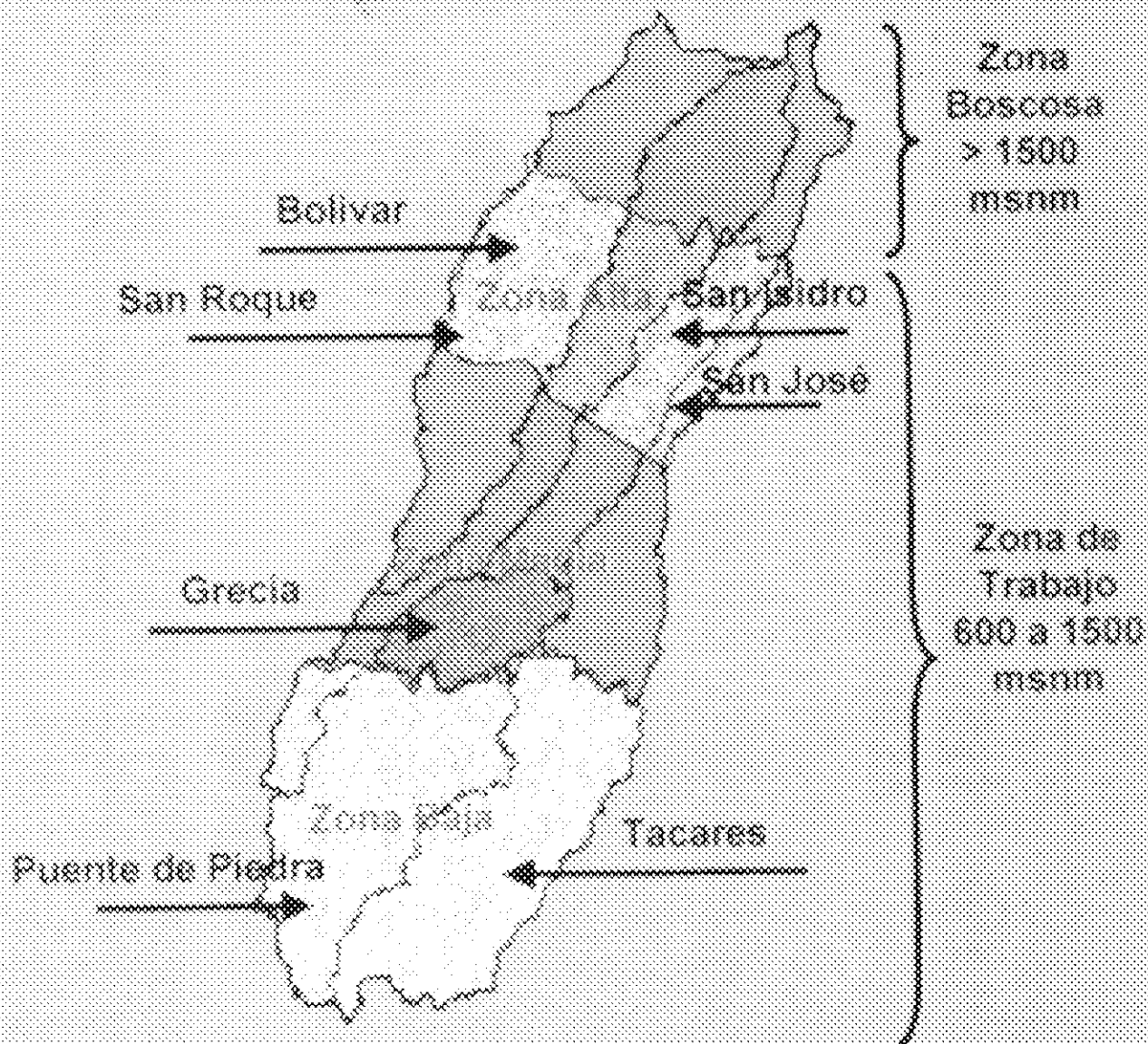
Anexo 27. Factores que favorecen la presencia de marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*) y mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) según productores de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

FACTORES	MARCHITEZ BACTERIAL						MANCHA BACTERIANA									
	Baja		Intermedia		Alta		Total		Baja		Intermedia		Alta		Total	
CLIMA																
Altas temperat.	1	20%							1	20%	1	33%				
Cambios temp.																
Alta precipitación	2	40%							5	100%	2	67%	4	100%	11	(92%)
Lluv.seg/días sol									1	20%						
Sereno													1	25%		
SUELOS																
Colorados,secos	2	40%									1	33%				
Con pendiente																
Muy regados																
Acidos																
Inundados																
Negros arcilloso											1	33%				
OTROS																
Por época	1	20%														
Mala aporca											1	33%				
No sabe	1	20%	1	50%												

Anexo 28. Características de la tierra por unidades cartográficas en época seca y lluviosa de Grecia, Alajuela. Costa Rica. 2000.

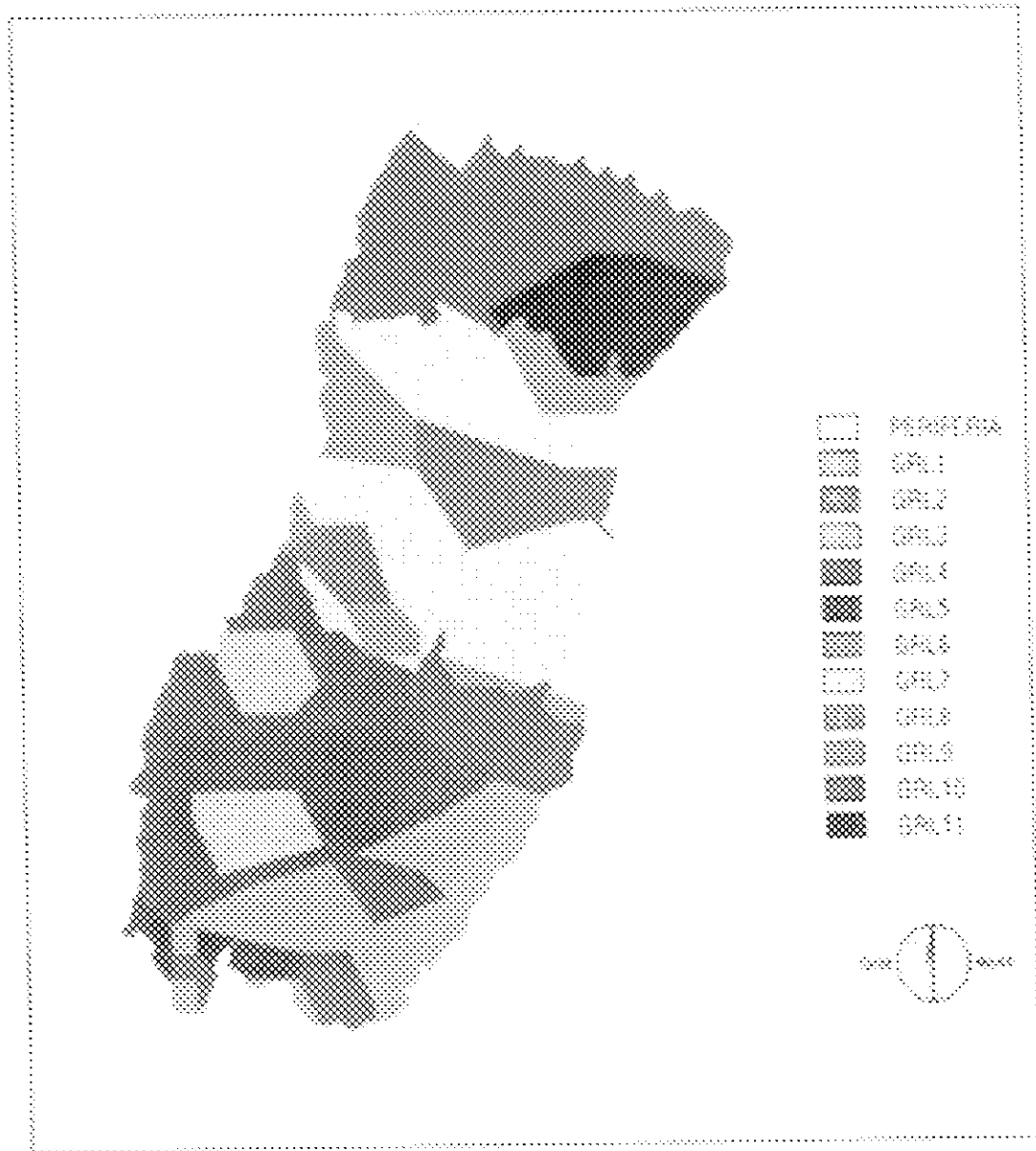
Unidad mapeo	Altitud msnm	Temperatura prom. anual	Hum. relat. prom. anual	Precipitación prom. anual	Textura General	Pendiente General	Profund del suelo
EST SECA							
<i>1 Zona Baja</i>							
GRS1	800	24.1°C	71%	264 mm	Franco	< 3%	Muy prof.
GRS2	900	24.1°C	71%	264 mm	Fr. Limoso	< 3%	Muy prof.
GRS3	850	24.1°C	71%	264 mm	Fr. Limoso	3-8%	Poco prof.
GRS4	820	24.1°C	71%	264 mm	Arc. Limoso	8-15%	Profundo
GRS5	700	24.1°C	71%	264 mm	Fr. Arc. Lim.	15-30%	Mod Prof.
GRS6	600	24.1°C	71%	264 mm	Fr. Limoso	30-60%	Poco prof.
EST SECA							
<i>2 Zona Intermedia</i>							
GRS7	1010	22.5°C	80%	508 mm	Franco	< 3%	Muy prof.
GRS8	1100	22.5°C	80%	508 mm	Fr. Limoso	3-8%	Poco prof.
GRS9	1050	22.5°C	80%	508 mm	Arc. Limoso	8-15%	Profundo
EST SECA							
<i>3 Zona Alta</i>							
GRS10	1350	19.4°C	82%	405 mm	Fr. Arc. Lim.	15-30%	Mod prof.
GRS11	1300	19.4°C	82%	405 mm	Arc. Lim.	8-15%	Profundo
EST LLUVIOSA							
<i>1 Zona Baja</i>							
GRL1	800	23.8°C	81.8%	1917 mm	Franco	< 3%	Muy prof.
GRL2	900	23.8°C	81.8%	1917 mm	Fr. Limoso	< 3%	Muy prof.
GRL3	850	23.8°C	81.8%	1917 mm	Fr. Limoso	3-8%	Poco prof.
GRL4	820	23.8°C	81.8%	1917 mm	Arc. Limoso	8-15%	Profundo
GRL5	700	23.8°C	81.8%	1917 mm	Fr. Arc. Lim.	15-30%	Mod Prof.
GRL6	600	23.8°C	81.8%	1917 mm	Fr. Limoso	30-60%	Poco prof.
EST LLUVIOSA							
<i>2 Zona Intermedia</i>							
GRL7	1010	22.8°C	83%	2799 mm	Franco	< 3%	Muy prof.
GRL8	1100	22.8°C	83%	2799 mm	Fr. Limoso	3-8%	Poco prof.
GRL9	1050	23.8°C	83%	2799 mm	Arc. Limoso	8-15%	Profundo
EST LLUVIOSA							
<i>3 Zona Alta</i>							
GRL10	1350	19.8°C	84%	2718 mm	Fr. Arc. Lim.	15-30%	Mod prof.
GRL11	1300	19.8°C	84%	2718 mm	Arc. Lim.	8-15%	Profundo

Fuente: Mapas de uso de la tierra del MAG-Central, Instituto Meteorológico, SIG-CATIE. 2000
Elaboración propia.

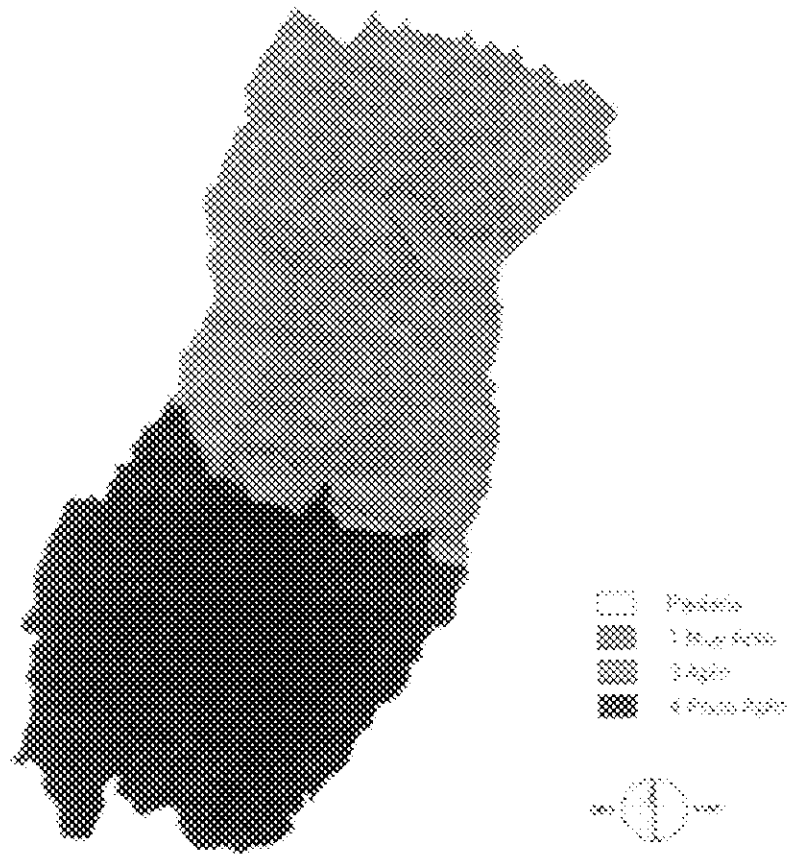


Anexo 29 Delineación de tres zonas altitudinales del cantón de Grecia, Acaesita, Costa Rica, 2010

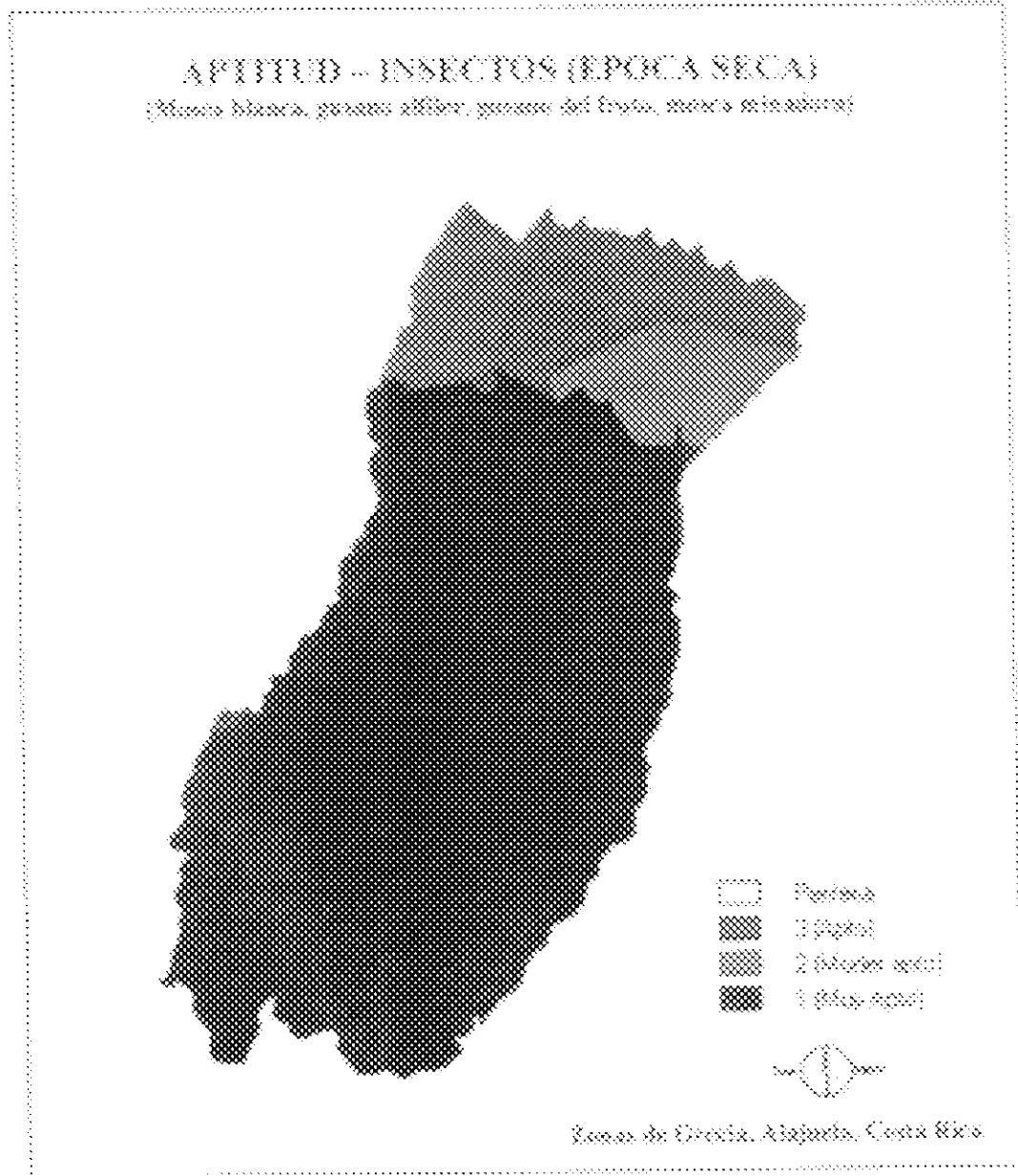
UNIDADES CARTOGRAFICAS DE GRECIA, ALAJUELA, COSTA RICA
MAPA BASE



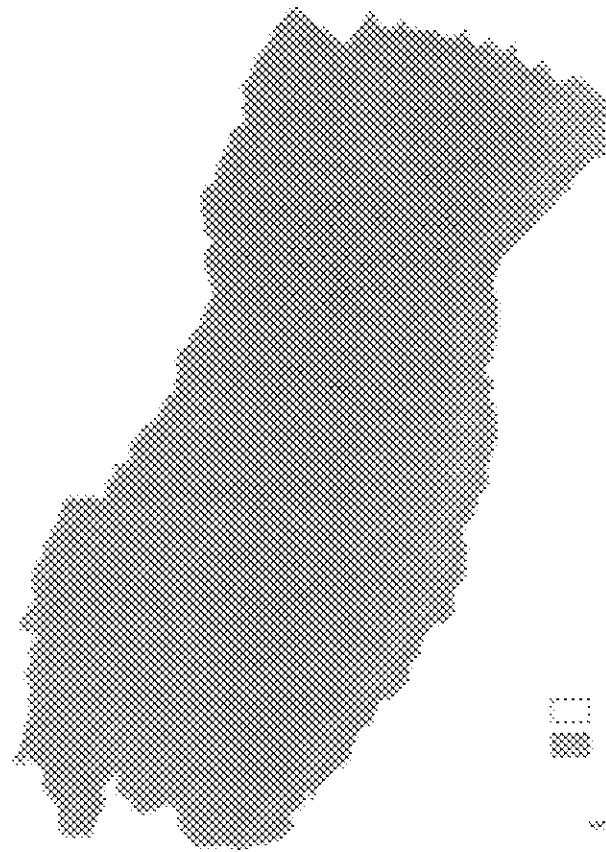
APTITUD FISICA - TOMATE (EPOCA SECA)



Zonas de Grecia, Alajuela, Costa Rica

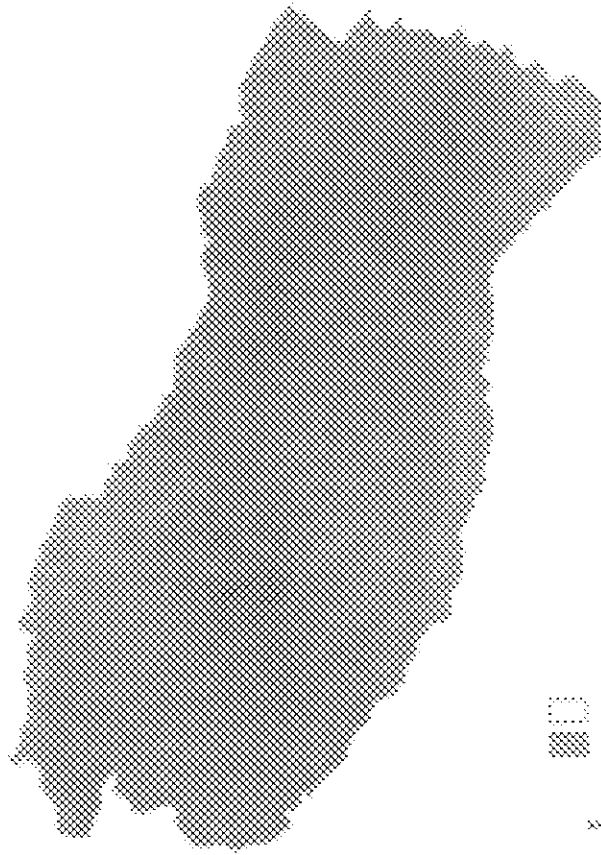


EXPRESIÓN - ENFERMEDADES FUNGOSAS (EPISCA SECA)
(Tizón temprano y tizón tardío)

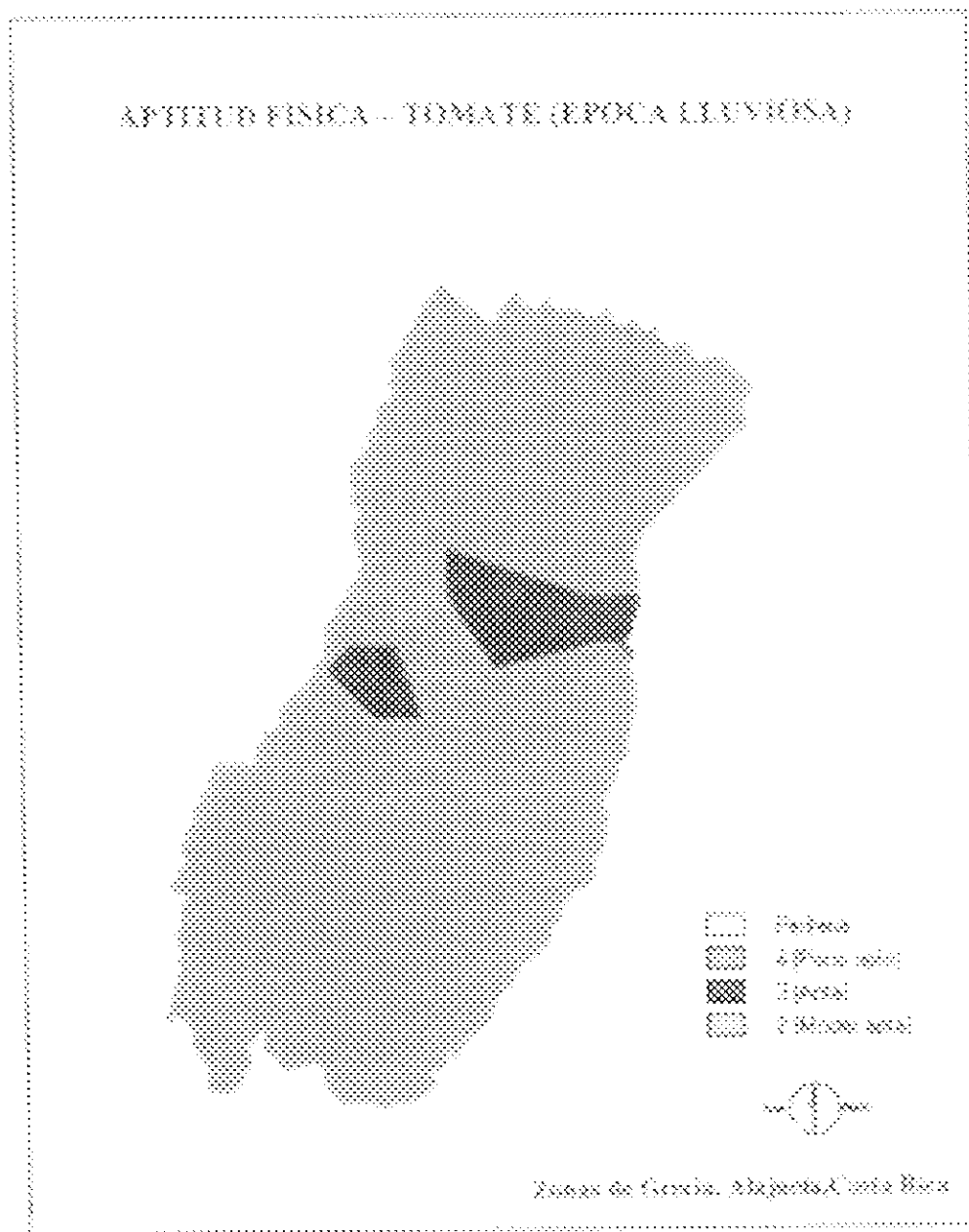


Zonas de Crecida, Alajuela, Costa Rica

EXPRESIÓN - ENFERMEDADES BACTERIANAS (EPIDIA SECA)
(Mancha bacteriana y marchitez bacterial)

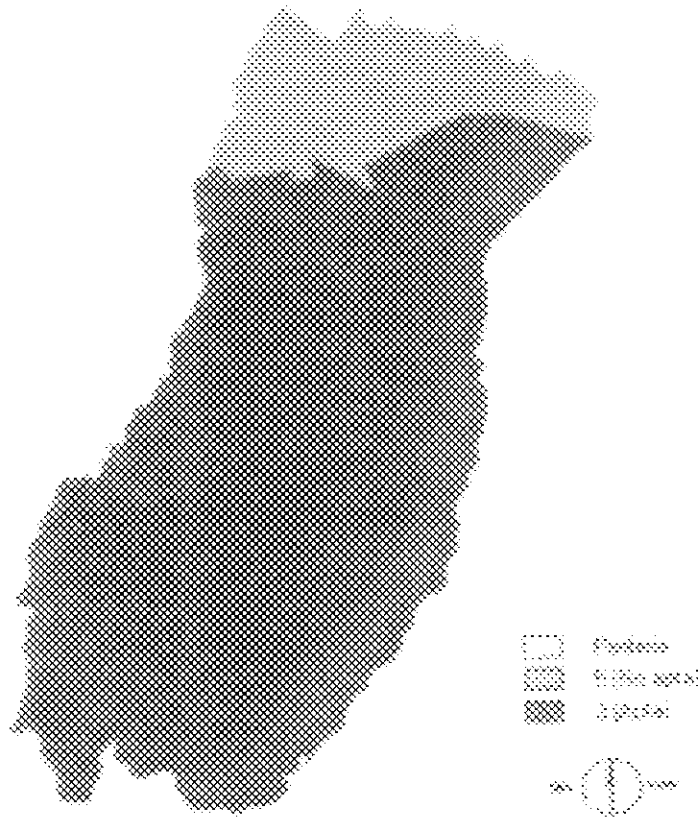


Zonas de Evidencia, Alajuela, Costa Rica



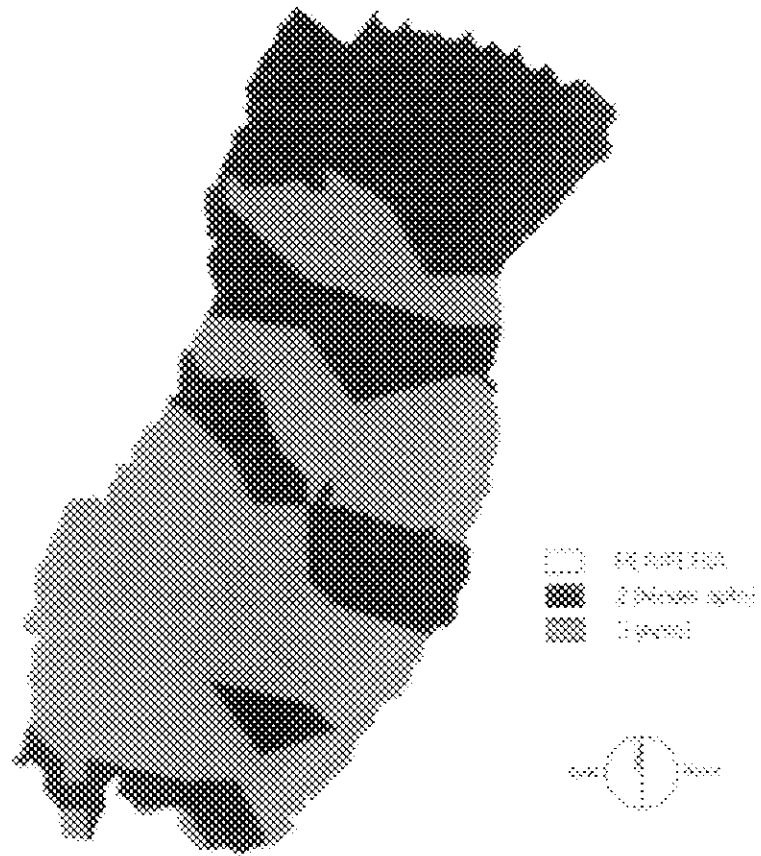
EXPRESIÓN DE INSECTOS (ÉPOCA LLUVIOSA)

(Materia blanca gaseosa al tacto, resaca de la hoja, gusano del fruto)



Zonas de Cerrón, Alajuela, Costa Rica

EXPRESIÓN - ENFERMEDADES FUNGOSAS (ÉPOCA LLEVIOSA)
(Más temprano y más tarde)



Zonas de Gresia, Atajuela, Costa Rica

EXPRESION -- ENFERMEDADES BACTERIANAS (E. POCIA LLUVIAS)
(Mancha bacteriana y marchitez bacterial)

