

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

PARA: Ingeniera María Febres, Representante de IICA, Guatemala.

DE: Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla.

ASUNTO: Cuarto Informe FINAL (Quinto entregable) Sub-Programa de Aguacate IICA-CRIA.

FECHA: 15/DICIEMBRE/2019.

INFORME FINAL

PROYECTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS PARA EL CULTIVO DE AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SAN MARCOS Y HUEHUETENANGO EN EL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA.

AUTORES

DR. MARCO ANTONIO ARÉVALO GUERRA

**DR. ENIO CANO
AGROEXPERTOS**

Guatemala, 15 de Diciembre de 2019

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

ENTREGABLES

	Página
1. Inventario de Plagas -----	3
2. Mapas para presencia y distribución de Plagas -----	3
3. Situación Plagas Cuarentenarias -----	3
4. Programas MIP -----	45
5. Material Técnico -----	125
6. Capacitación a Productores y Técnicos-----	129
7. Acuerdo con MAGA-VISAR -----	136

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

ENTREGABLES

1- INVENTARIO DE PLAGAS- 2- MAPAS PARA PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PLAGAS- 3- SITUACIÓN DE PLAGAS CUARENTENARIAS.

ESPECIES DE INSECTOS PLAGA EN AGUACATE VAR. HASS EN GUATEMALA: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, MONITOREO, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA ACTUAL Y POTENCIAL.

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Sanidad Vegetal del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en conjunto con representantes del Sector Privado y representantes de USDA/APHIS, ha estado desarrollando un Plan Operativo para el establecimiento de sitios de producción libres de plagas cuarentenarias del fruto del aguacate Hass (*Persea americana*) de Guatemala, con fines a la exportación a los Estados Unidos. Para poder establecer estos sitios libres de plagas, el Plan Operativo será utilizado para monitorear la presencia, abundancia, daño y distribución de los picudos *Heilipus lauri* Boheman, *Conotrachelus aguacatae* Barber, *Conotrachelus perseae* Barber, *Macrocopturus aguacatae* (Kissinger) y los lepidópteros *Stenomacris catenifer* Walsingham, *Cryptaphasma perseana* Gilligan & Brown, *Histura perseavora* Brown, *Netechma pyrrhodelta* (Meyrick), *Euxoa sorella* (Schaus), *Micrathetis triplex* (Walker), *Holcocera plagatola* Adamski y *Amorbia* spp. Actualmente, la distribución, abundancia y daño causado por estas plagas al fruto del aguacate está pobremente documentada. Aquí presentamos los resultados del estudio entomológico realizado por Agroexpertos a lo largo del año 2019 en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango, con el apoyo de VISAR-MAGA, USDA/APHIS y personal del programa MOSCAMED.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

2. MÉTODOS

2.1. Sitios de estudio

Para el estudio de las plagas cuarentenarias de aguacate se seleccionaron 15 sitios de muestreo en San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango, como se detallan en el Cuadro 1. Existió variación en el manejo cultural, pero todas las fincas mantenían aguacate Hass en diferentes densidades. El mapa de la Figura 1 muestra la distribución de las fincas, de las cuales tres son de San Marcos, ocho de Quetzaltenango y cuatro de Huehuetenango.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas en grados decimales de las 15 localidades de estudio en San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango.

LONGITUD	LATITUD	DEPTO	FINCA
-91,819662	14,956699	San Marcos	Los Cipreses, San Marcos
-91,725054	14,748581	San Marcos	Finca Las Moscas, Ixcapal
-91,822045	14,921211	San Marcos	Cantón San Adrián Palo Gordo
-91,685494	14,816272	Quetzaltenango	Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez
-91,677233	14,761	Quetzaltenango	El Silencio, San Martín Sacatepéquez
-91,680473	14,748516	Quetzaltenango	Las Moscas, San Martín Sacatepéquez
-91,664429	14,757133	Quetzaltenango	Agrícola Rosy
-91,727148	14,731915	Quetzaltenango	Finca Francisco Pie de la Cuesta
-91,476436	14,79697	Quetzaltenango	El Potrero, Xejupup, Cantel
-91,662804	14,763181	Quetzaltenango	Carmencita San José El Más Allá
-91,66445	14,760702	Quetzaltenango	Gerona, Santa Isabel Nueva
-91,742917	15,6419	Huehuetenango	Aqtoj Jacaltenango
-91,684017	15,645333	Huehuetenango	Pojtoj, Jacaltenango

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
 Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

-91,7529	15,4988	Huehuetenango	El Tzaláy San Pedro Necta
-91,74625	15,534017	Huehuetenango	Chichimas San Pedro Necta

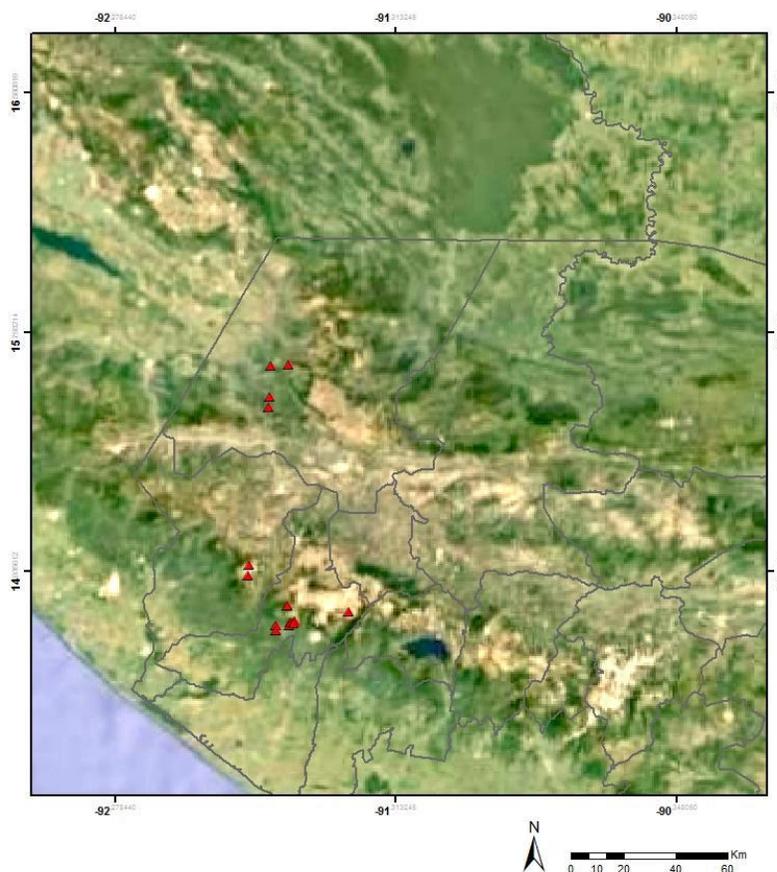


Figura 1. Sitios de muestreo en San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango.

2.2. Inventario de Plagas: colecta e Identificación de especies plaga

Se buscó material intensivamente en las plantaciones de aguacate Hass, enfatizando en los frutos con señales de daño (Figura 2). También se colectaron y revisaron aguacates caídos en el suelo, para la búsqueda de larvas. Las larvas encontradas fueron mantenidas en recipientes con arena esterilizada para la obtención de adultos (Figura 3).

En ausencia de claves taxonómicas específicas para larvas del fruto del aguacate de Guatemala, la identificación se realizó con el apoyo de las descripciones de las especies (larvas y adultos) y de algunos manuales técnicos (e.g. Phillips & Powell 2007, Brown & Brown 2004, Brown & Hoddle 2010, Gilligan et

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

al. 2011, García-Arellano 1975, Chamorro & Barclay 2018). El material de adultos de *Stenoma catenifer* fue colectado utilizando trampas Jackson cebadas con feromona (Fig. 4).

Todo el material recolectado durante este estudio se encuentra depositado en la Colección Entomológica de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



Figura 2. Búsqueda de larvas plaga del fruto del aguacate en Jacaltenango, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
 Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 3. Recipientes de desarrollo de larvas. Adentro, aguacates y arena esterilizada.

2.3. Mapas de presencia y distribución de plagas I: distribución actual de las especies plaga

Para realizar el mapa de distribución de las especies plaga se utilizaron datos publicados comunicaciones personales por expertos y los propios datos de colecta del presente estudio (vea Cuadros 2 y 3). Publicaciones sin datos precisos (e.g. Popenoe 1919) no fueron consideradas para este estudio. Los mapas fueron realizados con ArcMap 10.2.

Cuadro 2. Coordenadas geográficas en grados decimales de las localidades de colecta de *Stenomacaterifer* (Lepidoptera: Elachistidae) en Guatemala.

Latitud	Longitud	Localidad	Fuente
14.956699	-91.819662	Finca Los Cipreses, San Marcos	Presente estudio
14.49174	-89.911882	Monjas, Jalapa	Presente estudio

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

14.816272	-91.685494	Finca Rincón Paraíso, Colomba, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango	Presente estudio
14.748516	-91.680473	Finca las Moscas, aldea Santo Domingo, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango	Presente estudio
14.731915	-91.727148	Finca San Francisco Pie de la Cuesta, Colomba, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango	Presente estudio
14.761	-91.677233	El Silencio, Quetzaltenango	Presente estudio
14.52435	-90.776317	San Miguel, Dueñas, Sacatepéquez	Hoddle & Hoddle 2008
14.545283	-90.743383	Antigua Guatemala, Sacatepéquez	Hoddle & Hoddle 2008
14.43545	-90.68135	Palín, Guatemala	Hoddle & Hoddle 2008
14.47075	-90.8117	Alotenango, Sacatepéquez	Hoddle & Hoddle 2008
13.920567	-90.785267	Iztapa, Escuintla	Hoddle & Hoddle 2008
14.625467	-91.145417	Santiago Atitlán, Sololá	Hoddle & Hoddle 2008
14.62635	-91.22595	Santiago Atitlán, Sololá	Hoddle & Hoddle 2008
14.399233	-91.1059	Escuintla, Escuintla	Hoddle & Hoddle 2008
14.549867	-90.720267	Aldea Santa Ana, Antigua, Sacatepéquez	Hoddle & Hoddle 2008
17.027111	-89.674568	El Caoba, Flores, Petén	MAGA
16.507512	-89.415098	Aldea Suculté, Dolores, Petén	MAGA
14.629867	-91.581173	Finca Santa Elena, Retalhuleu	MAGA

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 3. Coordenadas geográficas en grados decimales de las localidades de colecta de *Conotrachelus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) en Guatemala. Los datos de Chiapas fueron utilizados para la elaboración de los modelos predictivos de distribución.

Latitud	Longitud	Localidad	Fuente
16.30028	-91.955	Comitán, Chiapas, México, <i>C. perseae</i>	Vasquez et al. 2015
16.28286	-92.03325	Comitán, Chiapas, México, <i>C. perseae</i>	Vasquez et al. 2015
16.31023	-92.13	Comitán, Chiapas, México, <i>C. perseae</i>	Vasquez et al. 2015
15.46814	-90.409381	Cobán, Alta Verapaz, <i>C. perseae</i> , localidad tipo	Barber 1919
14.74092	-91.149256	Panajachel, datos originales, <i>C. perseae</i>	Barber 1919
15.56595	-91.853517	La Libertad, Huehuetenango, <i>C. aguacatae</i>	Presente estudio
14.70268	-90.71387	Finca Zaragoza, Sacatepequez, <i>C. perseae</i>	
14.731915	-91.727148	San Francisco Pie de la Cuesta, Colomba, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, <i>C. aguacatae</i>	Presente estudio
14.74852	-91.680473	Finca las Moscas, aldea Santo Domingo, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, <i>C. aguacatae</i>	Presente estudio
14.53705	-90.612202	Enca, EPS, aguacate	Guzmán, 2019
15.64080	-91.73991	Huehuetenango, Jacaltenango, <i>C. aguacatae</i>	Presente estudio

2.4. Mapas de presencia y distribución de plagas II: distribución potencial de las especies plaga

Utilizando el Algoritmo de Máxima Entropía MaxEnt ver. 3.3.3 (Phillips et al. 2006) y con el procedimiento por defecto y umbral de percentil 10, realizamos un análisis de distribución potencial para aquellas especies con al menos diez localidades de colecta en Guatemala (vea Pearson et al. 2007). Utilizamos 19 variables climáticas obtenidas de WorldClim (Fick & Hijmans 2017) y redujimos el modelo resultante a cuatro categorías. Los resultados finales fueron procesados en ArcMap 10.2. En algunos casos, para aumentar el número de registros (i.e. mejorar el desempeño del algoritmo), se utilizaron datos provenientes de Chiapas, México (vea Cuadro 3).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

2.5. Monitoreo de adultos con trampas de feromona de *Stenoma catenifer*

Utilizando trampas pegajosas tipo Jackson (Figura 4), cebadas con feromona de *Stenoma catenifer* (fórmula IUPAC: (9Z)-9,13-tetradecadieno-11-ynal) adquirida comercialmente, se realizó el monitoreo de la presencia de adultos de *S. catenifer* en 15 sitios de muestreo. En total se revisaron 117 muestras (Figura 5), colectadas de marzo a diciembre de 2019. Los resultados se analizaron por medio de gráficas mensuales del tipo Error Bars con ± 2 SD de la media, utilizando del programa SPSS 22.0. Los datos incluidos en la gráfica son: abundancia promedio de *S. catenifer*, abundancia promedio de artrópodos capturados por las trampas y riqueza de especies (diversidad) capturada por las trampas.



Figura 4. Trampa Jackson cebada con feromona de *Stenoma catenifer*.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 5. Ejemplo de colecta en trampa pegajosa tipo Jackson cebada con feromona de *Stenomacropus*. La palomilla adulta a la derecha, y el recipiente de feromona al centro.

2.6. Monitoreo de adultos de *Ceratitis capitata*, *Anastrepha*, *Bactrocera* y *Dacus* con Trimedlure y Multilure.

Para la captura de moscas Tephritidae se utilizaron trampas pegajosas tipo Jackson cebadas con Trimedlure y trampas Multilure amarillas hechas de policarbonato y cebadas con levadura *Torula*. Se muestrearon en total 29 localidades (Cuadro 4), con un total de 86 trampas por semana al final del estudio, variando de 12 a 86 y un promedio de 53 trampas. Como la intensidad de muestreo varió a lo largo del año (Cuadro 6) y para evitar el sesgo de los datos, los resultados se presentan en forma de promedios semanales por trampa. Las capturas se realizaron desde el 11 de marzo (semana 11) hasta el 8 de diciembre (semana 49). Los especímenes fueron identificados por personal de Moscamed del Centro de Operaciones del Altiplano Central, km 58 carretera Interamericana (CA-1).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 4. Localidades de muestreo de moscas de la fruta (Tephritidae) en la zona de estudio. Coordenadas en formato UTM.

ID	LON	LAT		LUGAR	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	TRAMPAS
MFV_01221	638656	1628950	1	Finca San Francisco Pie de la Cuesta	Colomba	Quetzaltenango	2
MFV_01198	642382	1632112	2	Finca El Silencio	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	4
MFV_01206	641425	1638420	3	Finca Rincón Paraiso	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	4
MFV_01219	641017	1630528	4	Finca Las Moscas, Aldea Santo Domingo	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	2
MFV_01223	644461	1631669	5	Agrícola Rosy, Aldea El Más Alla	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	2
MFV_01225	640904	1631680	6	Finca Genoba, Aldea Santa Izabel	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	2
MFV_01263	643287	1633983	7	Finca Carmencita, Aldea El Más Alla	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	1
MFV_01262	665455	1636418	8	El Potrero, Xejuyup	Cantel	Quetzaltenango	1
MFV_01238	625764	1651517	9	Aldea Ojo de Agua	Esquipulas Palo Gordo	San Marcos	3
MFV_01230	636497	1653433	10	Aldea Candelaria Siquival	San Antonio Sacatepéquez	San Marcos	4
MFV_01202	626890	1653840	11	Finca Los Cipreses	San Marcos	San Marcos	4
MFV_01234	626127	1654151	12	La Federación	San Marcos	San Marcos	2
MFV_01236	629088	1652917	13	Las Lagunas	San Marcos	San Marcos	2
MFV_01241	629620	1651732	14	Los Potrerillos Las Lagunas	San Marcos	San Marcos	1
MFV_01242	625732	1653485	15	El Rincón	San Marcos	San Marcos	1
MFV_01243	635059	1651889	16	Agua Caliente	San Marcos	San Marcos	1
MFV_01253	638637	1729314	17	Com	Concepción	Huehuetenango	6
MFV_01248	637406	1729935	18	Yich'ul	Jacaltenango	Huehuetenango	5
MFV_01257	635042	1729554	19	Cantxabina	Jacaltenango	Huehuetenango	4
MFV_01244	634116	1729383	20	Aq'taj	San Antonio Huista	Huehuetenango	9
MFV_01264	620315	1722210	21	Finca La Merced	La Libertad	Huehuetenango	3
MFV_01291	641004	1730411	22	Poj Taj	Jacaltenango	Huehuetenango	2
MFV_01285	638348	1730478	23	Tziza	Jacaltenango	Huehuetenango	2
MFV_01287	640192	1730308	24	Ventana	Jacaltenango	Huehuetenango	2
MFV_01289	639729	1730606	25	Wiho	Jacaltenango	Huehuetenango	2
MFV_01274	629684	1718784	26	Aldea Chichimes	San Pedro Necta	Huehuetenango	5
MFV_01276	630133	1713743	27	Aldea Tzalay	San Pedro Necta	Huehuetenango	4
MFV_01279	620310	1722189	28	Caserío El Malacate	La Democracia	Huehuetenango	4
MFV_01451	626688	1649949	29	Cantón San Adrian	Esquipulas Palo Gordo	San Marcos	2
Total de localidades de colecta							86

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
 Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

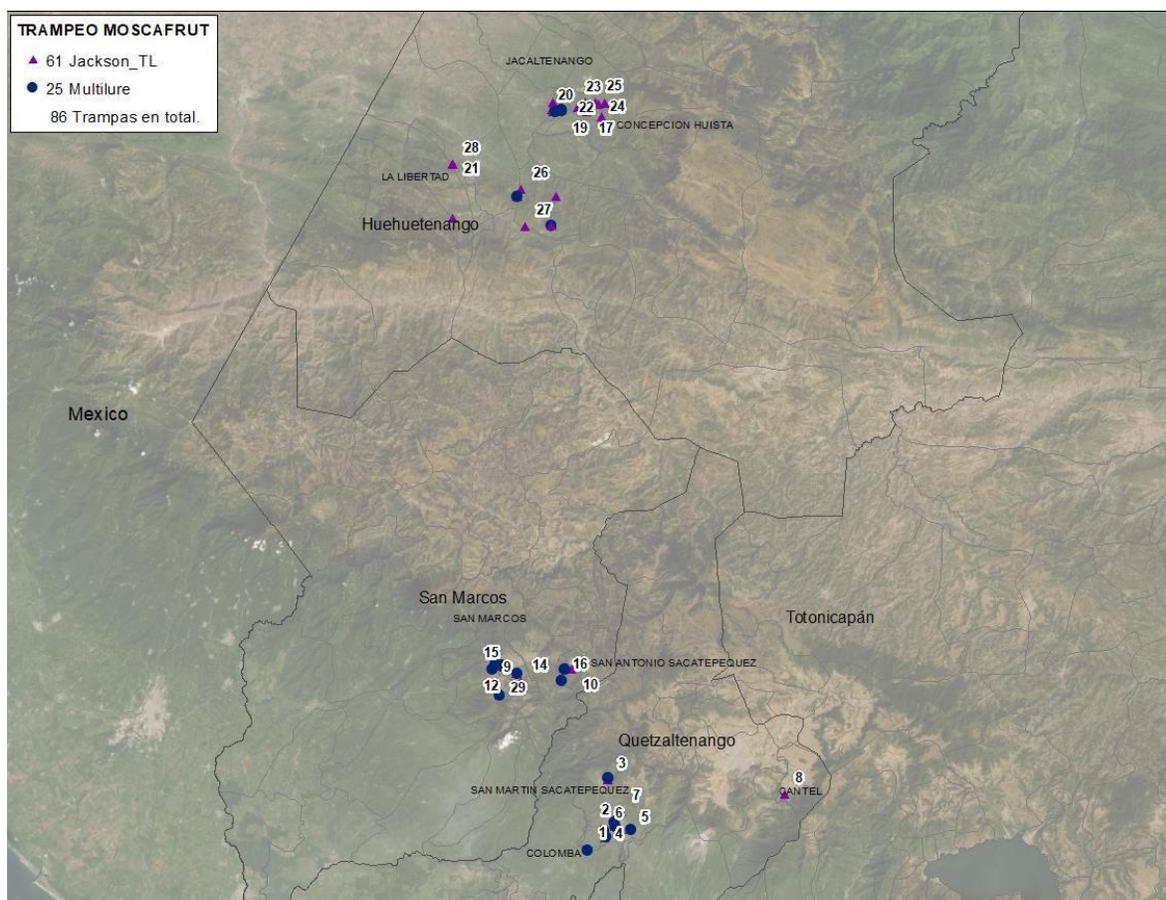


Figura 6. Sitios de trapeo de moscas de la fruta en la zona de estudio, de acuerdo al Cuadro 4.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1. INVENTARIO DE PLAGAS: LAS ESPECIES PLAGA DEL AGUACATE HASS

En el estudio encontramos 6 plagas del fruto del aguacate Hass en los sitios de estudio (Cuadro 5), dos coleópteros (Figura 7) y cuatro lepidópteros (Figura 8): *Conotrachelus aguacatae*, *Conotrachelus perseae*, *Stenoma catenifer*, *Cryptaphasma perseana*, *Histura perseavora* y *Amorbia* sp. Otras especies de coleópteros (Figura 7) como *Macrocopturus aguacatae* y *Heilipus lauri*, se encuentran presentes en áreas cercanas pero no fueron localizadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 5. Listado de especies cuarentenadas recolectadas en los sitios de estudio en aguacate Hass.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD
COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Conotrachelus perseae</i> Barber	Huehuetenango: Jacaltenango
COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Conotrachelus aguacatae</i> Barber	Huehuetenango: Jacaltenango, La Libertad; Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez
LEPIDOPTERA	Elachistidae	<i>Stenoma catenifer</i> Walsingham	Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez; San Marcos: San Marcos
LEPIDOPTERA	Tortricidae	<i>Cryptaphasma perseana</i> Gilligan & Brown	Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez; Huehuetenango: Jacaltenango
LEPIDOPTERA	Tortricidae	<i>Histura perseavora</i> Brown	Huehuetenango: Jacaltenango
LEPIDOPTERA	Tortricidae	<i>Amorbia</i> sp.	San Marcos: Sipacapa

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

MACROCOPTURUS AGUACATAE (KISSINGER, 1957)

El barrenador de los tallos y ramas del aguacate fue conocido anteriormente como *Copturus aguacatae*, y aún aparece así en la literatura reciente. Anzaldo (2017) sacó a esta especie de *Copturus*, debido a que posee un diente ventral en el fémur posterior que además presenta una carina. Recolectamos varios especímenes (larvas y adultos) atacando aproximadamente el 20% de los árboles de una plantación de aguacate Hass en Monjas, Jalapa.

HEILIPUS LAURI BOHEMAN, 1845

Popenoe (1919) indica que esta especie no fue encontrada en Guatemala a principios del siglo XX. Actualmente aún no hay una cita formal de la especie en Guatemala. Sin embargo, se sabe que está presente en la aldea Chiquihuite (2030m), del municipio de Unión Juárez, Chiapas, México (Vásquez et al. 2017), a escasos dos kilómetros de la frontera con Guatemala, por lo cual su presencia en nuestro país es altamente probable. Nosotros no encontramos esta especie en los sitios de estudio; sin embargo, consideramos que una búsqueda más intensiva permitirá encontrarlo en San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango.

CONOTRACHELUS PERSEAE BARBER, 1919

Esta especie fue recolectada en Chimaltenango y Sacatepéquez en gran abundancia (1-5 larvas por semilla de aguacate). No lo encontramos en los sitios de muestreo de San Marcos y Quetzaltenango pero si en Huehuetenango. En Sacatepéquez también encontramos un adulto de *C. aguacatae*, por lo que parece que las dos especies pueden coexistir en el mismo hábitat.

CONOTRACHELUS AGUACATAE BARBER, 1923

Encontramos a *C. aguacatae* ampliamente distribuido en Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Los adultos se pueden separar fácilmente de *C. perseae*, por caracteres del pronoto y élitros (Figura 7). También descubrimos que las larvas se pueden diferenciar fácilmente por el esclerosamiento del peritrema de los espiráculos del tórax (Figura 7).

STENOMA CATENIFER WALSINGHAM, 1912

Recolectamos muy pocos especímenes de *Stenoma catenifer* (Figura 8) en los sitios de muestreo, con una tendencia a poblaciones entre los 1150 y 1500 m de altitud. Notablemente, en las trampas de feromonas fue más común una especie de *Ecdytophpa* (Lepidoptera: Tortricidae) que los adultos de *S.*

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

catenifer. Las larvas de *S. catenifer* fueron encontradas dañando aguacate Hass, cerca de los 1400m en las fincas “Las Moscas” de San Martín Sacatepéquez y “San Francisco Pié de la Cuesta” de Colomba Costa Cuca, ambas en Quetzaltenango. De varias larvas mantenidas en cautiverio, tres llegaron a pupa, pero de ellas únicamente emergió un adulto (Figura 8) ya que una murió y la otra contenía parasitoides (microhymenoptera).

HISTURA PERSEAVORA BROWN, 2010

Encontramos larvas frecuentes de *H. perseavora* en la Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango y con escasa abundancia en Jacaltenango, Huehuetenango. Aunque buscamos en frutos en el árbol, siempre fueron encontradas en los frutos en el suelo. Esta especie se puede reconocer en el campo por su coloración algo rojiza, con marcadas manchas oscuras en los pináculos (Figura 8). La especie fue originalmente descrita por Brown en Brown & Hoddle (2010) de San Lucas Tolimán (14.625278, -91.145278) y de San Miguel Dueñas (14.524167, -90.776111).

CRYPTAPHASMA PERSEANA GILLIGAN & BROWN, 2011

Buscando intensivamente, solo encontramos dos larvas de *C. perseana* en aguacate Hass en el suelo (Figura 8), en Jacaltenango, Huehuetenango, sugiriendo que se trata de una especie poco común. Es de color blanquecino, con pocas marcas oscuras fuertes. La especie fue descrita por Gilligan y Brown en Gilligan et al. (2011), de San Miguel Dueñas (14.524167, -90.776111), Palín (14.43545, -90.68135), San Pedro Las Huertas (14.531944, -90.734444) y de Michoacán, México.

AMORBIA SPP.

Ocho especies de *Amorbia* están presentes en Guatemala (Phillips & Powell 2007): *A. decerptana* (Zeller, 1887), *A. eccopta* Walshingham 1913, *A. rectangularis* Meyrick, 1931, *A. emigratella* Busck, 1909, *A. concavana* (Zeller, 1877), *A. nuptana* (Felder & Rogenhofer, 1875), *A. santamaria* Phillips & Powell y *A. tamaulipensis* Phillips & Powell. De ellas, tres especies, *Amorbia emigratella*, *Amorbia eccopta* y *Amorbia santamaria*, se han encontrado atacando ocasionalmente la parte externa de los frutos de aguacate (Pope 1924:15, Bailey et al. 1986, Phillips & Powell 2007). En ausencia de una clave para separar las especies en forma de larva, en Guatemala generalmente se citan como *Amorbia* spp., por tanto, el único espécimen encontrado en hojas de aguacate en Sipacapa, San Marcos, fue identificado como *Amorbia* sp.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

OTRAS ESPECIES ENCONTRADAS

Encontramos otras especies frecuentemente citadas como plagas importantes o menores en aguacate Hass (Cuadro 6). Estas son (Figura 9), el ácaro *Oligonychus punicae*, los trips *Liothrips perseae* y *Frankliniella occidentalis* y el torito del aguacate *Metcalfiella monograma*. Un lepidóptero telarañero *Phidotriza erigens* (Pyrilidae) común las plantaciones de aguacate Hass en Jacaltenango fue identificado dañando y defoliando las plantas. No existe evidencia de que *P. erigens* ataque los frutos del aguacate como si lo hace ocasionalmente *Amorbia* sp.

Cuadro 6. Listado de especies no cuarentenadas que son plagas del aguacate Hass en los sitios de estudio.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD
ACARINA	Tetranychidae	<i>Oligonychus punicae</i> (Hirst)	Quetzaltenango
THYSANOPTERA	Phlaeothripidae	<i>Liothrips perseae</i> Watson	Huehuetenango
THYSANOPTERA	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	Huehuetenango
Hemiptera	Membracidae	<i>Metcalfiella monograma</i> (Germar)	San Marcos
LEPIDOPTERA	Pyrilidae	<i>Phidotriza erigens</i> (Ragonot)	Huehuetenango

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

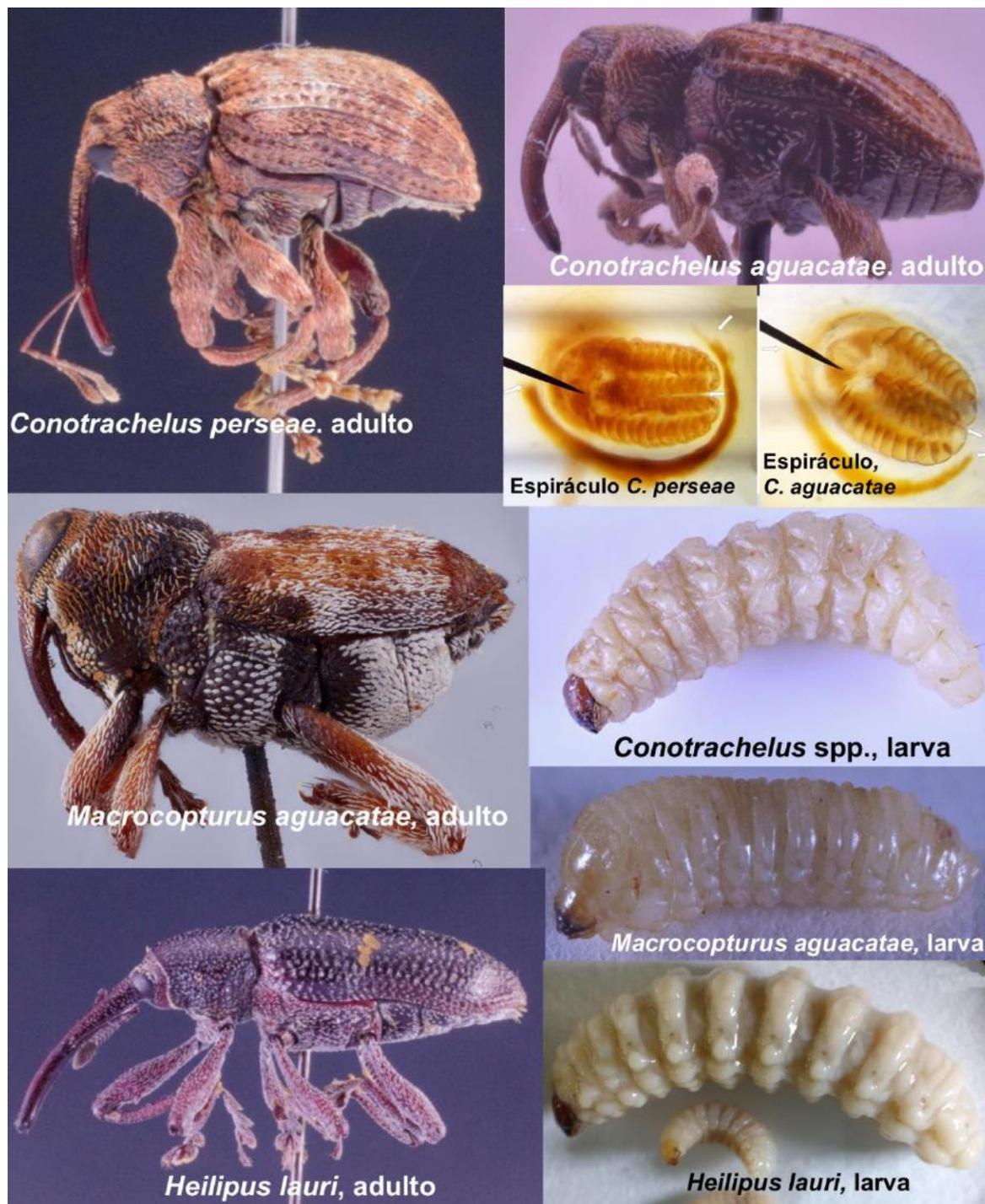


Figura 7. Cuatro especies de Curculionidae plaga del aguacate, incluyendo adultos y larvas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

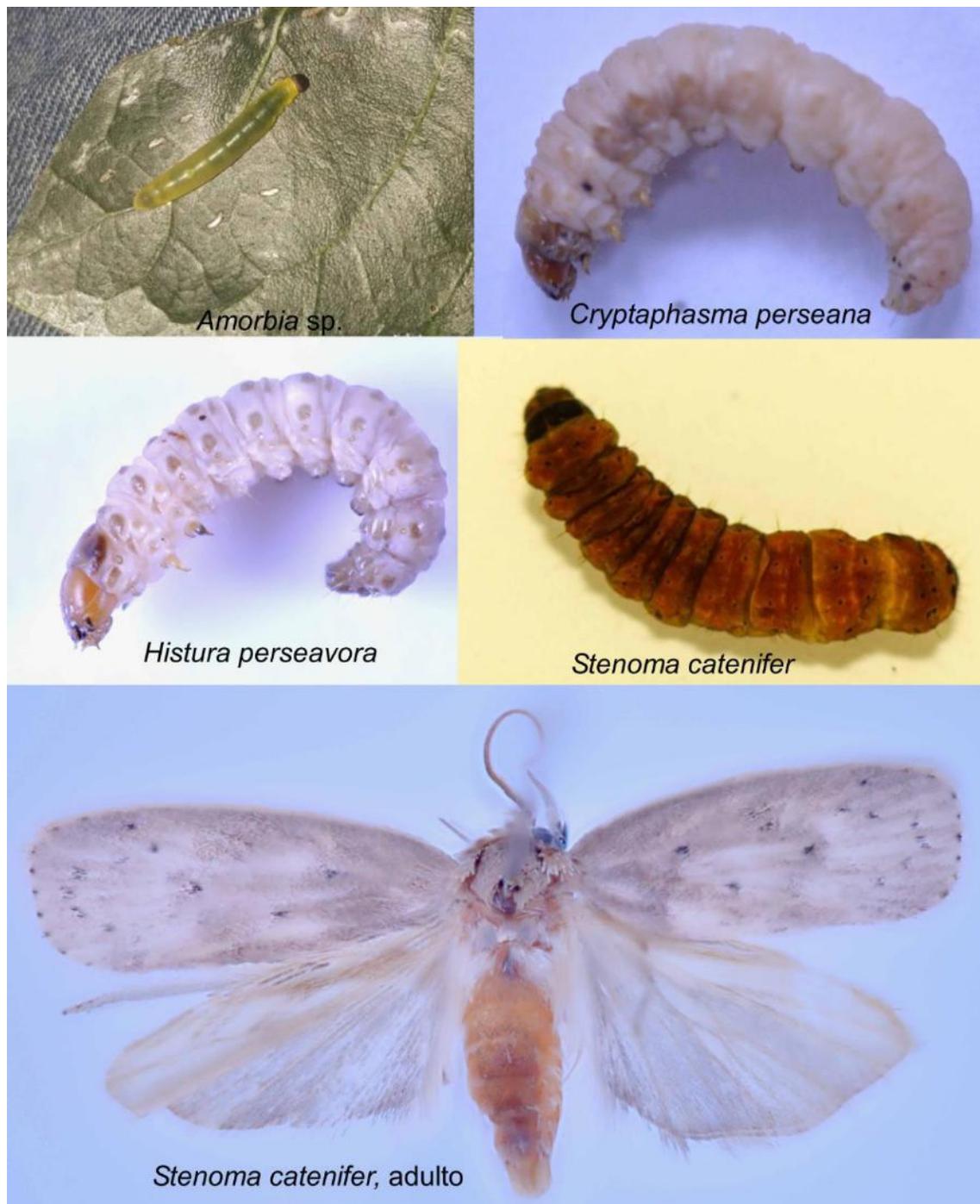


Figura 8. Cuatro especies de lepidópteros plaga de aguacate encontrados en la zona de estudio.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

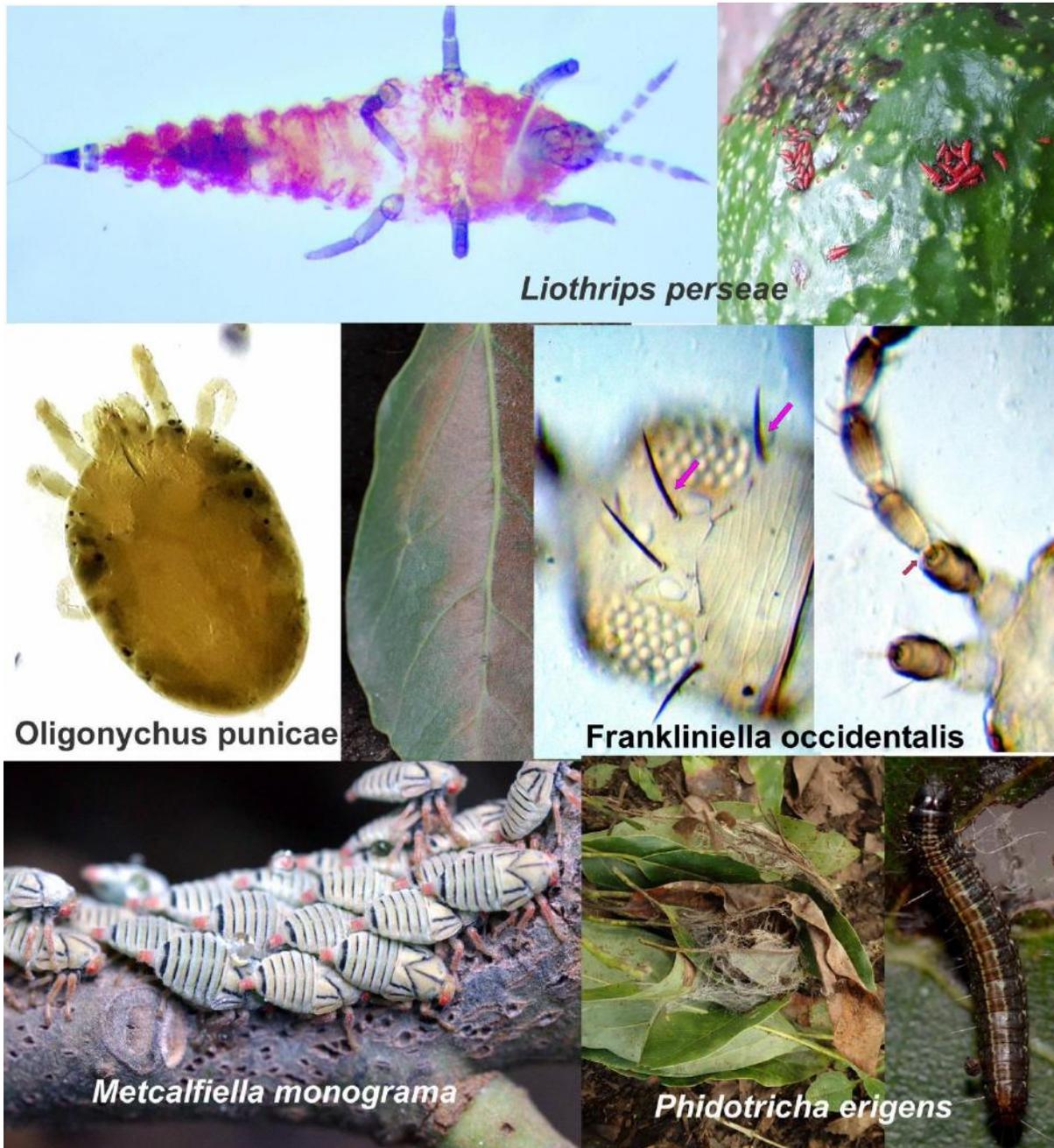


Figura 9.0 Otras especies encontradas en plantaciones de aguacate Hass.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

3.1.2. CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LARVAS DE ESPECIES PLAGA DEL AGUACATE HASS EN GUATEMALA

En el Anexo 1 se presenta una clave taxonómica para la identificación de larvas de las especies plaga del aguacate Hass en Guatemala. No se incluyen adultos debido a que en este estadio el daño causado es menor y se encuentran con menor frecuencia dentro de los frutos del aguacate porque la mayoría de larvas pupan en el suelo o en aguacates en el suelo, de donde sale el adulto. De acuerdo con Adamski & Hoddle (2009), el adulto de *Holcocera plagatola* (Lepidoptera: Coleophoridae: Blastobasinae) fue descrita de Guatemala con base en un adulto macho y una hembra obtenidos a partir de larvas colectadas en aguacate en Sololá (“o de Sacatepéquez, o de Escuintla”). Sin embargo, la larva es aún desconocida, por tanto usamos los caracteres diagnósticos de la subfamilia Blastobasinae (Stehr 1987). Dos especies no fueron incluídas, *Polyortha* n.sp., porque se desconoce y *Netechma pyrrhodelta*, citada para aguacates muy pequeños por Hoddle & Brown (2010). Por otro lado, una larva de *Drosophila* sp. (Diptera: Drosophilidae) fue encontrada viva, taladrando la parte externa y alimentándose de la pulpa de un aguacate Hass comprado en un mercado de la zona 18. Debido a que el daño externo es similar al de picudos y orugas de lepidóptera, se incluye en la clave.

3.2. MAPAS DE PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PLAGAS I: DISTRUBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PLAGAS MÁS RELEVANTES QUE ATACAN EL FRUTO DEL AGUACATE HASS EN GUATEMALA

La distribución geográfica de las especies relevantes que son plaga del aguacate Hass es casi desconocida, y consideramos que los presentes son los primeros mapas elaborados para el país (Figuras 9.1-13). Estos mapas están basados en pocos puntos de colecta y por lo tanto son aún muy preliminares; deben ser refinados en estudios posteriores. Algunas especies, a pesar de ser plagas voraces, solo se conocen por una localidad (e.g. *Macrocopturus aguacatae*). El picudo *Heilipus lauri*, aún no ha sido recolectado en Guatemala. Por su parte, *Conotrachelus* spp., parece estar ampliamente distribuido arriba de los 1400m. *Stenomoma catenifer* por su parte tiene también una distribución muy amplia en todo el país, desde el nivel del mar hasta los 2300m, siendo más frecuente debajo de los 1600m. También se presenta la distribución de plagas menores (Figuras 12-13).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA–
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Mapa de distribución de *Stenoma catenifer* en Guatemala

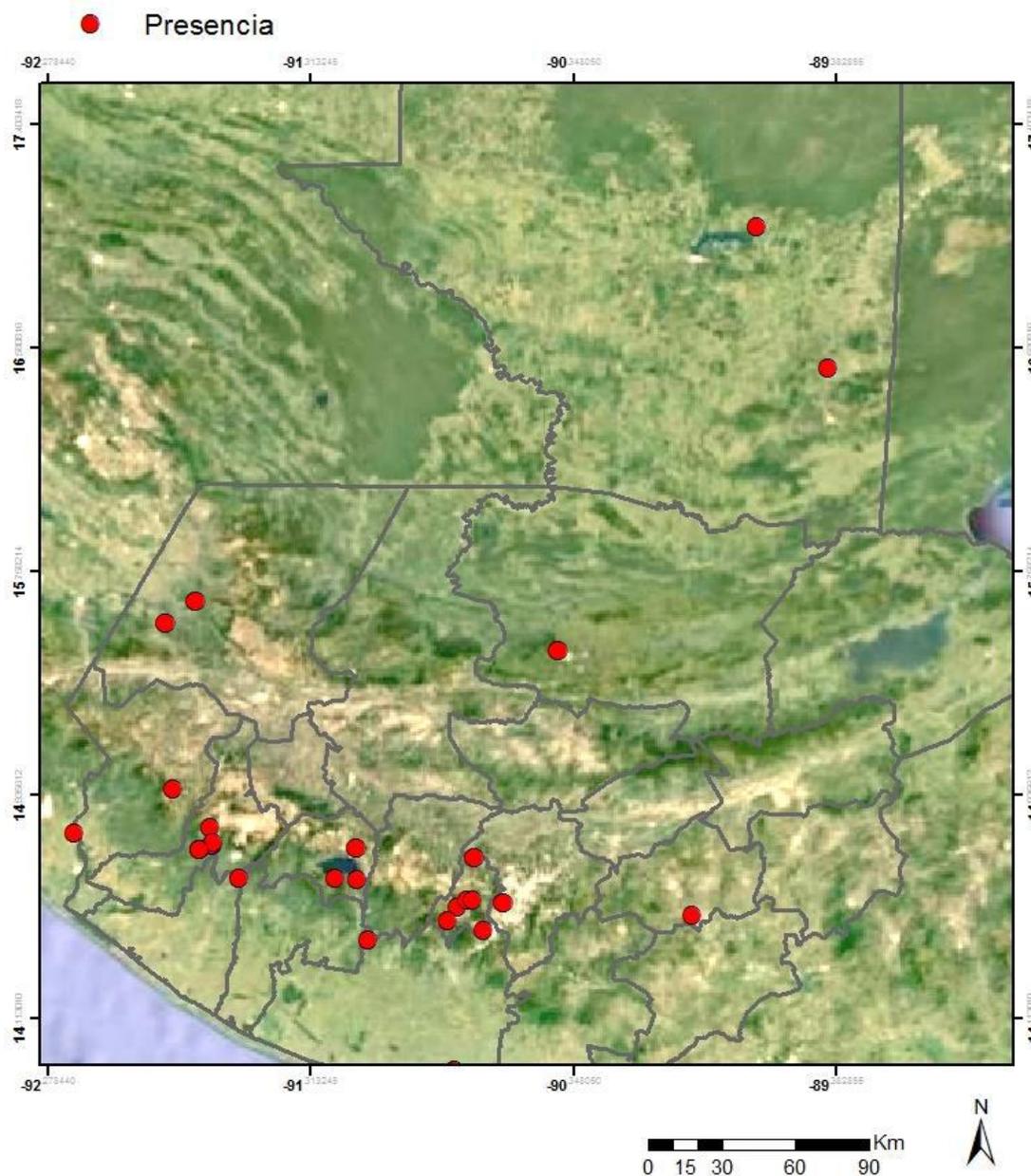


Figura 9.1. Distribución de *Stenoma catenifer* en Guatemala. Distribución detallada por Departamento en el Cuadro 2.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA–
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Mapa de distribución de *Conotrachelus* spp. en Guatemala

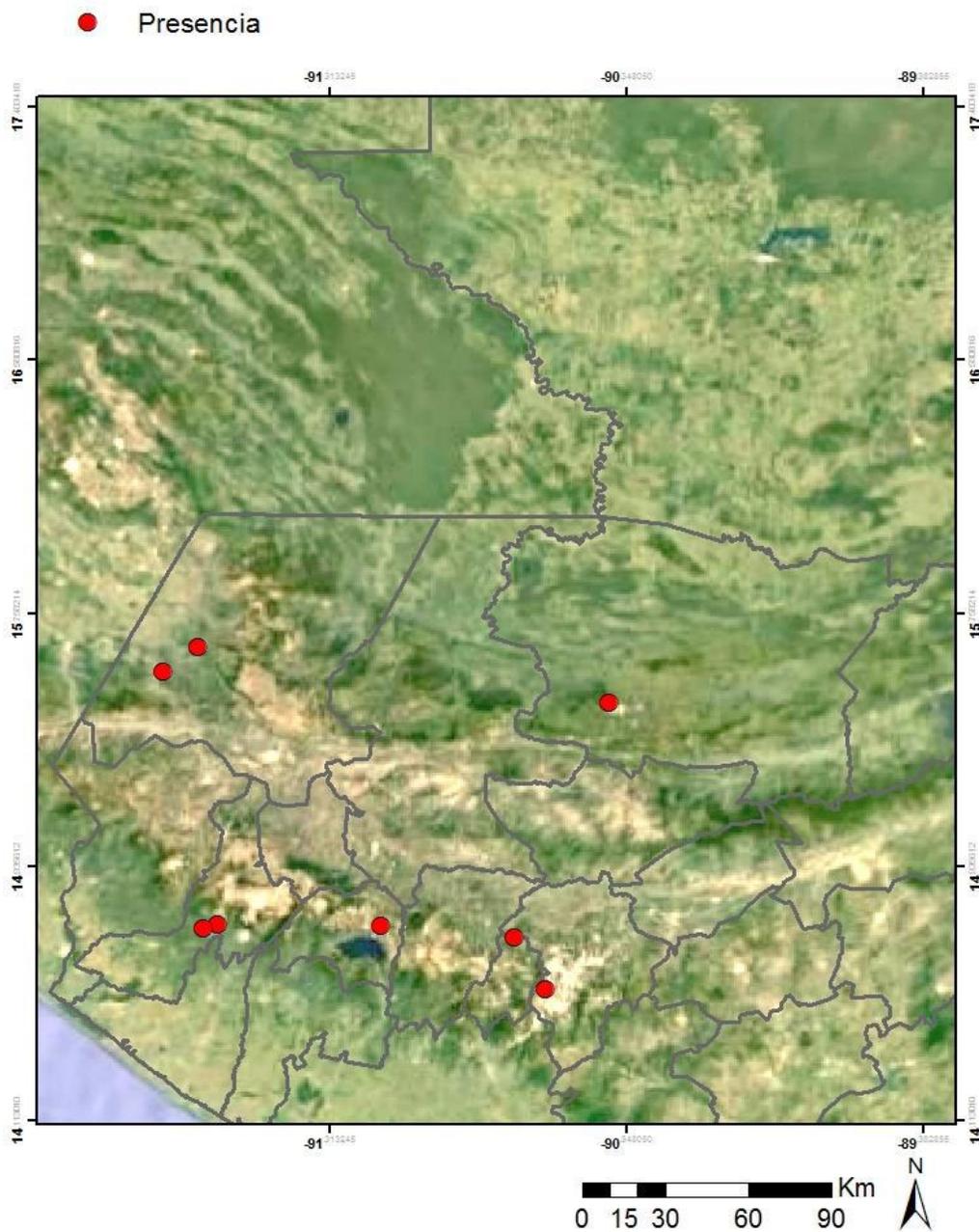


Figura 10. Distribución de *Conotrachelus* spp. en Guatemala. Distribución detallada por Departamento en el Cuadro 3.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

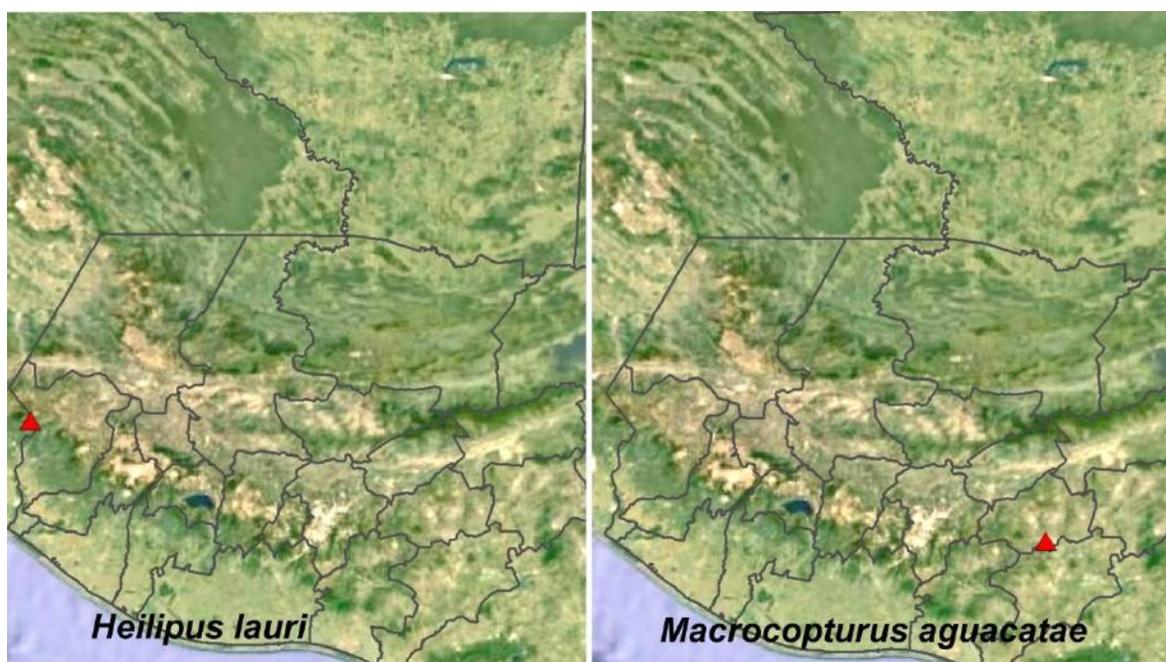


Figura 11. Distribución de *Heilipus lauri* (Unión Juárez, Chiapas, a 2 km de San Marcos) y de *Macrocopturus aguacatae* (Jalapa), con base en los registros conocidos. *Macrocopturus aguacatae* se registra por primera vez para Guatemala.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

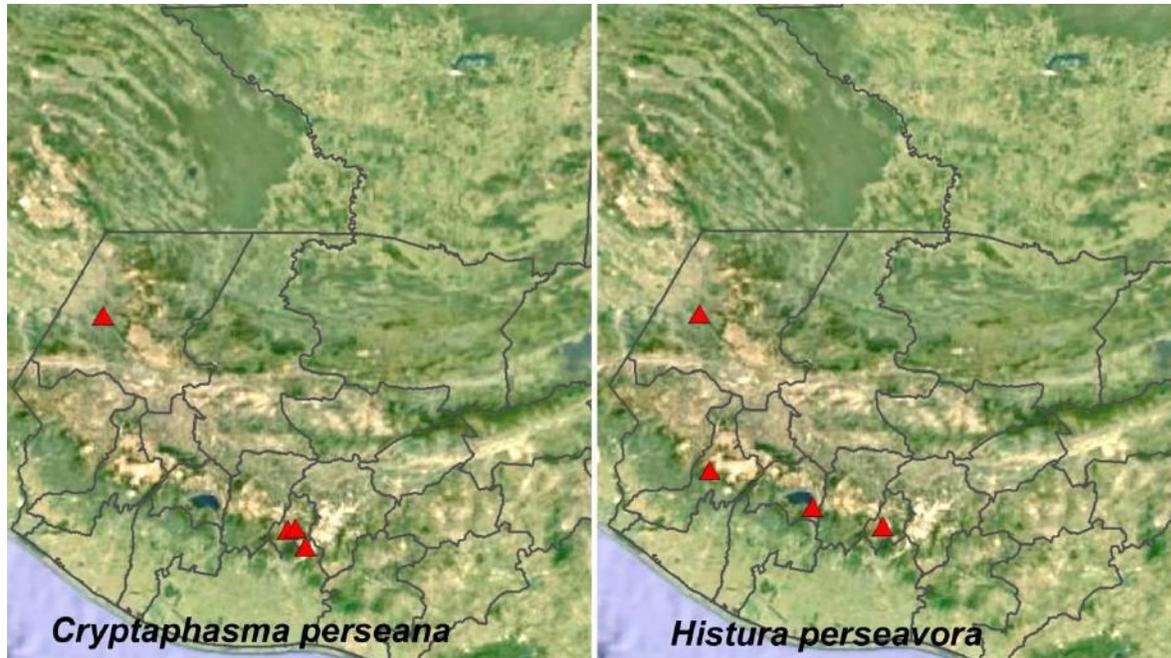


Figura 12. Distribución de *Cryptaphasma perseana* (Escuintla, Sacatepéquez y Huehuetenango) e *Histura perseavora* (Sacatepéquez, Sololá, Quetzaltenango y Huehuetenango), dos lepidópteros reconocidos como plagas menores del fruto del aguacate en Guatemala.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

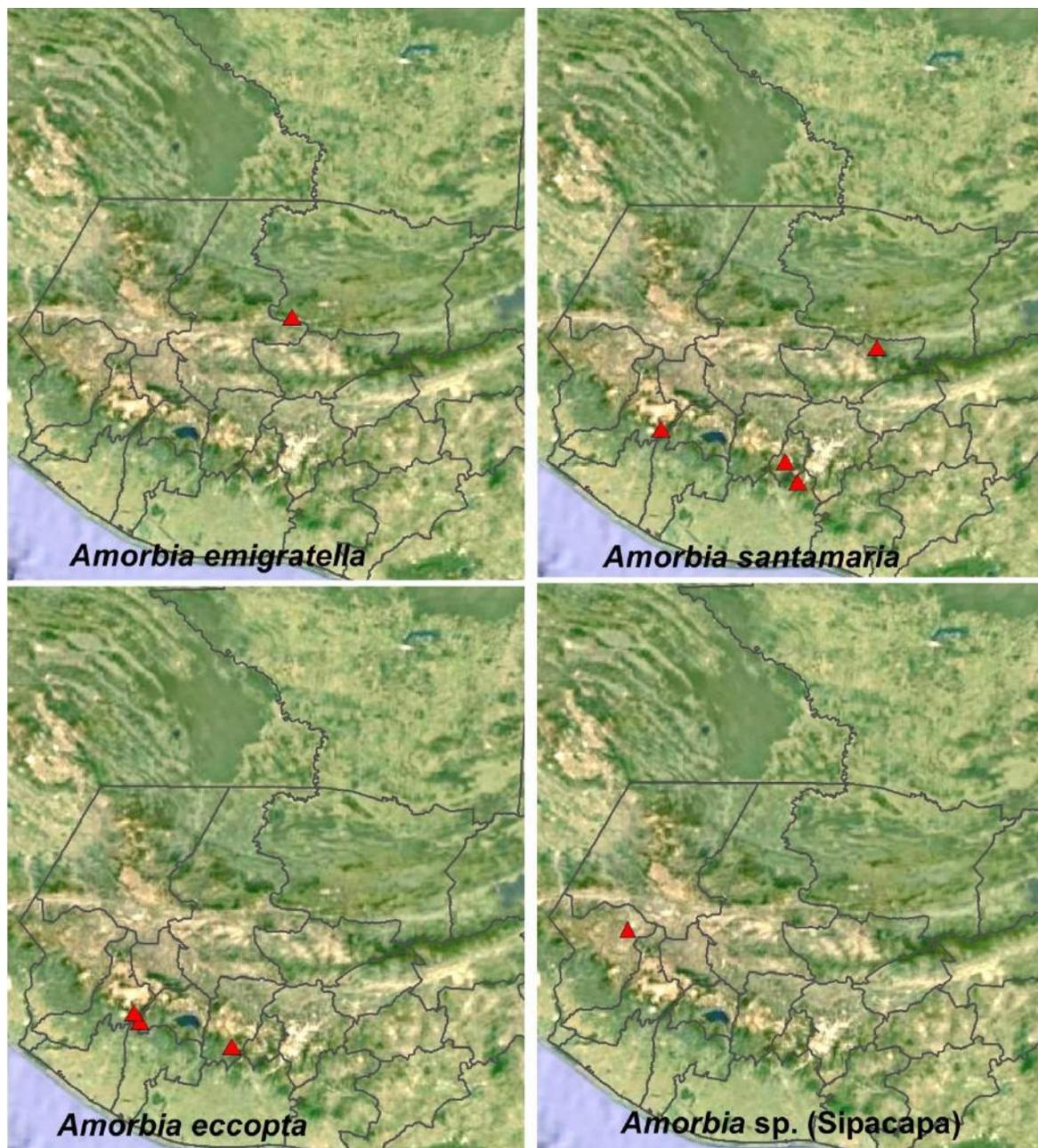


Figura 13. Distribución de tres especies de gusanos telarañeros del género *Amorbia* (Lepidoptera: Tortricidae), reconocidos como plagas ocasionales del fruto del aguacate en Guatemala. *Amorbia* sp., corresponde a una larva de *Amorbia* no identificada (Sipacapa, San Marcos); *A. emigratella* solo se conoce de Alta Verapaz, *A. santamaria* se conoce de Escuintla, Sacatepéquez y Quetzaltenango; *A. eccopta* se conoce de Chimaltenango, Suchitepéquez y Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

3.3. MAPAS DE PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PLAGAS II: DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ESPECIES MÁS RELEVANTES QUE ATACAN EL FRUTO DEL AGUACATE HASS EN GUATEMALA

3.3.1. Modelo de distribución potencial de *Stenoma catenifer*

El análisis de distribución potencial de *S. catenifer* (Figura 14) indica que puede estar altamente presente en las montañas del país, área que además, coincide con la distribución de las plantaciones de aguacate Hass. Aunque no encontramos *S. catenifer* en Huehuetenango, el modelo predice su presencia, tanto en Huehuetenango, como en los departamentos de Quiché y Alta Verapaz, debido a la presencia de variables climáticas similares a aquellas en donde sí está presente *S. catenifer*. Debemos notar que este modelo está basado en escasos datos de presencia/ausencia de la plaga: la realización de un muestreo más amplio en el país, así como de un análisis cuantitativo de la plaga, permitirá refinar el modelo para hacerlo de mayor utilidad predictiva con fines de manejo y establecimiento de sitios de producción libres de plaga.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Predicción de la presencia de *Stenoma catenifer* en aguacate Hass.

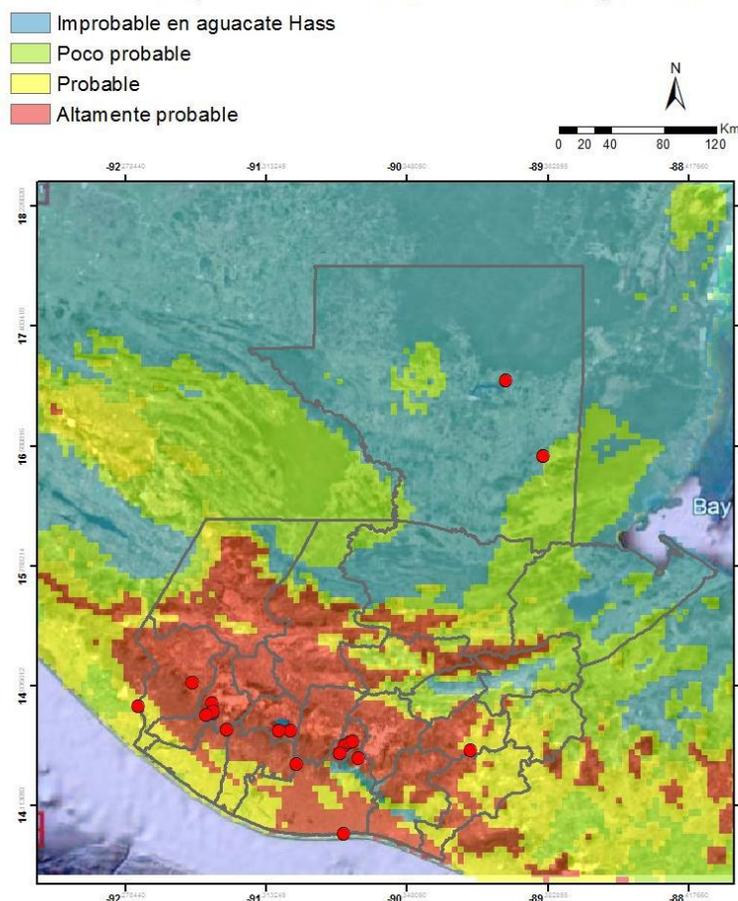


Figura 14. Modelo de distribución potencial de *S. catenifer* en Guatemala, con base en 19 variables ambientales y datos de 15 localidades de colecta conocidas.

3.3.2. Modelo de distribución potencial de *Conotrachelus* spp.

Este análisis de distribución potencial está basado en datos provenientes de dos especies, *C. aguacatae* y *C. perseae*, debido a la dificultad que algunos autores encontraron para separar las especies en estado de larva. El modelo (Figura 15) predice la presencia de estos picudos principalmente en las zonas montañosas de Guatemala (arriba de 1400m), coincidentemente en las áreas productoras de aguacate Hass. Aunque encontramos a estos picudos abundantes en aguacate Hass, también fue más común en aguacate criollo, el cual debe ser considerado como un posible reservorio de las especies.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Predicción de la presencia de *Conotrachelus* spp. en aguacate Hass

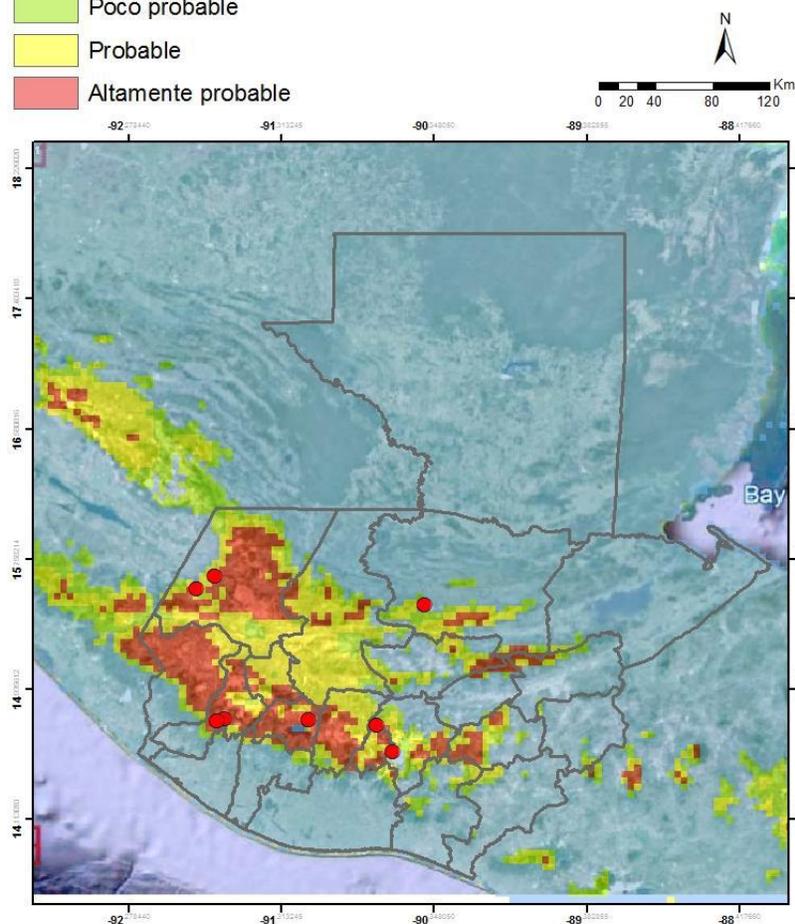


Figura 15. Modelo de distribución potencial de *Conotrachelus* spp. en Guatemala, con base en 19 variables ambientales y datos de 15 localidades de colecta conocidas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

3.4. MONITOREO DE *STENOMA CATENIFER*

En todo el muestreo con trampas de feromona únicamente se capturaron 7 individuos de *S. catenifer* (Cuadro 7). Estos provienen de las fincas Los Cipreses, Rincón Paraíso, Agrícola Rosy y San Francisco Pie de la Cuesta. Así, debido a la escasa abundancia, los valores promedio de la Figura 16 para *Stenoma* se presentan casi planos. La Figura 16 también muestra algunos picos de abundancia de insectos en general, que parecen asociados a las lluvias, disminuyendo la abundancia al final del año. La riqueza de especies capturada por las trampas también varía estacionalmente, aparentemente relacionado con las lluvias. Así, parece que las trampas de feromona atraen muchos grupos de insectos y no han resultado tan efectivas para el monitoreo de *S. catenifer*. Sin embargo, también es muy probable que las abundancias de *S. catenifer* sean muy bajas en los sitios de muestreo, lo cual abre la ventana para poder controlarla y así, apoyar el Plan para el establecimiento de sitios libres de la plaga.

Cuadro 7. Resumen de los muestreos de *Stenoma catenifer* y fauna capturada en las trampas de feromonas, en el área de estudio.

SEMANA	LOCALIDAD	STENOMA	ABUNDANCIA	RIQUEZA
10	Cipreses 1	1	3	3
10	Cipreses 2	1	13	8
14	Rincón Paraíso	0	26	7
14	Silencio 2	0	15	10
14	Silencio 1	0	13	9
16	Silencio 2	0	9	9
16	Silencio 1	0	18	6
16	Rincón Paraíso	1	12	8
20	Silencio 1	0	27	13
20	Rincón Paraíso	0	71	3
20	Rincón Paraíso	0	15	4
20	Cipreses 1	0	274	5
24	Cipreses 1	0	64	10
24	Cipreses 2	2	7	6
24	Silencio 1	0	32	17
24	Cipreses 1	0	17	7
24	Cipreses 2	0	32	15
27	Silencio 1	0	23	5
27	Silencio 2	0	13	10
27	Cipreses 1	0	274	5

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

27	Gerona	0	39	17
30	Cipreses 1	0	53	10
30	Cipreses 2	0	53	10
30	Rincón Paraíso 1	0	8	8
30	Rincón Paraíso 2	0	7	5
30	Cipreses	0	50	9
31	Silencio 1	0	14	9
31	Silencio 2	0	10	7
31	Silencio 2	0	10	7
31	Silencio 2	0	14	9
31	Silencio 1	0	10	7
31	El Potrero	0	20	10
31	Gerona	0	35	20
33	Carmencita	0	86	40
33	Rosy	0	16	12
33	Las Moscas	0	23	14
33	San Francisco	0	159	29
33	El Potrero	0	17	14
35	Silencio 2	0	13	8
35	Silencio 1	0	25	18
35	Cipreses 1	0	92	14
35	Rincón Paraíso 1	0	10	10
35	Rosy	1	60	24
35	Las Moscas	0	41	25
35	Carmencita	0	130	31
35	San Francisco	0	159	27
35	Silencio	0	50	29
36	Palo Gordo	0	14	10
36	Cipreses 1	0	25	14
36	Silencio 1	0	25	12
36	El Potrero	0	19	13
36	Rincón Paraíso 1	0	17	11
36	Cipreses	0	24	15
36	Rincón Paraíso 1	0	7	6
36	Rincón Paraíso 2	0	17	11
36	Cipreses	0	31	17
36	Cipreses	0	36	17

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

36	El Silencio	0	26	13
36	San Adrián	0	14	10
36	El Potrero	0	20	12
38	Rosy	0	39	18
38	El Potrero	0	26	16
38	San Francisco	0	129	18
38	Las Moscas	0	64	24
38	Carmencita	0	95	24
40	Chichimes	0	29	24
40	Tzalay	0	27	15
41	Gerona	0	23	10
41	Rosy	0	50	21
41	SF pie de la cuesta	0	100	22
41	Carmencita	0	65	24
41	Aqtaj	0	20	14
41	Las Moscas	0	76	13
41	El Silencio	0	43	17
42	Chichimes	0	38	27
42	Pojtoj	0	29	14
42	Tzalay	0	26	20
42	El Potrero	0	81	16
43	?	0	22	20
43	Aqtaj	0	36	14
43	Pojtoj	0	25	18
43	Cipreses	0	71	22
43	FRP	0	32	14
43	Silencio	0	35	22
43	Cipreses	0	44	20
44	Pojtoj	0	20	18
44	Gerona	0	13	3
44	San Francisco	0	62	19
44	Los Cipreses	0	24	14
44	Rincón Paraíso 2	0	20	12
44	Rincón Paraíso	0	12	8
44	Rosy	0	25	13
44	Carmencita	0	88	19
46	Tzalay	0	22	15

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

46	Chichimes	0	66	27
46	San Francisco	1	49	27
46	Rosy	0	29	15
46	Carmencita	0	55	27
46	Las Moscas	0	50	18
46	Gerona	0	13	8
46	Cipreses	0	22	11
46	Cipreses	0	26	12
47	Aqtaj	0	37	16
47	Aqtaj	0	30	14
47	Gerona	0	21	15
47	Pojtoj	0	25	17
49	Ventana	0	39	20
49	Aqtaj	0	55	12
49	Pojtoj	0	27	16
49	Pojtoj	0	14	10
50	Chichimes	0	48	34
50	Tzalay	0	23	18

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

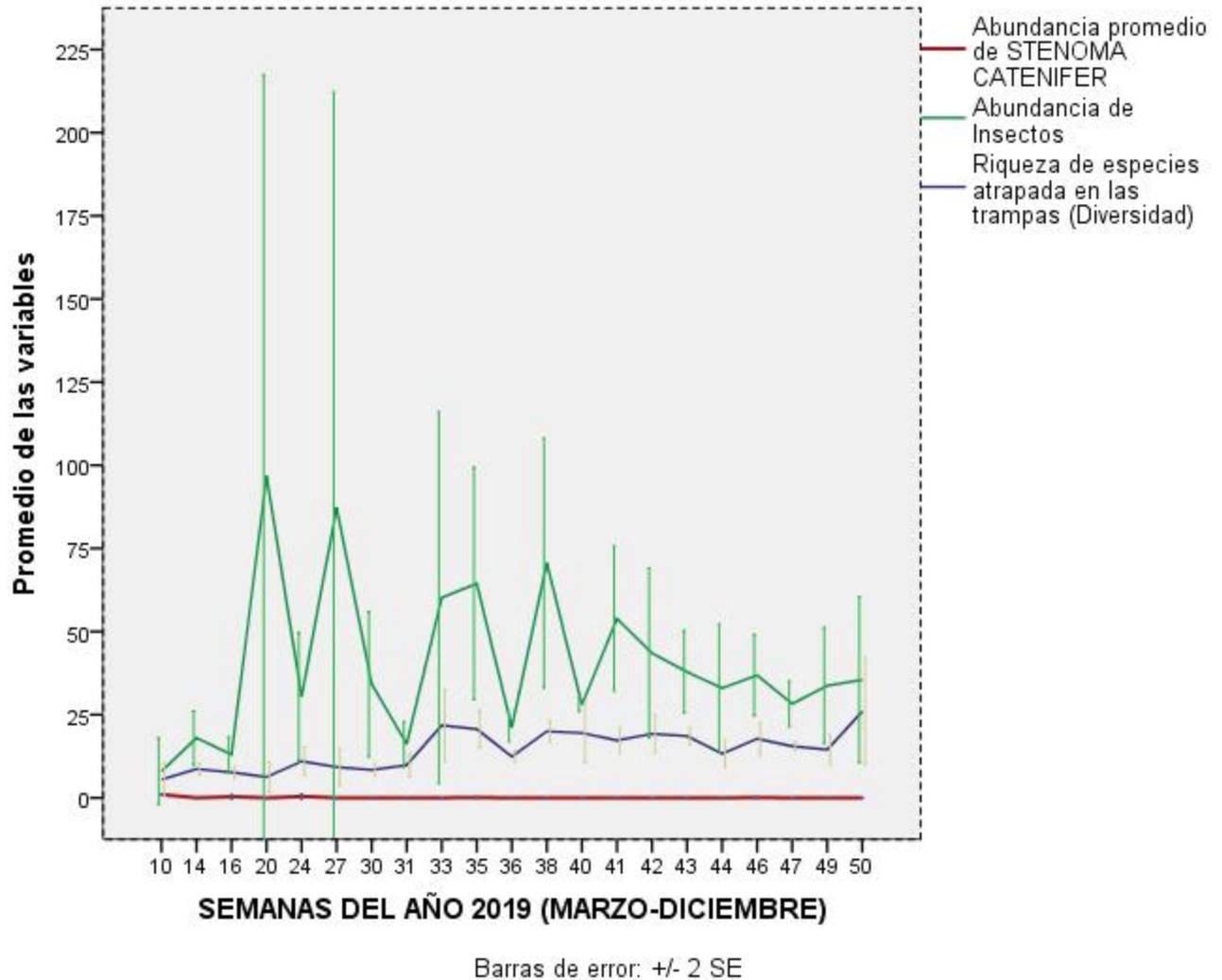


Figura 16. Variación estacional de los adultos de *Stenoma catenifer* capturados en trampas de feromona. Se incluyen también los datos de abundancia de insectos y diversidad de insectos capturados por las trampas. Datos basados en la media +/- 2 SD.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

3.5. MONITOREO DE MOSCAS DE LA FRUTA

En total se capturaron 7 especies de moscas de la fruta, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha distincta*, *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha spatulata*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha ludens* y *Anastrepha* sp. (Cuadro 8).

La Figura 17 muestra el promedio de abundancia estacional de las especies del género *Anastrepha*. En general se nota escasas abundancias, excepto porque *Anastrepha* sp., es muy frecuente entre marzo y junio, mientras que *Anastrepha ludens* tiene un pico notable desde finales de agosto hasta mediados de septiembre.

En la Figura 18 se muestra la abundancia estacional promedio de *Ceratitis capitata*, tanto las moscas silvestres fértiles como las estériles liberadas por el programa Moscamed. Así, la figura 17 muestra varios picos de abundancia de las moscas estériles que parecen estar relacionados a las liberaciones del mencionado programa. Las moscas silvestres tuvieron un pico de abundancia a finales de septiembre. Tanto las abundancias de *Anastrepha ludens* (Figura 17) como las de *Ceratitis capitata* silvestres (Figura 18), coinciden, causal o casualmente, con las intensas lluvias provocadas por la depresión tropical número 16 del año 2019 (INSIVUMEH, 2019).

Cuadro 8. Resultados de los muestreos de moscas de la fruta en el área de estudio. Los valores indican los promedios de individuos colectados por trampa. El número de trampas analizadas (segunda columna) fue variable a lo largo del estudio.

SEMANA	TRAMPAS	A. <i>distincta</i>	A. sp.	A. <i>fraterculus</i>	A. <i>spatulata</i>	A. <i>obliqua</i>	A. <i>ludens</i>	C. <i>capitata</i> fértil	C. <i>capitata</i> estéril
11	12	0.333333 33	0.333333 33	0	0	0	0	0	0.166666 7
12	-	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	0	0	0	0	0	0	0	0
14	-	0	0	0	0	0	0	0	0
15	12	0.083333 33	0.083333 33	0	0	0	0	0	0.083333 3
16	-	0	0	0	0	0	0	0	0
17	12	0.416666 67	0.416666 67	0	0	0	0	0	0.916666 7
18	20	0.1	0.1	0	0	0	0	0	21.6
19	20	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.85

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

20	20	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0.7
21	20	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0
22	20	0	0	0	0	0	0	0	0
23	20	0.1	0.1	0	0	0	0	0	1.05
24	20	0.1	0.1	0	0	0	0	0	6.05
25	34	0	0	0.0294117 6	0	0	0	0	0
26	54	0	0	0	0	0	0	0	0
27	54	0	0	0	0	0	0	0	0.0370370 4
28	57	0.017543 86	0.017543 86	0	0.0175438 6	0	0	0.1052631 6	22.421052 6
29	59	0	0	0	0	0	0	0	0.1525423 7
30	59	0	0	0	0	0	0	0	5.6779661
31	59	0	0	0	0	0	0	0	0.3559322
32	59	0	0	0	0	0.0169 4915	0.0677 9661	0.1186440 7	13.016949 2
33	59	0.033898 31	0.033898 31	0	0	0	0.0169 4915	0.0169491 5	3.6610169 5
34	59	0	0	0	0	0	0	0	0
35	79	0	0	0	0	0	0	0	10.189873 4
36	79	0.012658 23	0.012658 23	0	0	0.0126 5823	1.4810 1266	0.1645569 6	17.721519
37	79	0	0	0	0	0.0126 5823	0.1012 6582	0.0379746 8	8.8860759 5
38	79	0	0	0	0	0	0	0	0.1265822 8
39	79	0	0	0	0	0	0	0.6835443	18.835443
40	79	0	0	0	0	0	0	0	0
41	86	0	0	0	0	0	0.0116 2791	0.1511627 9	7.5116279 1
42	-	0	0	0	0	0	0	0	
43	86	0	0	0	0	0	0.0348 8372	0	0

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

44	86	0	0	0	0	0	0.02325581	0.10465116	2.15116279
45	86	0	0	0	0	0.01162791	0.01162791	0.02325581	3.94186047
46	-	0	0	0	0	0	0	0	0
47	86	0	0	0	0	0	0	0.1744186	4.97674419
48	86	0	0	0	0	0	0	0	1.51162791
49	86	0	0	0	0	0	0.04651163	0	0.10465116

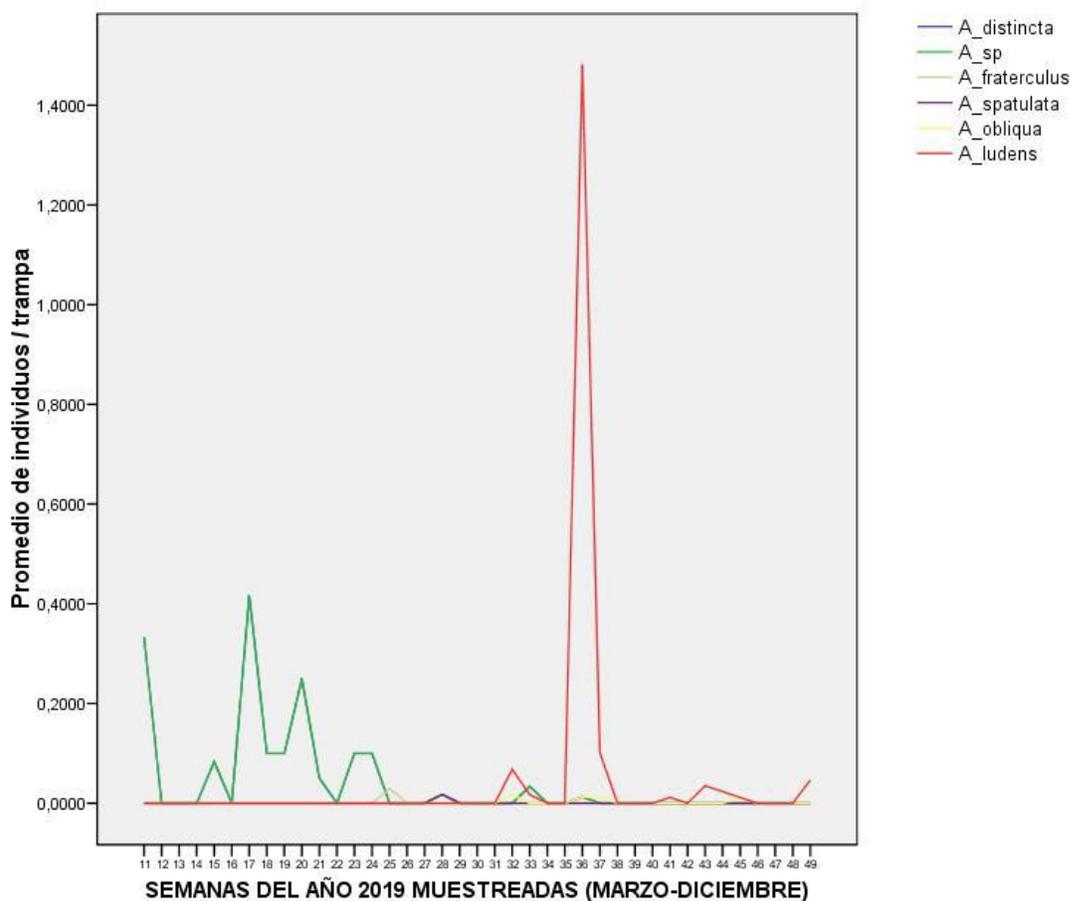


Figura 17. Variación estacional de las moscas de la fruta (Tephritidae) del género *Anastrepha*, capturadas en trampas de feromona. Promedios totales por semana para trampas Jackson y Multilure.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

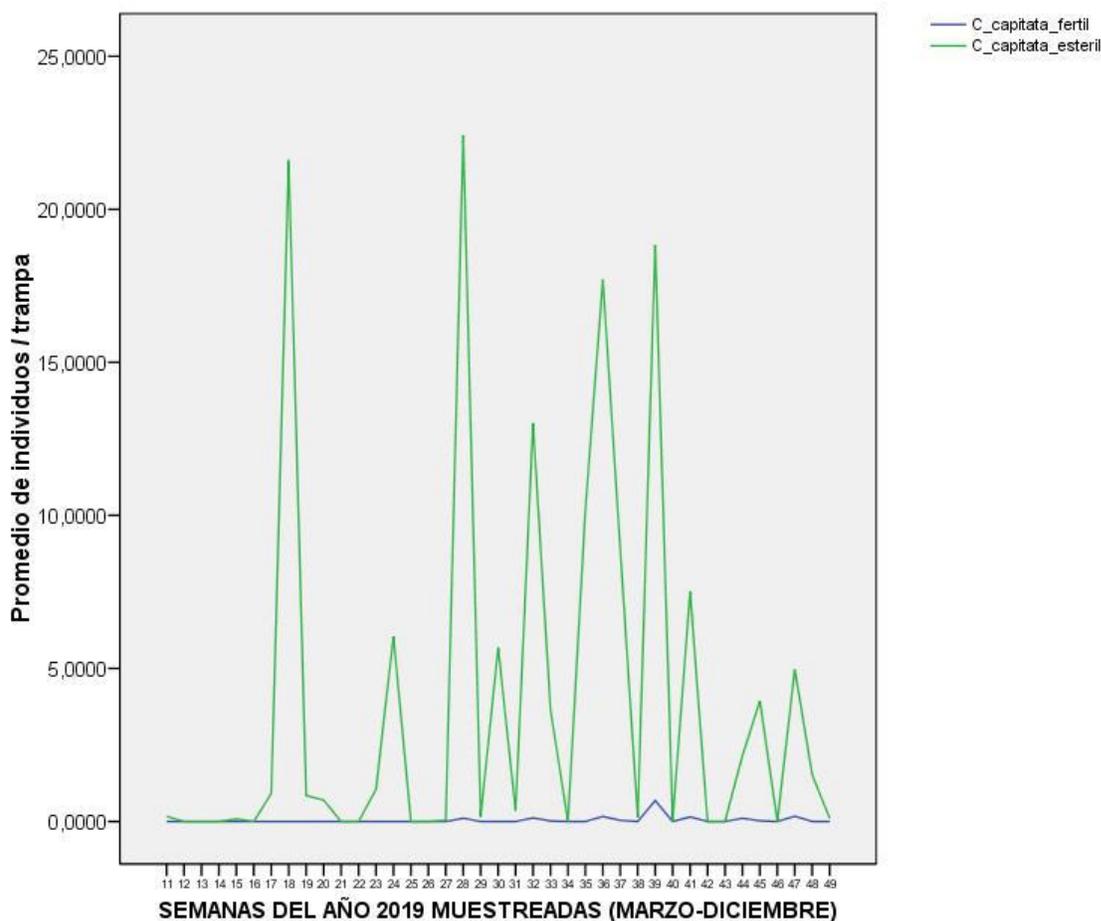


Figura 18. Variación estacional de las moscas de la fruta (Tephritidae) del género *Ceratit*, capturadas en trampas de feromona. Promedios totales por semana para trampas Jackson y Multilure. En azul las moscas *Ceratit capitata* fértiles; en verde las moscas *Ceratit capitata* estériles liberadas por el programa Moscamed.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

4. CONCLUSIONES

Por medio de trampas de feromonas se detectó la presencia de *Stenoma catenifer* en cuatro localidades de San Marcos y Quetzaltenango: Finca Los Cipreses, Finca Rincón Paraiso, Finca San Francisco Pie de la Cuesta y Agrícola Rosy. Por la revisión de frutos de aguacate Hass, encontramos *S. catenifer* en dos sitios, en la Finca las Moscas y en la Finca San Francisco Pie de la Cuesta.

Los resultados sugieren que *Stenoma catenifer* está presente en poblaciones muy bajas en algunos de los sitios de estudio, particularmente arriba de los 1600m, lo que abre la posibilidad de poder establecer medidas efectivas de control. Esto sugiere que también es factible el establecimiento de sitios libres de plaga.

Se detectó la presencia de otras especies de importancia cuarentenaria atacando frutos de aguacate Hass en la zona de estudio: *Cryptaphasma perseana*, *Histura perseavora*, *Amorbia* sp., *Conotrachelus perseae* y *Conotrachelus aguacatae*. No estudiamos las poblaciones de estas especies pero notablemente, encontramos relativamente abundante a *Conotrachelus aguacatae*.

En los sitios de muestreo no encontramos a dos especies cuarentenarias de picudos: *Heilipus lauri* y *Macrocopturus aguacatae*. De ellas, *H. lauri* se conoce de la frontera de Chiapas con San Marcos, por lo cual muy probablemente también está presente en Guatemala. A *M. aguacatae* lo encontramos atacando una plantación en Monjas, Jalapa, sugiriendo que prefiere zonas de baja altitud y más cálidas.

Las moscas *Anastrepha* y *Ceratitis* parecen tener una marcada estacionalidad en los sitios de estudio. Pero, en ningún caso se encontraron atacando frutos de aguacate Hass.

El mapa de distribución potencial predice una amplia distribución de *S. catenifer* en los huertos de aguacate de Guatemala, particularmente en las zonas de montaña (500-2000m) en el sitio de estudio.

El mapa de distribución potencial predice una amplia distribución en las zonas de montaña arriba de 1400m para las especies cuarentenarias de *Conotrachelus* de Guatemala.

5. LITERATURA CITADA

- Adamski, D. & M. Hoddle. 2009. A new *Halcocera* Clemens from Guatemala and redescription of *H. iceryaeella* (Riley) from the United States (Lepidoptera: Coleophoridae: Blastomasinae: Halcocerini): two congeners with incidental preference for avocado. *Proceedings Entomological Society of Washington* 111: 254-262.
- Anzaldo, S.S. 2017. Review of the genera of Conoderinae (Coleoptera, Curculionidae) from North America, Central America, and the Caribbean. *Zookeys* 683: 51-138.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- Bailey, J.B., L.M. McDonough & M.P. Hoffmann. 1986. Western avocado leafroller, *Amorbia cuneana* (Walsingham), (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Chemical Ecology* 12(6): 1239-1245.
- Barber, H. 1919. Avocado seed weevils. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 21: 53-60.
- Brown, J.W. & R.L. Brown. 2004. A new species of *Cryptaspasma* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae) from Central America, the Caribbean, and southeastern United States, with a catalogue of the world fauna of Microcorsini. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 106: 288-297.
- Brown, J.W. & M.S. Hoddle. 2010. A new species of *Histura* Razowski (Lepidoptera: Tortricidae: Polyorthini) from Guatemala attacking avocados (*Persea americana*) (Lauraceae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 112(1): 10-21.
- Chamorro, M.L. & M.V.L. Barclay. 2018. On the identity of a U.S. intercepted *Conotrachelus* Dejean (Coleoptera: Curculionidae) with avocado (*Persea americana*). *Biodiversity Data Journal* (6), e26362. doi:10.3897/BDJ.6.e26362
- Fick, S.E. & R.J. Hijmans, 2017. Worldclim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.
- Hoddle, M.S. & J.W. Brown. 2010. Lepidoptera associated with avocado fruit in Guatemala. *Florida Entomologist*, 93: 649-650.
- Hoddle, M.S. & Hoddle, C.D. (2008) Lepidoptera and associated parasitoids attacking Hass and non-Hass avocados in Guatemala. *Journal of Economic Entomology*, 101: 1310–1316.
- INSIVUMEH. 2019. Análisis meteorológico del mes de septiembre de 2019. Boletín Mensual Meteorología. <https://insivumeh.gob.gt/meteorologia/boletines-meteorologicos/boletin-mensual-meteorologia/2019-10-04-0830hrs/>.
- Gilligan, T. M. 2014. Key to larval Tortricidae intercepted, or potentially encountered, at U.S. ports of entry, 5pp. In: Gilligan, T.M. & S.C. Passoa. LepIntercept, an identification resource for intercepted Lepidoptera larvae. Identification Technology Program (ITP), USDA/APHIS/PPQ/S&T, Fort Collins, CO. [accessed at www.lepintercept.org].
- Gilligan, T.M., J.W. Brown & M.S. Hoddle. 2011. A new avocado pest in Central America (Lepidoptera: Tortricidae) with a key to Lepidoptera larvae threatening avocados in California. *Zootaxa* 3137: 31-45.
- García-Arellano P. 1975. Claves para la identificación de las larvas barrenadores del hueso del aguacate en México. *Folia Entomológica Mexicana* 31–32: 127-131
- Guzmán, L.L. 2019. Informe mensual junio 2019, EPS Agronomía USAC. https://www.enca.edu.gt/wp-content/themes/templateX/pdf/INFORME_DE_RESULTADOS_DE_LUIS_LEONARDO_GUZMAN_G_DEL_MES_DE_JUNIO.pdf. Accesado 10 XI 2019.
- Pearson R.G., C.J. Raxworthy, M.I. Nakamura & A.T. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34: 102-117
- Phillips, E. & J.A. Powell. 2007. Phylogenetic relationships, systematics, and biology of the species of *Amorbia* Clemens (Lepidoptera: Tortricidae: Sparganothini). *Zootaxa* 1670: 1-109.
- Phillips S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- Pope, W.T. 1924. The Guatemalan avocado in Hawaii. Bulletin 51, Hawaii Agricultural Experiment Station, Honolulu.
- Popenoe, W. 1919. The avocado in Guatemala. United States Department of Agriculture, Bulletin No. 743.
- Vásquez, M.A., L. Cruz-López & E.R. Chamé-Vásquez. 2015. First record of *Conotrachelus perseae* (Coleoptera: Curculionidae) in Comitán, Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist* 98(4): 1252-1253.
- Vásquez, M.A., L. Cruz-López & E.R. Chamé-Vásquez. 2017. First report of *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Unión Juárez, Chiapas, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 71(4): 704-706.
- Hoddle, M.S. & J.W. Brown. 2010. Lepidoptera associated with avocado fruit in Guatemala. *Florida Entomologist* 93: 649-650.
- Hoddle, M.S. & C.D. Hoddle. 2008. Lepidoptera and associated parasitoids attacking Hass and non-Hass avocados in Guatemala. *Journal of Economic Entomology* 101: 1310–1316.

ANEXO 1. CLAVE PARA LAS LARVAS DE INSECTOS FRECUENTEMENTE ENCONTRADAS COMO PLAGAS DEL AGUACATE HASS EN GUATEMALA
Modificada de García-Arellano (1975), Gilligan (2014) y Gilligan et al. (2011)

1. Larvas sin patas en el tórax (Figura 1A) y sin pseudopatas en el abdomen 2
- 1'. Larvas con patas en el tórax (Figura 1B) y pseudopatas en el abdomen 6



Figura 1. A. Vista ventral de *Conotrachelus* sp. (Curculionidae), Huehuetenango. Note la ausencia de patas torácicas. B. Larva de *Phidotricha erigens* (Lepidoptera), Jacaltenango, Huehuetenango. Note las patas torácicas.

2. Cabeza esclerotizada, mandíbulas externas y de movimiento lateral, cuerpo subcilíndrico y sin espiráculos anales Coleoptera: Curculionidae (Figura 2A) 3
- 2'. Cabeza no esclerotizada, mandíbulas internas y de movimiento vertical, cuerpo ahusado y con espiráculos anales proyectados Diptera: Drosophilidae (Figura 2) *Drosophila* sp.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 2. Larva de *Drosophila* sp. Un espécimen fue recolectado vivo y con detritos, dañando la cáscara y el inicio de la pulga en aguacate comprado en mercado de la zona 18, Guatemala.

3. Pronoto liso, sin microespinas transversales (Figura 3A); espiráculos del octavo segmento abdominal colocados sobre el dorso Molytinae 4
3' Tercio posterior del pronoto con microespinas transversales (Figura 3B); espiráculos del octavo segmento abdominal colocado en los lados Conoderinae ***Macrocopturus aguacatae***



Figura 3. A. Larva de *Conotrachelus aguacatae*, Huehuetenango. Note el tórax esclerosado, sin granulaciones transversales. B. Detalle del pronoto de la larva de *Macrocopturus aguacatae*, Monjas, Jalapa. Tercio distal con microespinas.

4. Segundo lóbulo dorsal abdominal (LD2 en la Figura 4A) con cuatro setas cortas. Lóbulos dorsales 2 a 4 con microespinas que forman cuatro hileras transversales (una en LD2, dos en LD3 y una LD4). Epipleura con una seta larga anterior y una seta corta posterior.. ***Heilipus lauri***
4'. Segundo lóbulo dorsal abdominal (LD2 en Figura 4B) con dos setas cortas. Lóbulos dorsales con microespinas sin ordenarse en filas. Epipleura con una seta larga posterior ***Conotrachelus*** 4

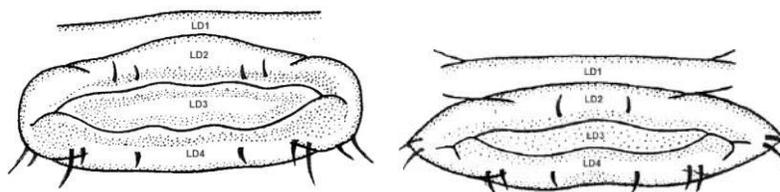


Figura 4. A. Vista dorsal de un segmento abdominal de *Heilipus lauri*. LD= Lóbulo dorsal. Redibujado de García-Arellano (1975). B. Vista dorsal de un segmento abdominal de *Conotrachelus*. Note que no presenta un orden claro en la distribución de los microespinas de los lóbulos dorsales, particularmente en LD3. Redibujado de García-Arellano (1975).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

5. Espiráculo protorácico con el borde anterior y posterior del peritrema con un esclerosamiento casi uniforme, que recorre todo el borde anterior del espiráculo y termina en el extremo posterior, sin sobrepasar la parte media (Figura 5A) ***Conotrachelus aguacatae***

5'. Espiráculo protorácico con el borde anterior y posterior del peritrema con un esclerosamiento notablemente engrosado en su mayor parte, terminando en una punta delgada en el extremo posterior del espiráculo, sobrepasando ampliamente la parte media (Figura 5B) ***Conotrachelus perseae***



Figura 5. A. Espiráculo protorácico de *Conotrachelus aguacatae*, Jacaltenango, Huehuetenango. B. Espiráculo protorácico de *Conotrachelus perseae*, San Juan Sacatepéquez, Sacatepéquez.

6. Pináculo prespiracular del protórax, con dos setas 7
6'. Pináculo prespiracular del protórax con tres setas 9

7. Crochetes formando un círculo completo (Figura 6); cuerpo con bandas oscuras y claras longitudinales (Figura 3); haciendo telarañas en hojas de aguacate (¿en frutos?) (Pyralidae: Epispachinae)

..... ***Phidotricha erigens***

7'. Crochetes en mesoserie, en un solo lado del crochete; en frutos de aguacate, sin hacer telarañas en las hojas Noctuidae 8



Figura 6. Crochetes en círculo completo de *Phidotricha erigens*.

8. Suturas ecdisiales adfrontales se extienden desde el borde anterior hasta la muesca epicraneal ***Euoxa sorella***

8'. Suturas ecdisiales adfrontales no llegan a la muesca epicraneal ***Micrathetis triplex***

9. Larva madura pequeña, con su propio capullo; una foseta presente en el submentum ***Holcocera plagatola***

..... Blastobasidae ***Holcocera plagatola***

10. Setas D2 del segmento A9 en pináculos separados; los pináculos de las setas D2 y D1 están fusionados subdorsalmente Elachistidae ***Stenoma catenifer***

10'. Setas D2 del segmento A9 sobre un pináculo dorsomedial compartido; los pináculos de las setas D2 y D1 no están fusionados subdorsalmente Tortricidae 11

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

11. Peine anal ausente; segmento A9 con las setas D2, D1 y SD1 todas sobre un gran pináculo
..... ***Cryptasasma perseana***
- 11'. Peine anal presente; segmento A9 con las setas D1 y SD1 separadas de la seta D2 12
12. Pináculos con manchas oscuras muy evidentes ***Histura perseavora***
- 12'. Pináculos sin esas manchas, larvas café o verdosas homogéneas(notar que no se conocen las larvas de *Polyortha* n.sp. ni de *Netechma pyrrhodelta*) 13
13. Placa del protórax con una banda lateral de color café o más oscura (los individuos vivos son verdes y si son muy jóvenes pueden carecer de la banda lateral) ***Amorbia* spp.** (incluye *Amorbia santamaria*, *A. cuneana* y *A. emigratella*)
- 13'. Placa del protórax si banda lateral oscura ***Argyrotaenia urbana***

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

4- ENTREGABLE PROGRAMAS MIP

Para el establecimiento de programas de Manejo de Plagas y Enfermedades MIP se contó con el apoyo y colaboración de los propietarios y personal de las siguientes fincas de Aguacate variedad Hass: Finca Rincón Paraíso Departamento de Quetzaltenango, municipio de San Martín Sacatepéquez; Finca El Silencio Departamento de Quetzaltenango, municipio de San Martín Sacatepéquez, Finca Los Cipreses, municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos y, Finca La Merced, municipio de La Libertad, departamento de Huehuetenango. Todas las fincas/huertos donde están establecidos los programas MIP para aguacate Hass, pertenecen a miembros líderes del Consorcio de Occidente de Aguacate y de la agro-cadena de aguacate en los respectivos departamentos (Fig. 19, cuadro 9).

Para el diseño e implementación de los programas MIP en campo se utilizaron productos químicos y biológicos de control de Plagas y enfermedades aprobados para uso en aguacate Hass en México (APEAM) y Estados Unidos. Basados en esta información se procedió a definir los tratamientos para el control de plagas y enfermedades en las fincas/huertos de aguacate seleccionados.

Experimentos, Tratamientos, Montaje y Monitoreo Programas MIP:

Se establecieron 4 ensayos experimentales para el estudio de programas MIP para el control de plagas y enfermedades de aguacate Hass. Los ensayos tienen un diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental consta de tres árboles de aguacate donde los datos de enfermedades y plagas fueron colectados del árbol central (para evitar efecto de borde).

Los ensayos están montados en las siguientes localidades: Finca Rincón Paraíso (Quetzaltenango), Finca El Silencio (Quetzaltenango), Finca Los Cipreses (San Marcos), Finca La Merced (Huehuetenango). Todos tienen el mismo diseño experimental y se replicaron los mismos tratamientos (Figuras 19 y 20, cuadro 9).

Se definieron 10 tratamientos los cuales fueron combinaciones de productos fungicidas e insecticidas químicos y biológicos. Los fungicidas e insecticidas utilizados fueron seleccionados en base a información proporcionada por el sitio web oficial de la APEAM que es la Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México, único socio cooperador reconocido oficialmente por los ministerios de Agricultura de los Estados Unidos USDA y de México SAGARPA.

Los tratamientos fueron diseñados para las siguientes plagas y enfermedades: trips, ácaros, barrenadores, Antracnosis y roña consideradas las más importantes. Los monitoreos de plagas y enfermedades de los cuatro sitios seleccionados proporcionaron información sobre otras plagas y enfermedades que deben considerarse para programas MIP futuros (cuadros 10 y 11).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

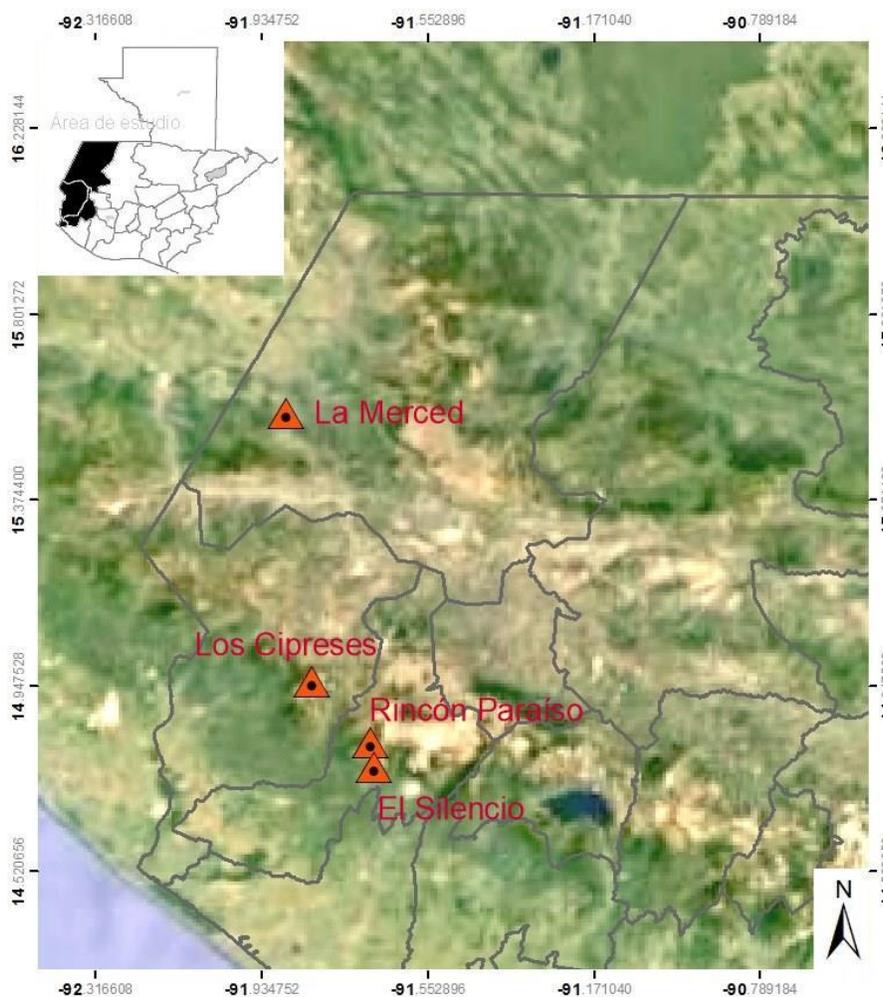


Figura 19. Localización de fincas aguacate Hass donde se establecieron los ensayos para programas MIP.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 9. Ubicación y altura en metros sobre el nivel de mar de las diferentes fincas donde se realizaron los ensayos.

Municipio	Departamento	Finca	Coordenadas	Altura (msnm)
San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	Rincón Paraíso	14°49'00.47"N 91°41'08.57"E.	1,920
San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	El Silencio	14°45'50.13"N 91°40'39.15"E	1,635
San Marcos	San Marcos	Los Cipreses	14°53'23.30"N 91°49'11.81"E.	2,470
La Libertad	Huehuetenango	La Merced	15°34'26.154"N 91°52'40.780"E	1,892

msnm: metros sobre el nivel del mar

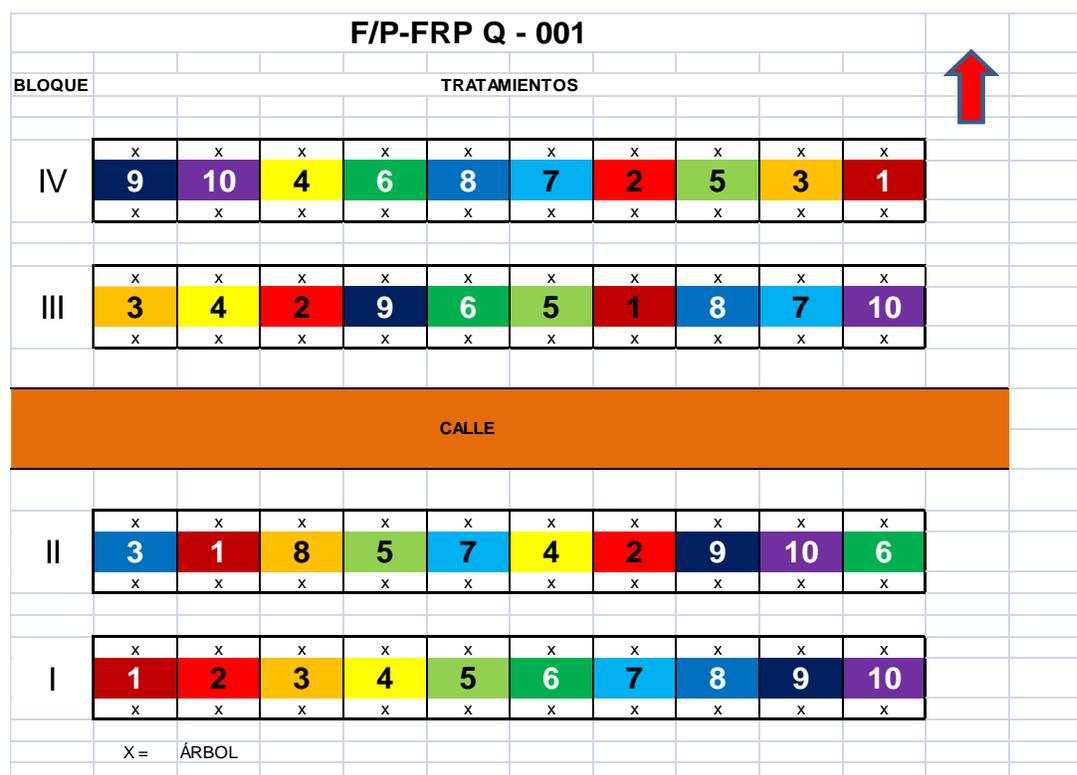


Figura 20. Diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones establecido en finca Rincón Paraíso, Quetzaltenango. Cada unidad experimental consta de 3 árboles de Aguacate Hass.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 10. Descripción de los tratamientos y dosis evaluadas en el cultivo de aguacate Hass en fincas Rincón Paraíso (Quetzaltenango), El Silencio (Quetzaltenango), Los Cipreses (San Marcos) y La Merced (Huehuetenango).

No.	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	Dosis (g o ml/25 litros)	Dosis por Ha (L o Kg)
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	100 g + 22 ml	2.5 Kg 0.6 L
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	100 g + 250 ml + 5 ml	2.5 Kg 3.0 L 0.75 L
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	100 g + 10 g +250 ml + 15 ml	2.5 Kg 0.2 Kg 3.0 L 1.5 L
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	100 g + 15 ml + 537 ml	2.5 Kg 1.0 L 8 L
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	100 g + 4 ml	2.5 Kg 0.2 L
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	100g + 43 ml + 9 ml	2.5 Kg 0.5 L 0.4 L
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	100 + 537	2.5 Kg 8 L
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	159 g + 250 ml + 43 ml + 15 ml	2.5 Kg 3.0 L 0.5 L 0.4 L
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	159 g + 43 ml + 10 g + 12 g	250 Kg 0.5 L 0.2 Kg 0.2 Kg
T10	Testigo absoluto	---	---	

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 11. Características de productos fungicidas e insecticidas, Químicos y Biológicos utilizados en programas MIP cultivo de aguacate en las 4 fincas seleccionadas de Aguacate Hass.

INGREDIENTE ACTIVO	TIPO DE PRODUCTO	CARACTERISTICAS	MODO DE ACCION /FAMILIA
Oxicloruro de Cobre Cobre Metálico	Fungicida/Bactericida Químico	Contacto	Multisitio Energía y Respiración Celular
Hidroxido de Cobre Cobre Metálico	Fungicida/Bactericida Químico	Contacto	Multisitio Energía y Respiración Celular
Bacteria <i>Bacillus subtilis</i>	Fungicida/Bactericida Biológico	Contacto	Multisitio Degradación Membrana Celular
Azoxystrobina	Fungicida Químico	Sistémico	Unisitio Respiración Mitocondrial Estrobilurina
Tiabendazole	Fungicida Químico	Sistémico	Unisitio Division Celular Benzimidazol
Mancozeb	Fungicida Químico	Contacto	Multisitio Respiración y Aminoácidos Dithiocarbamato
Abamectina	Insecticida/Acaricida Químico	Contacto Ingestión Translaminar	Unisitio Sistema Nervioso
Flupyradifurone	Insecticida Químico	Sistémico Contacto Ingestión	Unisitio Sistema Nervioso Amino Butelonide
Imidacloprid	Insecticida Químico	Sistémico Contacto	Unisitio Sistema Nervioso Neonicotinoide
Permetrina	Insecticida Químico	Contacto	Unisitio Sistema Nervioso Canales de Sodio
Mezcla Terpenoide Extracto Botánico <i>Chenopodium ambrosioides</i>	Insecticida Biológico	Contacto	Multisitio Degradación de Cutícula
Spinosad Spinosin A y D	Insecticida Biológico	Contacto	Unisitio Sistema Nervioso
Z-Cipermetrina	Insecticida Químico	Contacto	Unisitio Sistema Nervioso Canales de Sodio
Lambda Cialotrina	Insecticida Químico	Contacto	Unisitio Sistema Nervioso Canales de Sodio
Tiametoxam	Insecticida Químico	Sistémico Contacto	Unisitio Sistema Nervioso Neonicotinoide

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Medición de Parámetros ambientales:

Se procedió a la compra e instalación de la estación agro-meteorológica marca Davis Vantage-Pro para la medición de parámetros ambientales de campo: viento, temperaturas máximas y mínimas, presión barométrica, punto de rocío, humedad en hojas. Además, incluye software conectado a computadoras para la captación de datos los cuales serán relacionados con los datos de campo colectados para control de plagas y enfermedades de aguacate. La estación Davis Vantage-Pro, está instalada en la finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Los datos agro-meteorológicos empezaron a medirse desde el mes de enero de 2019 (figura 21).

La medición de parámetros ambientales y su efecto en el desarrollo de enfermedades en el cultivo de aguacate es crucial para la elaboración de programas de control que mantengan los niveles de inóculo bajos. Los parámetros ambientales más importantes que afectan desarrollo de fitopatógenos en aguacate son: Temperatura (Máximas y Mínimas), precipitación pluvial, humedad relativa y humedad en los tejidos foliares o tallos susceptibles a la infección sobre todo por hongos. Hojas, tallos o frutos que permanezcan húmedos por períodos de dos horas o más por día, son susceptibles a ser infectados por hongos sobre todo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis en frutos (viruela del aguacatero), y *Sphaceloma perseae* causante de la roña en frutos. El principal objetivo de la medición de parámetros ambientales es relacionarlos con el desarrollo de plagas y enfermedades del aguacate y ofrecer información importante para la predicción de brotes en campo los cuales puedan ser prevenidos con aplicación de programas MIP combinando estrategias Biológicas, Químicas, Físico/mecánicas y Culturales.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 21. Estación Agro-meteorológica instalada para medición de parámetros ambientales en finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN TRATAMIENTOS MIP

Para determinar tanto el volumen de agua como las dosis de los productos a aplicar se procedió a calibrar el equipo de aplicación de la siguiente manera:

- Se agregó a la aplicadora un Volumen de Agua Conocido (VAC).
- El aplicador realizó la aplicación a un árbol
- Se midió el Volumen de Agua Sobrante (VAS) después de la aplicación.
- Se calculó el Volumen Real Aplicado (VRA) por árbol, al restarle al volumen de agua conocido (VAC) el volumen de agua sobrante (VAS), como se muestra en la fórmula:

$$\text{VRA} = \text{VAC} - \text{VAS}$$

En cada finca se realizaron pruebas de pH y dureza del agua para verificar si la calidad de la misma estaba en buenas condiciones para las aplicaciones (figura 22). En ninguna de las fincas fue necesario corregir pH y dureza a excepción de la Finca La Merced donde el agua estaba con pH 7.5 y la dureza mayor a 250 partes por millón (ppm). Los rangos de pH del utilizados para las aplicaciones en campo en todas las fechas de aplicación y en todas las fincas seleccionadas fueron de 5.0 a 6.0 y de dureza de 50 a 60 ppm.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 22. Cintas para medición de pH y dureza del agua utilizadas para las aplicaciones de programas MIP en las fincas seleccionadas de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

La preparación de mezclas fue realizada en el siguiente orden de acuerdo a la formulación de los productos aplicados:

1. Agua/solvente
2. Corrector de pH y dureza de agua
3. Gránulos solubles (SG)
4. Polvos humectables (WP)
5. Suspensión concentrada (SC)
6. Suspensión emulsionable (SE)
7. Emulsión concentrada (EC)
8. Líquidos solubles (SL)
9. Surfactante

Durante todas la aplicaciones se procedió a tomar todas la medidas estándar para seguridad del personal técnico y de campo (figuras 23 y 24).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 23. Preparación de mezclas de productos para las aplicaciones de programas MIP en las fincas seleccionadas de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Las aplicaciones fueron dirigidas al follaje y frutos de los árboles de aguacate a una presión de aplicación de 45 PSI (figura 24).

Materiales utilizados en la aplicación:

- Agua
- Toneles de 200 litros
- Cubetas de 20 litros
- Jeringas de 1, 3, 5 y 10 ml
- Probetas
- Guantes
- Mascarilla
- Aplicadora/Bomba de motor marca Kawashima con capacidad de 25 litros
- Boquilla de cono hueco número 5
- Medidores de pH y Dureza de agua
- Traje de aplicación
- Insecticidas químicos/biológicos
- Fungicidas químicos/biológicos.
- Adherente.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 24. Traje de seguridad y equipo de aspersión motorizado utilizados en las aplicaciones de productos programas MIP en las fincas seleccionadas de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Colecta de muestras y trabajo en Laboratorio:

Previo a las aplicaciones de tratamientos de los programas MIP se procedió a la colecta de muestras de tejidos vegetales y suelo en las 4 estaciones experimentales de aguacate Hass. Las muestras de frutos, hojas, tallos, meristemos florales y suelo fueron colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas con los siguientes datos: finca, lugar, fecha de colecta y tratamiento correspondiente del programa MIP. Las muestras fueron colocadas en hieleras y transportadas inmediatamente al laboratorio Agroexpertos en la ciudad de Guatemala (figura 25).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 25. Manejo de muestras colectadas previo a las aplicaciones de productos programas MIP en las fincas seleccionadas de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

El trabajo en el laboratorio consistió en el análisis de muestras de frutos, hojas, tallos, meristemos florales y suelo colectadas en las 4 estaciones experimentales de aguacate Hass. Las muestras fueron almacenadas en refrigeradoras para mantenerlas en buen estado para su análisis. Para la detección de hongos se utilizan los medios de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) y Agar Nutritivo, además, las muestras se colocaron en cámaras húmedas para hacer raspados directos e identificar los hongos presentes en las muestras. Para la extracción de nematodos fitoparasíticos se utilizó la metodología de tamizado y centrifugación con azúcar.

Los raspados directos y aislamientos de hongos provenientes de las muestras de aguacate fueron colocados en porta-objetos, cubiertos con cubre-objetos y examinados bajo un microscopio binocular. Los hongos presentes en las muestras fueron identificados utilizando claves específicas estándar basándose particularmente en los tipos de micelio, estructuras fructíferas como esporangióforos y los tipos de esporas/conidias características de cada hongo. Los nematodos fitoparasíticos fueron extraídos de suelo y colocados en placas de conteo para su identificación y cuantificación.

Se colectaron un total de 400 muestras compuestas para hongos equivalentes a 1613 análisis/identificaciones de laboratorio y 150 muestras de suelo para nematodos provenientes de las 4 estaciones experimentales. El trabajo de identificación se enfocó en hongos fitopatógenos y nematodos fitoparasíticos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINCA RINCÓN PARAÍSO, QUETZALTENANGO

El cuadro 12 presenta el consolidado de aplicaciones de programas MIP realizadas en las 4 fincas de aguacate Hass seleccionadas en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. En finca Rincón Paraíso se realizaron un total de 10 aplicaciones fungicidas y 4 aplicaciones de insecticidas. El enfoque de los análisis de las muestras en el laboratorio Agroexpertos fue la identificación de hongos y nematodos fitopatógenos ya que se consideró que estos microorganismos son actualmente más dañinos para la producción de aguacate Hass que bacterias y Virus. La medición de daños causados por insectos y otros artrópodos como ácaros se concentró en evaluaciones finales de daño en frutos principalmente causados por la combinación de trips y roña para las fincas El Silencio en Quetzaltenango y Los Cipreses en San Marcos con suficiente producción de frutos de aguacate. En las fincas Rincón Paraíso en Quetzaltenango y La merced en Huehuetenango no hubo producción de frutos debido a los trabajos de poda realizados en el 2019 por ambas fincas.

Cuadro 12. Consolidado de aplicaciones realizadas en programas MIP en las 4 estaciones de trabajo del proyecto de Aguacate Agroexpertos-IICA-CRIA.

LOCALIDAD	APLICACIONES FUNGICIDAS*	APLICACIONES INSECTICIDAS**
	DIC/2018-NOV/2019	DIC/2018-NOV/2019
RINCÓN PARAÍSO		
San Martín Sacatepéquez	10	4
Quetzaltenango		
EL SILENCIO		
San Martín Sacatepéquez,	10	4
Quetzaltenango		
LOS CIPRESES		
San Marcos, San Marcos	10	4
LA MERCED		
La Libertad, Huehuetenango	5	2

*Las aplicaciones de fungicidas fueron mensuales. **Las aplicaciones insecticidas se hicieron cada 2 a 3 meses. En Huehuetenango se hicieron menos aplicaciones.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Todos los datos de detección, aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos están basados en análisis de las muestras colectadas de los diferentes tratamientos de programas MIP evaluados en las 4 localidades mencionadas en el cuadro anterior. Se colectaron muestras de hojas, tallos, frutos y flores de árboles de aguacate Hass y se identificaron los hongos fitopatógenos presentes para evaluar la influencia de los programas MIP en presencia o no presencia de estos microorganismos. El cuadro 13 presenta los resultados del análisis de muestras provenientes de la finca Rincón Paraíso correspondientes a la fecha de aplicación del 20/Junio/2019 en total se generaron datos mensuales de identificaciones de las diez fechas de aplicaciones de programas MIP las cuales se relacionaron con la incidencia de hongos fitopatógenos en campo (estos datos se presentan para cada finca adelante en el texto).

Cuadro 13. Reporte de análisis de Fitopatología generado por laboratorio Agroexpertos de muestras aguacate Hass colectadas de los diferentes tratamientos ensayo programas MIP Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Fecha de colecta 20/Junio/2019, fecha de reporte 2/julio/2019.

No. Muestra	Análisis de micología muestras aguacate Hass			
	Hoja	Tallo	Fruto	Flor
T1	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Pestalotia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Sphaceloma sp.</i>	-
T2	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T3	<i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-	-
T4	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	-	-
T5	<i>Alternaria sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i> <i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T6	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T7	<i>Alternaria sp.</i> <i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-	-
T8	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-	-
T9	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	-	-
T10	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-	-

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA–

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 26 presenta el total de hongos fitopatógenos identificados en muestras de aguacate Hass colectadas de la finca Rincón Paraíso durante 2019. En total se identificaron 8 hongos fitopatógenos siendo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis, el más comúnmente aislado con un 35% de detección seguido por *Phoma* sp, *Pestalotia* sp, *Fusarium* sp y *Cladosporium* sp con 19%, 16%, 13% y 9% de detección respectivamente. *Alternaria* sp, *Diplodia* sp y *Rhizoctonia* sp tuvieron porcentajes de detección menores al 5%.

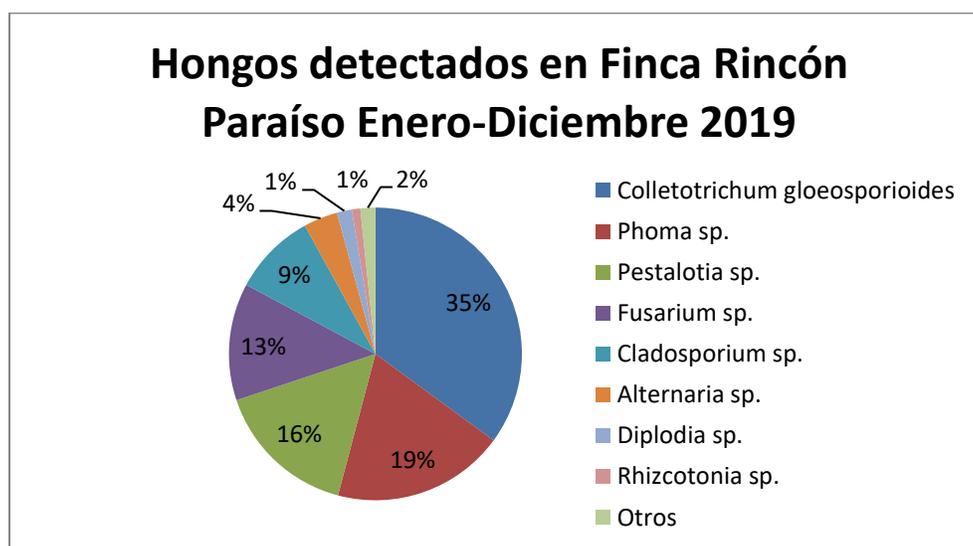


Figura 26. Porcentaje de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

La figura 27 muestra el porcentaje de detección de hongos fitopatógenos y su localización en árboles de aguacate Hass sometidos a los diferentes programas MIP, los mayores porcentajes de detección se dieron en hojas y tallos con 40% y 39% respectivamente, porcentajes menores del 15% se obtuvieron en flores y frutos debido a los trabajos de poda realizados durante el 2019.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

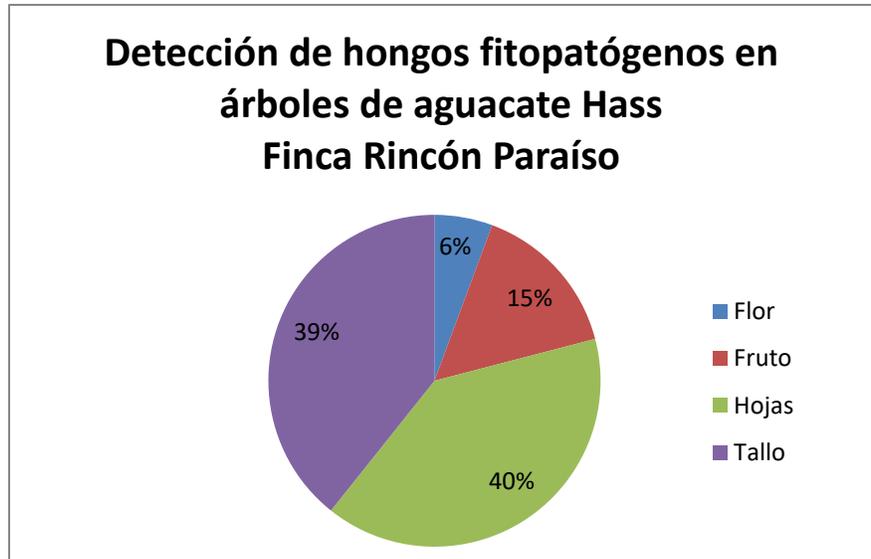


Figura 27. Porcentajes de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Con base en los datos anteriores se decidió concentrar los estudios de campo en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis o viruela del fruto de aguacate. Además, *C. gloeosporioides* es considerado el hongo potencialmente más dañino debido a que ocasiona pérdidas en producciones de aguacate tanto en campo como en post-cosecha. La figura 28, muestra un comportamiento de detección mayormente localizado en hojas y tallos que en flores y frutos debido de nuevo al manejo de podas realizado a esta plantación durante el ciclo de cultivo 2019.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

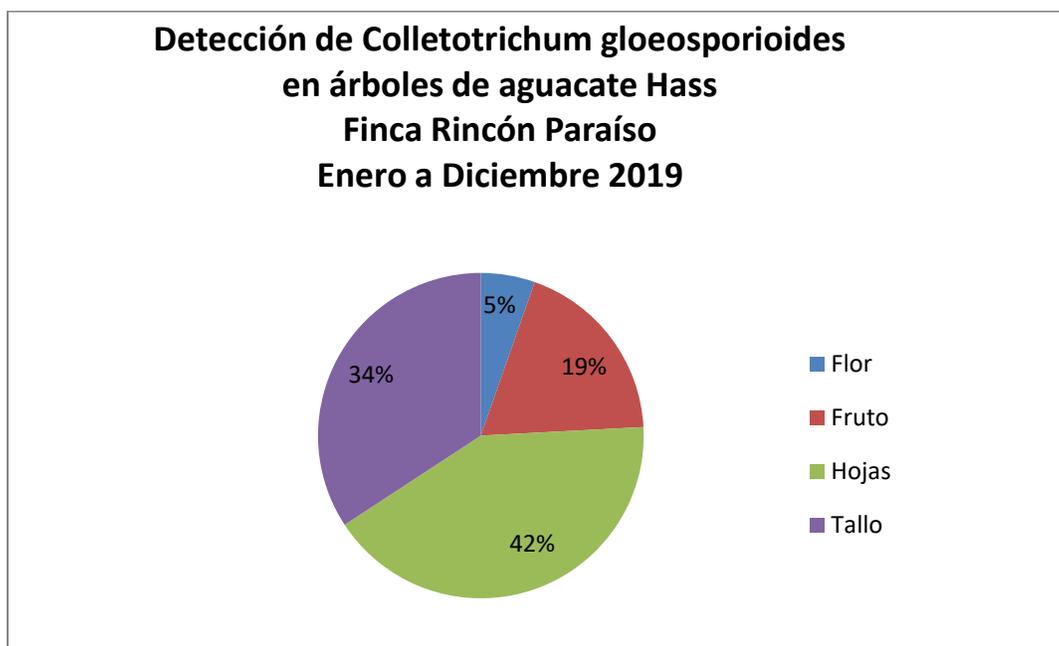


Figura 28. Porcentajes de detección de *Colletotrichum gloeosporioides* y su localización en árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Las figuras 29, 30 y 31 presentan el trabajo de manejo de muestras en el laboratorio Agroexpertos las cuales fueron recibidas, codificadas y fotografiadas. Las muestras fueron colocadas en cámaras húmedas y en cajas de Petri con medios de cultivo estándar para aislamiento de hongos fitopatógenos. Los fitopatógenos aislados fueron colocados en microscopios e identificados a nivel de género con el uso de claves micológicas específicas basadas en tipos de micelio y conidias/espores presentes. Este manejo de muestras fue estándar para todas las fincas seleccionadas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 29. Muestras colectadas de aguacate Hass y analizadas en laboratorio Agroexpertos ensayos programas MIP Finca Rincón Paraíso y El Silencio (Quetzaltenango), finca Los Cipreses (San Marcos) y finca La Merced (Huehuetenango).

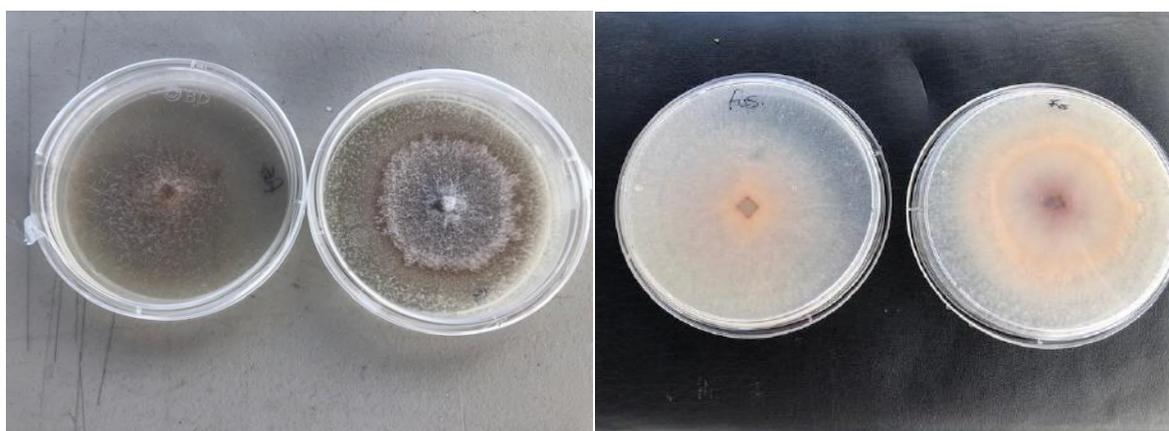


Figura 30. Aislamientos en medios de cultivo de *Colletotrichum gloeosporioides* (izquierda) y *Fusarium* sp. (Derecha) de muestras de árboles de aguacate Hass ensayos programas MIP Finca Rincón Paraíso y El Silencio (Quetzaltenango), finca Los Cipreses (San Marcos) y finca La Merced (Huehuetenango).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

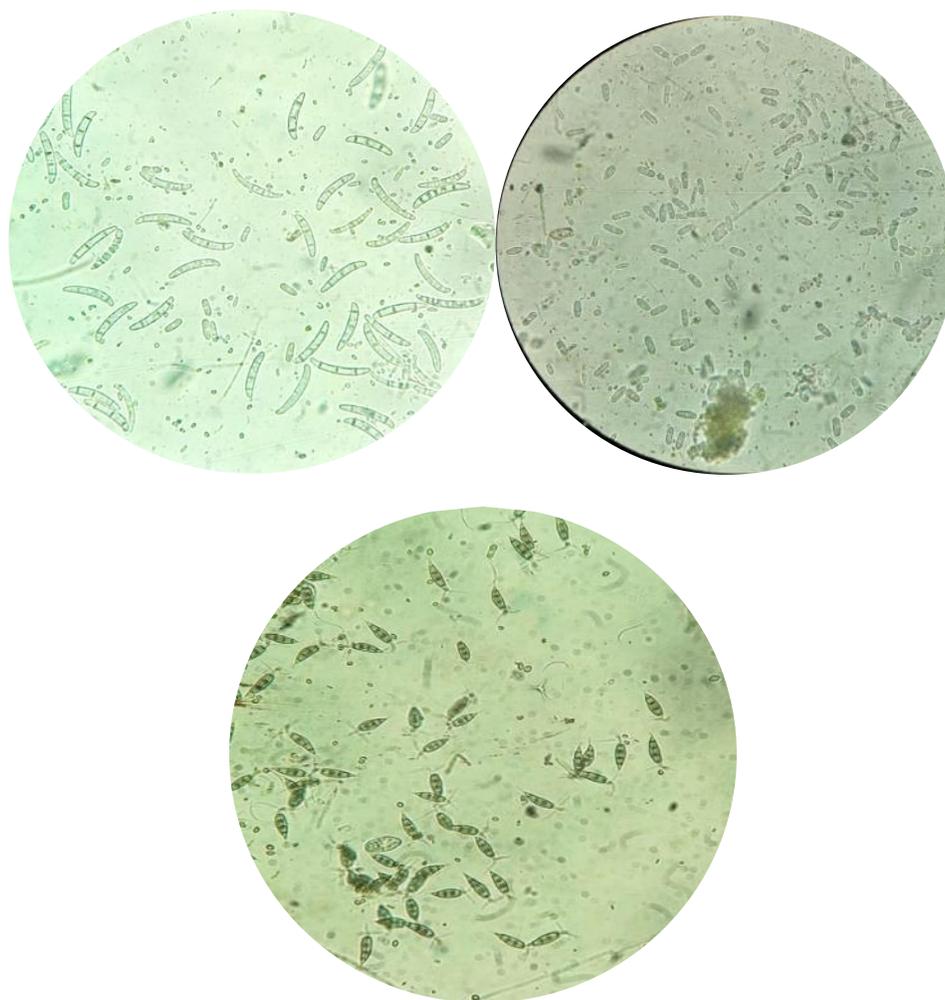


Figura 31. Identificación de Conidias de los hongos fitopatógenos *Fusarium* sp., *Colletotrichum gloeosporioides* y *Pestalotia* sp. Aislados de muestras de árboles de aguacate Hass ensayos programas MIP Finca Rincón Paraíso y El Silencio (Quetzaltenango), finca Los Cipreses (San Marcos) y finca La Merced (Huehuetenango).

Se detectaron los siguientes géneros de nemátodos Fitoparásitos: *Meloidogyne* sp, (nemátodo nodulador) endoparásito sedentario, *Trichodorus* sp (nemátodo raíz escoba de bruja) ectoparásito, *Helicotylenchus* sp. (nemátodo de espiral) semi-endoparásito y *Pratylenchus* sp. (nemátodo lesionado) endoparásito migratorio. Los porcentajes de detección en muestras de suelo fueron de 34%, 33%, 22% y 11% respectivamente, con poblaciones promedio consideradas bajas con rangos de 26 a 16 nemátodos por 100 cc de suelo (fig. 32).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

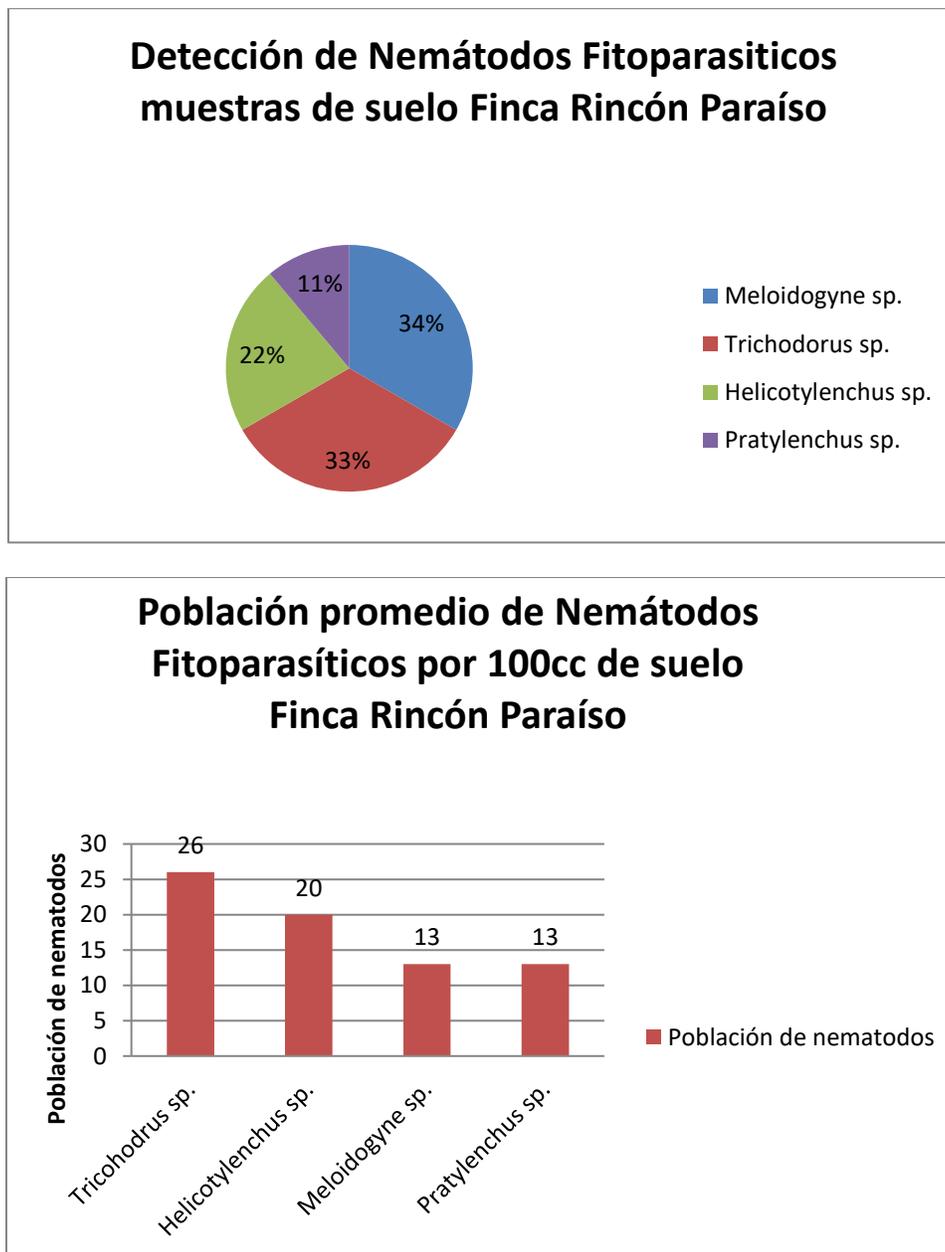


Figura 32. Porcentajes de detección y poblaciones promedio de géneros de Nemátodos Fitoparasíticos de muestras suelo ensayo programas MIP Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

En los cuadros 14 y 15 se presentan los análisis de prueba de medias y varianza para 5 fechas de aplicaciones de los tratamientos programas MIP además del promedio anual de incidencia o detección del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis en frutos de aguacate Hass. Se seleccionó este hongo debido a su importancia y potencial daño a frutos tanto en campo como en la fase de post-cosecha, también fue el hongo con más alto porcentaje de detección en las muestras flor, fruto, hojas y tallos analizadas en todas las fincas incluidas en este estudio.

Tanto los análisis de prueba de medias como de varianza mostraron diferencias altamente significativas de presencia de *C. gloeosporioides*. La detección o no detección del hongo *C. gloeosporioides* en muestras analizadas de flor, fruto, hojas y tallos de aguacate Hass fueron utilizadas como medida de eficacia de control bajo la influencia de los tratamientos programas MIP aplicados en campo.

La incidencia inicial o base de *C. gloeosporioides* en los tratamientos en finca medida para la fecha 13 de febrero fue de un promedio de 26% en finca Rincón Paraíso variando desde un 17% en el T4 hasta un 37% en el T9. En general todos los tratamientos de programas MIP aplicados sólo con fungicidas de contacto o fungicidas de contacto alternados con fungicidas sistémicos mantuvieron incidencias menores de *C. gloeosporioides* a las obtenidas en el testigo absoluto T10 (sin aplicación de fungicidas) (Cuadro 14 y figura 33). Los porcentajes de incidencia de *C. gloeosporioides* bajo la influencia de los tratamientos MIP T6, T8 y T9 se mantuvieron con promedios menores al 10% para los meses de abril, junio, agosto y octubre con diferencias altamente significativas con respecto a la incidencia del testigo absoluto que presentó porcentajes de incidencia que variaron desde un 23% en febrero a un 54% en octubre. Los tratamientos T2 y T3 mostraron porcentajes de incidencia menores al 15% en algunas de las fechas de aplicación (cuadro 14 y figura 33).

La importancia de mantener niveles bajos de inóculo sobre todo de hongos fitopatógenos como *C. gloeosporioides* es que tiene un efecto directo en la disminución de infecciones tempranas en frutos. Frutos de aguacate con menor infección temprana por antracnosis aumentarán la calidad disminuyendo pérdidas post-cosecha por pudriciones causadas por este hongo. Desde el punto de vista epidemiológico los niveles de inóculo de *C. gloeosporioides* se encontraron presentes durante todo el año en niveles altos que variaron desde un 23% en febrero hasta un 54% en octubre en árboles del tratamiento T10 (testigo sin aplicación) en finca rincón paraíso. Lo ideal es mantener niveles de incidencia o severidad con promedios por abajo de un 5% durante todo el ciclo de cultivo. Promedios anuales menores al 10% no se lograron con ninguno de los tratamientos o programas MIP, sin embargo si se obtuvieron niveles por debajo del 5% cuando se analizaron fechas específicas de evaluaciones en tratamientos donde se alternaron aplicaciones de fungicidas de contacto como oxiclóruo de cobre, mancozeb y *Bacillus subtilis* con fungicidas sistémicos como thiabendazole y azoxistrobin (ver en cuadro 14) los tratamientos T6, T8 y T9 los cuales proveyeron un buen control de esporas de antracnosis durante todas las fechas de evaluación (ver promedios de incidencia de *C. gloeosporioides* en figura 33).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 14. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	13 Febrero	24 Abril	20 Junio	14 Agosto	09 Octubre	Promedio
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	28.25ABC	17.5ABC	23BCDE	20AB	25AB	22.75 A
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	19.75AB	14.5ABC	6.25ABC	14.5A	12.75A	13.5 A
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	25.25ABC	12.5AB	20ABCDE	18.75A	12.25A	17.75 A
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	17A	20.75ABC	24CDEF	18.75A	17.75A	19.75 A
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	30ABC	31.25C	37.5EF	43.75BC	40.5BC	36.75 B
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	20AB	12AB	7.5ABCD	7A	7.5A	10.75 A
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	35.75BC	25.5ABC	25.5DEF	8.75A	14.5A	22 A
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	26.5ABC	8.75A	4.5AB	6.25A	5A	10 A
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	37C	9.75A	2A	4.5A	4.5A	11.5 A
T10	Testigo absoluto	---	22.75ABC	28.75BC	42.5F	46.5C	54.25C	39.25 B

Tukey: 5%

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 15. Análisis de varianza sobre la incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) para los meses de febrero, abril, junio, agosto, octubre y promedio anual de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	135.275	45.0916	0.9605	0.4255
Tratamientos	9	1616.225	179.5805	3.8254	0.003
Error	27	1267.475	46.9435		
Total	39	3018.975			FEBRERO

CV = 26.13%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	78.875	26.2916	0.4655	0.7087
Tratamientos	9	2348.625	260.9583	4.6206	0.0009*
Error	27	1524.875	56.4768		
Total	39	3952.375			ABRIL

CV = 41.46%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	282.675	94.225	1.5578	0.2225
Tratamientos	9	7088.225	787.5805	13.0212	0.0001*
Error	27	1633.075	60.4842		
Total	39	9003.975			JUNIO

CV = 40.75%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	347.875	115.9583	1.1389	0.351
Tratamientos	9	8047.625	894.1805	8.7828	0.0004*
Error	27	2748.875	101.8101		
Total	39	11144.375			AGOSTO

CV = 53.46%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	34.999	11.6666	0.1346	0.9385
Tratamientos	9	9536.6	1059.622	12.2264	0.0001*
Error	27	2340	86.666		
Total	39	11911.6			OCTUBRE

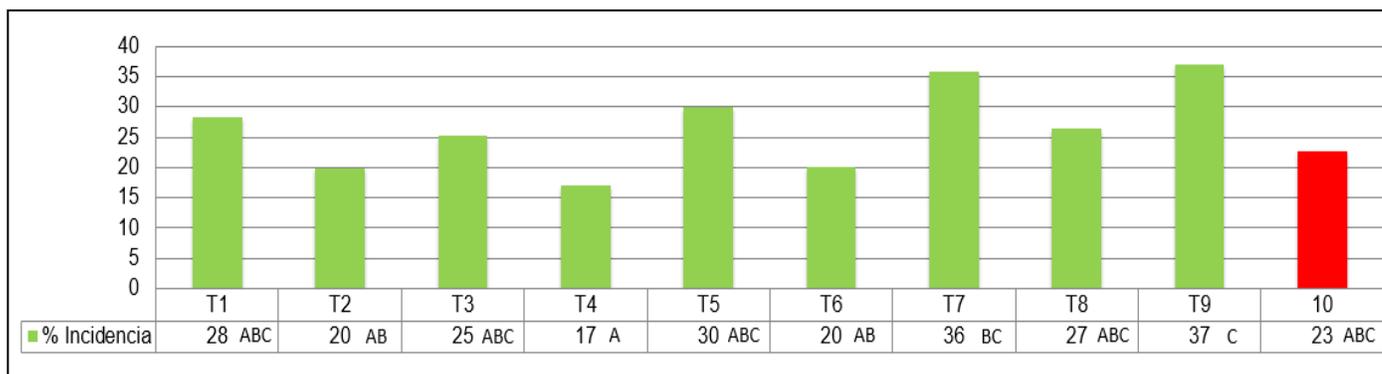
CV = 47.99%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	13.8	4.6	0.159	0.922
Tratamientos	9	3865.1	429.455	14.852	0.0002*
Error	27	780.7	28.914		
Total	39	4659.6			PROMEDIO ANUAL

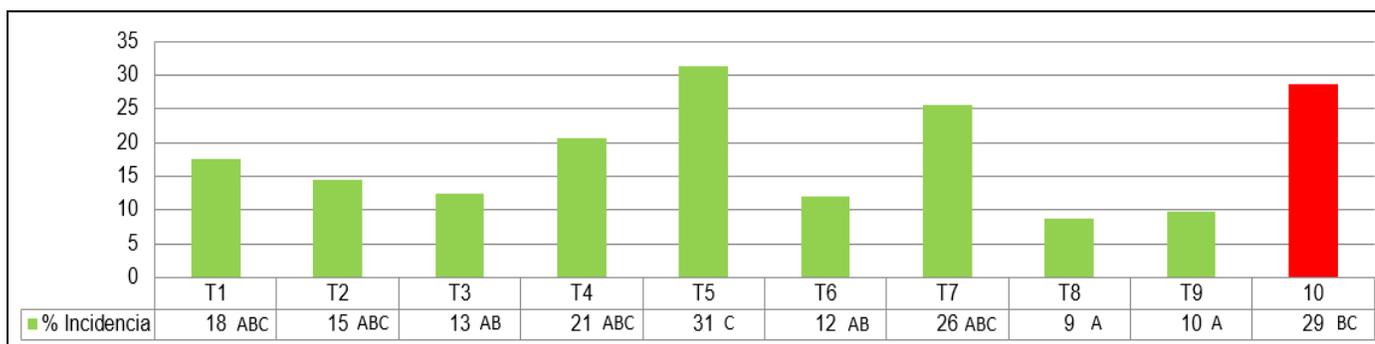
CV = 26.36%, *Diferencias Altamente Significativas

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

FEBRERO



ABRIL



JUNIO

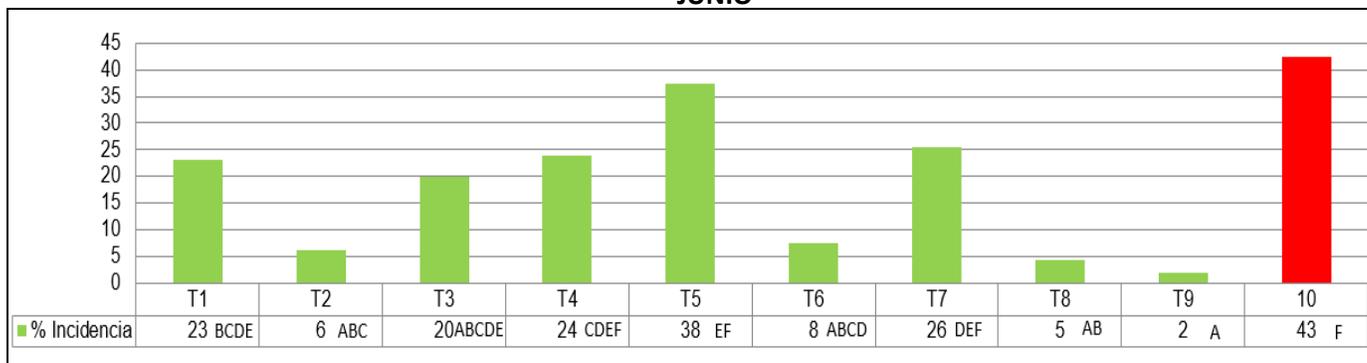
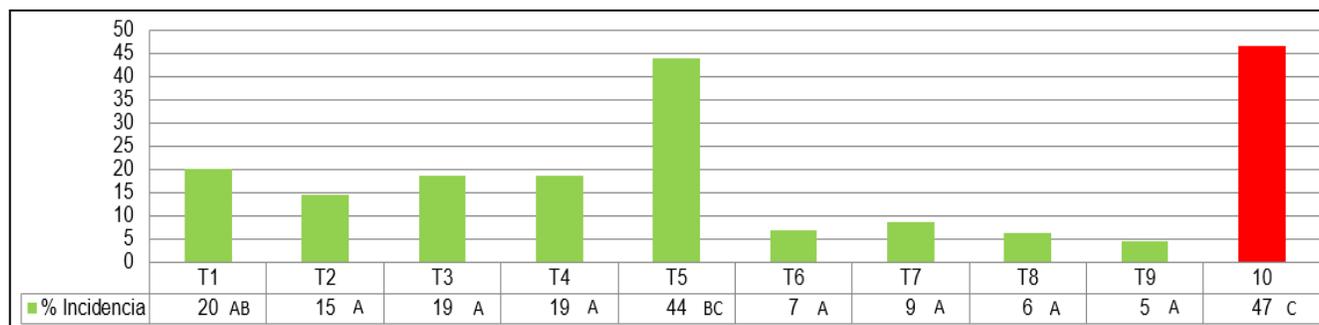


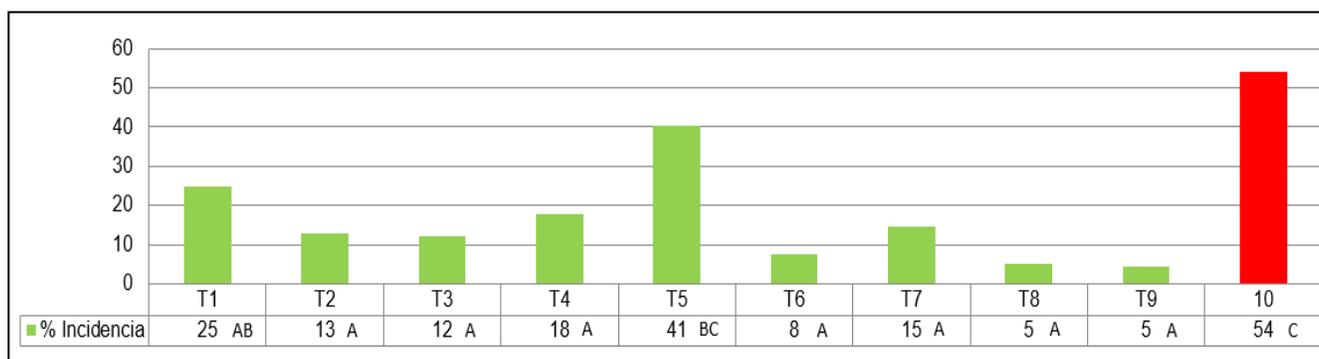
Figura 33. Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados meses de Febrero, Abril y Junio 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

AGOSTO



OCTUBRE



PROMEDIO

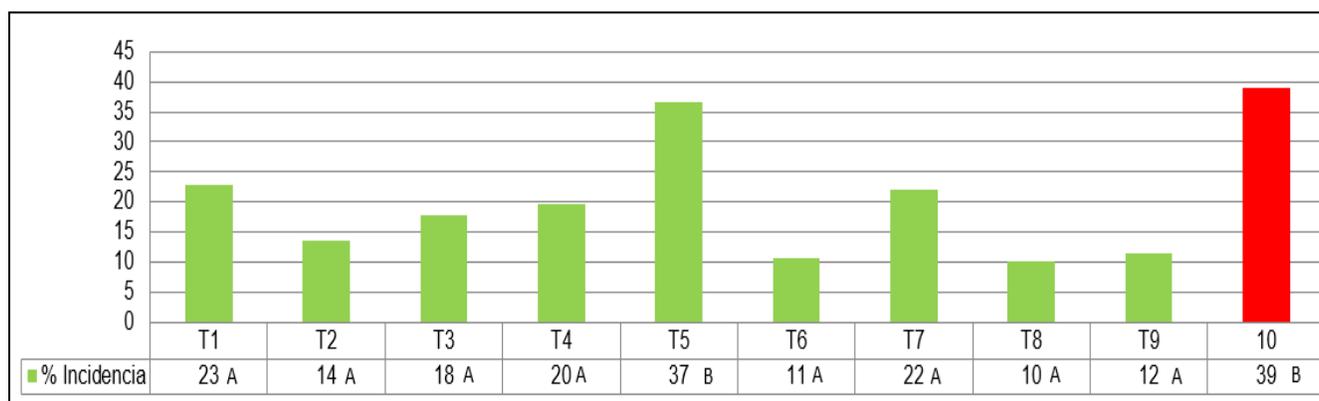


Figura 33 (Cont.). Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados meses de Agosto, Octubre y promedio anual 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Las figuras 34 y 35 presentan la precipitación pluvial, temperaturas promedio y los porcentajes de humedad relativa medidos por la estación meteorológica instalada en finca Rincón Paraíso. Los porcentajes de humedad relativa, temperatura y precipitación inciden directamente en el desarrollo de enfermedades fungosas en cultivos perennes como el aguacate Hass. Los parámetros ambientales de la finca Rincón Paraíso son extremadamente conductivos para el desarrollo de enfermedades como la antracnosis. Períodos con altas precipitaciones seguidos por períodos de temperaturas altas durante el día producen condiciones ideales para los procesos de infección de hongos policíclicos como *C. gloeosporioides* completando ciclos de producción de esporas en menos de 48 horas, las cuales vuelven a infectar tejidos produciendo niveles de inóculo como los observados en el testigo sin aplicación T10.

Uno de los objetivos de este trabajo es lograr detectar periodos críticos de desarrollo de frutos o fenología del cultivo con el ataque de hongos fitopatógenos en aguacate Hass y su relación con parámetros ambientales como precipitación, temperatura y humedad relativa bajo condiciones de producción locales en áreas de producción de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Por el momento los datos de los diferentes programas MIP evaluados en finca Rincón Paraíso que relacionan los niveles de inóculo en este caso de *C. gloeosporioides* causante de la antracnosis con la aplicación de programas fungicidas solo de contacto y programas fungicidas que alternan contacto con sistémicos indican que los segundos son mucho más eficientes. Datos obtenidos durante un sólo ciclo o año de cultivo de aguacate Hass que es un cultivo perenne, no son concluyentes sin embargo proporcionan una guía práctica para los productores ya que los datos fueron generados en condiciones locales de producción.

Otro aspecto importante en el control de enfermedades causadas por hongos policíclicos como *C. gloeosporioides* es relacionarlo con la fenología del aguacate Hass bajo las condiciones de producción en Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Este hongo, tiene la capacidad de afectar hojas, tallos, flores y frutos de aguacate por lo que puede potencialmente infectar durante todo el año. Por su parte el aguacate Hass tiene varios ciclos de floraciones por lo que generalmente hay frutos presentes en los árboles durante la mayor parte del ciclo anual de cultivo. Se propone para investigaciones futuras el manejo de podas del cultivo para inducir a los árboles de aguacate Hass a producir en épocas determinadas que coincidan con mejores precios de la fruta. Se considera que para poder hacer recomendaciones concluyentes para el manejo integrado de plagas y enfermedades se necesitan al menos 2 a 3 años de datos de campo.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

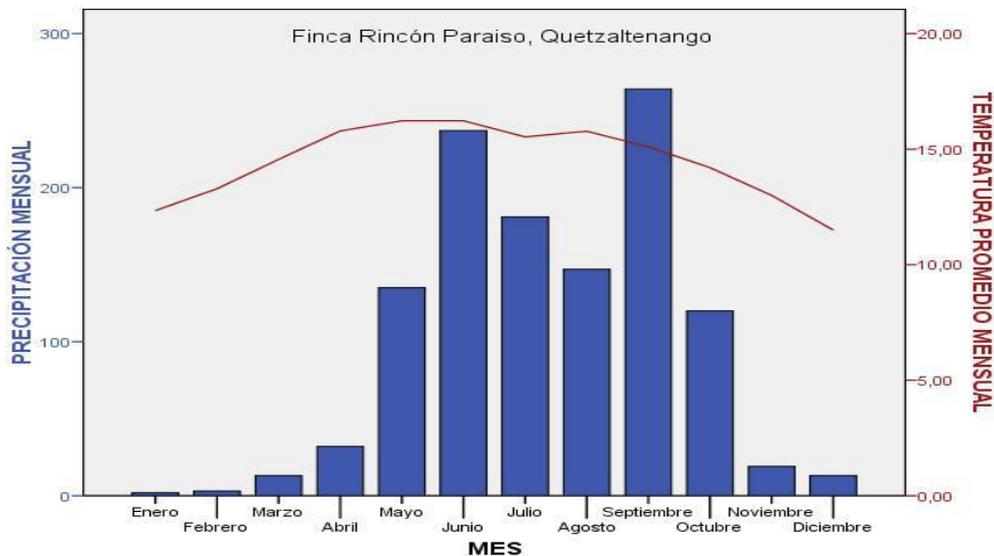


Figura 34. Niveles de precipitación pluvial y temperaturas promedio mensuales año 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Precipitación anual 1,167 mm, Temperatura promedio anual 13.6°C.

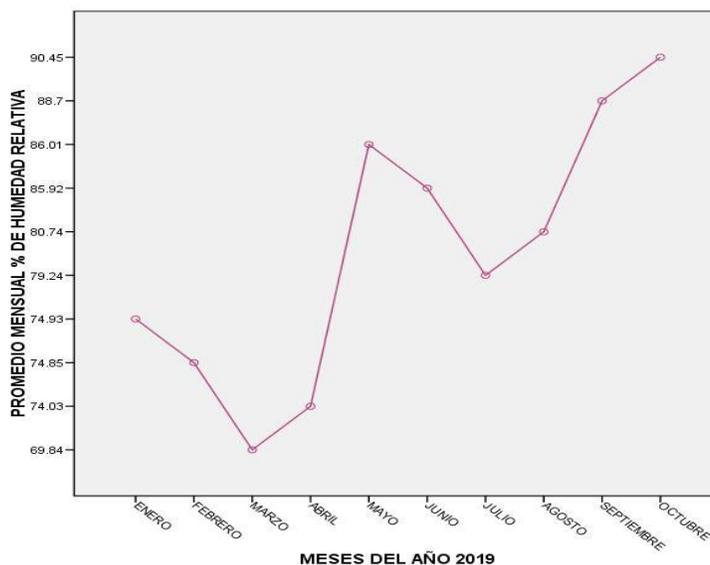


Figura 35. Porcentajes de Humedad relativa promedio mensuales año 2019. Finca Rincón Paraíso, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINCA EL SILENCIO, QUETZALTENANGO

Todos los datos de detección, aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos están basados en análisis de las muestras colectadas de los diferentes tratamientos de programas MIP evaluados en las 4 localidades seleccionadas (cuadro 10). Se colectaron muestras de hojas, tallos, frutos y flores de árboles de aguacate Hass y se identificaron los hongos fitopatógenos presentes para evaluar la influencia de los programas MIP en presencia o no presencia de estos microorganismos. El cuadro 16 presenta los resultados del análisis de muestras provenientes de la finca El Silencio correspondientes a la fecha de aplicación del 06/Junio/2019 en total se generaron datos mensuales de identificaciones de las diez fechas de aplicaciones de programas MIP las cuales se relacionaron con la incidencia de hongos fitopatógenos en campo.

Cuadro 16. Reporte de análisis de Fitopatología generado por laboratorio Agroexpertos de muestras aguacate Hass colectadas de los diferentes tratamientos ensayo programas MIP Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Fecha de colecta 06/Junio/2019, fecha de reporte 25/junio/2019.

No. Muestra	Análisis de micología muestras aguacate Hass			
	Hoja	Tallo	Fruto	Flor
T1	<i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	No crecimiento	-
T2	<i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T3	<i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>
T4	<i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T5	<i>Alternaria sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	-
T6	<i>Alternaria sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T7	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>
T8	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	-
T9	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>
T10	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 36 presenta el total de hongos fitopatógenos identificados en muestras de aguacate Hass colectadas de la finca El Silencio durante 2019. En total se identificaron 7 hongos fitopatógenos siendo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis, el más comúnmente aislado con un 30% de detección seguido por *Fusarium* sp, *Phoma* sp, *Pestalotia* sp y *Cladosporium* sp con 23%, 23%, 8% y 7% de detección. *Alternaria* sp, y *Diplodia* sp tuvieron porcentajes de detección del 5% y 3% respectivamente.

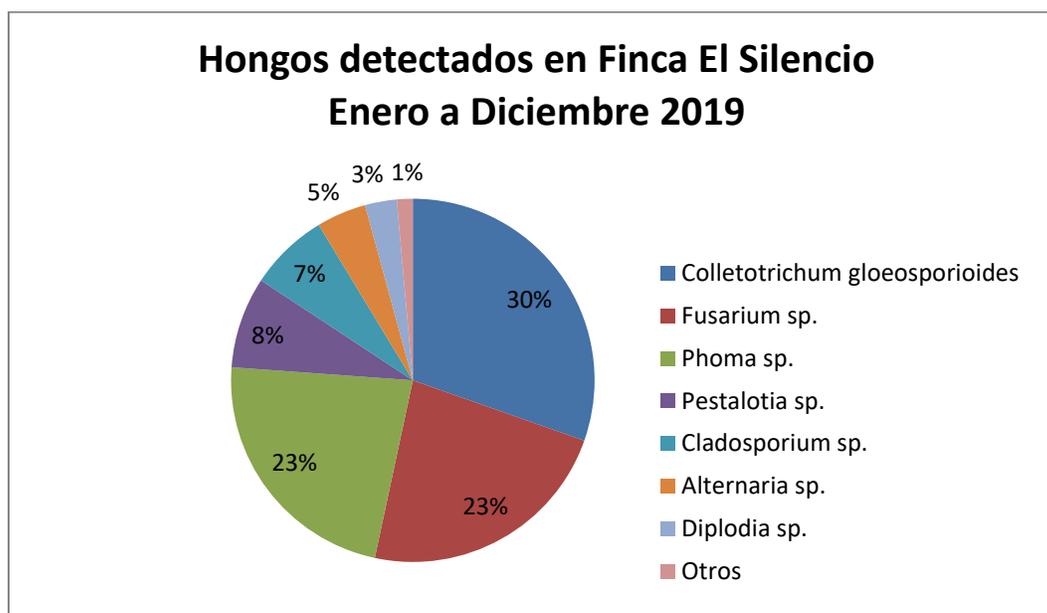


Figura 36. Porcentaje de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

La figura 37 muestra el porcentaje de detección de hongos fitopatógenos y su localización en árboles de aguacate Hass sometidos a los diferentes programas MIP, los mayores porcentajes de detección se dieron en hojas y tallos con 33% y 31% respectivamente, porcentajes menores del 20% se obtuvieron en flores y frutos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

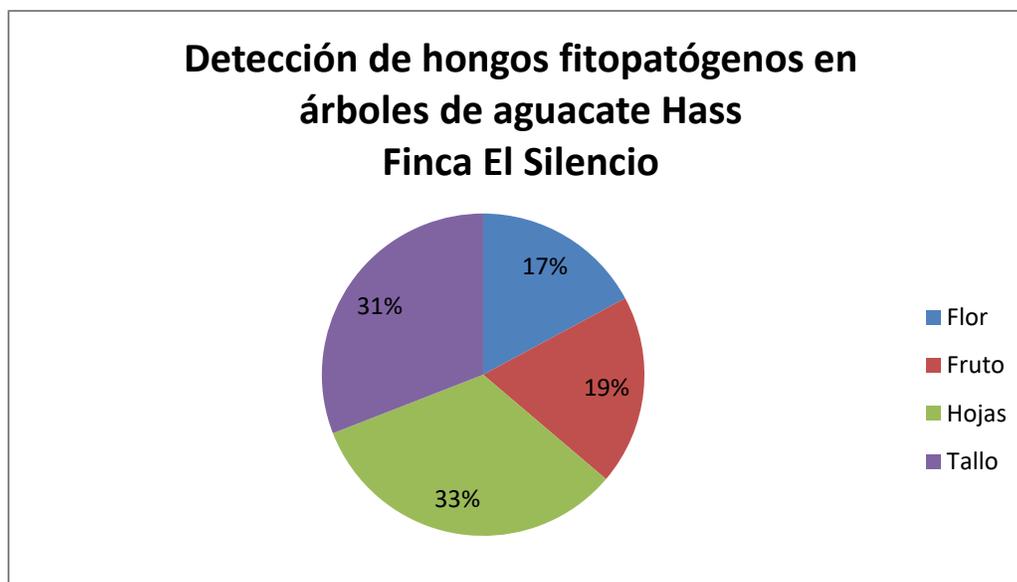


Figura 37. Porcentajes de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Basado en los datos anteriores se decidió concentrar los estudios de campo en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis o viruela del fruto de aguacate. Además, *C. gloeosporioides* es considerado el hongo potencialmente más dañino debido a que ocasiona pérdidas en producciones de aguacate tanto en campo como en post-cosecha. La figura 38, muestra un comportamiento de detección de *C. gloeosporioides* mayormente localizado en hojas y frutos que en tallos y flores con porcentajes de 33%, 29%, 26% y 12% respectivamente.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 38. Porcentajes de detección de *Colletotrichum gloeosporioides* y su localización en árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca El Silencio, Quetzaltenango.

Las figuras 29, 30 y 31 presentadas en la sección de finca Rincón Paraíso muestran los trabajos estándar de manejo de muestras en el laboratorio Agroexpertos en todas las fincas seleccionadas. Las muestras fueron colocadas en cámaras húmedas y en cajas de Petri con medios de cultivo para aislamiento de hongos fitopatógenos. Los fitopatógenos aislados fueron colocados en microscopios e identificados a nivel de género con el uso de claves micológicas específicas basadas en tipos de micelio y conidias presentes. En el caso de nematodos fitoparásitos la metodología utilizada para su extracción fue tamizado de Cobb y centrifugación con azúcar.

Se detectaron los siguientes géneros de nemátodos fitoparásitos: *Helicotylenchus* sp. (nemátodo de espiral) semi-endoparásito, *Meloidogyne* sp, (nemátodo nodulador) endoparásito sedentario, *Criconemoides* sp./*Hemicriconemoides* (nemátodos anillados) ectoparásitos, *Paratylenchus* sp. (nemátodo de alfiler) ectoparásito y *Trichodorus* sp (nemátodo raíz escoba de bruja) ectoparásito. Los porcentajes de detección en muestras de suelo fueron de 59%, 23%, 4%, 4%, 5% y 5% respectivamente, con poblaciones promedio consideradas bajas con rangos de 25 a 13 nemátodos por 100 cc de suelo (fig. 39).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

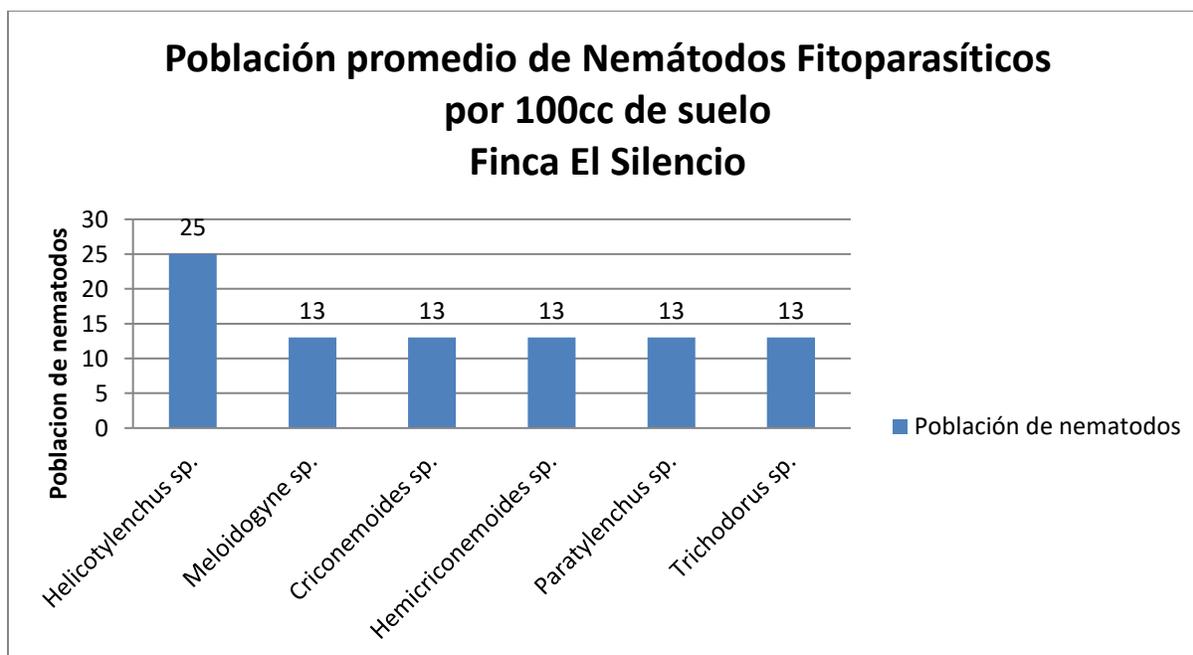
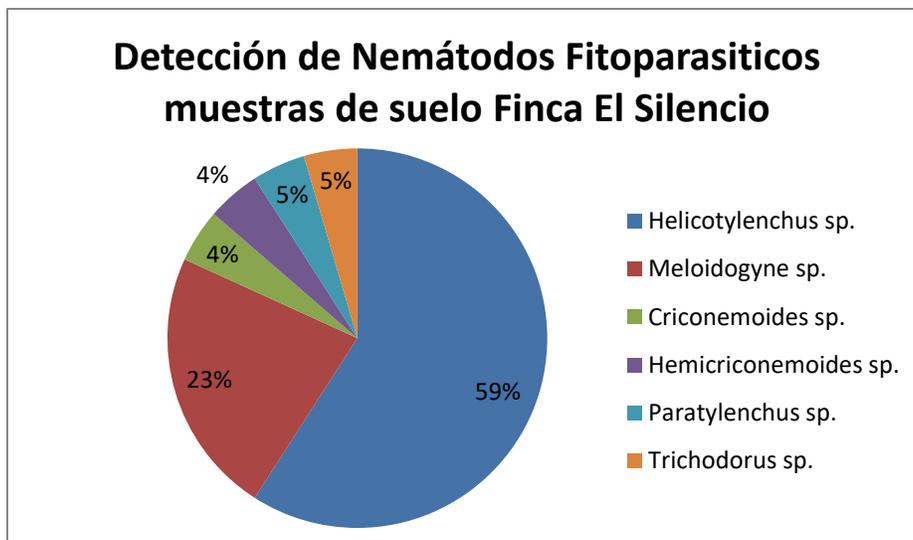


Figura 39. Porcentajes de detección y poblaciones promedio de géneros de Nemátodos Fitoparasíticos de muestras suelo ensayo programas MIP Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Los cuadros 17 y 18 muestran los análisis de prueba de medias y varianza para 5 fechas de aplicaciones de los tratamientos programas MIP además del promedio anual de incidencia o detección del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis en frutos de aguacate Hass. Se seleccionó este hongo debido a su importancia y potencial daño a frutos tanto en campo como en la fase de post-cosecha, también fue el hongo con más alto porcentaje de detección en las muestras flor, fruto, hojas y tallos analizadas en todas la fincas incluidas en este estudio.

Tanto los análisis de prueba de medias como de varianza mostraron diferencias altamente significativas de presencia de *C. gloeosporioides*. La detección o no detección del hongo *C. gloeosporioides* en muestras analizadas de flor, fruto, hojas y tallos de aguacate Hass fueron utilizadas como medida de eficacia de control bajo la influencia de los tratamientos programas MIP aplicados en campo.

La incidencia inicial o base de *C. gloeosporioides* en los tratamientos en finca medida para la fecha 14 de febrero tuvo un promedio de 21% en finca El Silencio variando desde un 14% en el T8 hasta un 29% en el T5. En general todos los tratamientos de programas MIP aplicados sólo con fungicidas de contacto o fungicidas de contacto alternados con fungicidas sistémicos mantuvieron incidencias menores de *C. gloeosporioides* a las obtenidas en el testigo absoluto T10 (sin aplicación de fungicidas) (Cuadro 17 y figura 40). Los porcentajes de incidencia de *C. gloeosporioides* bajo la influencia de los tratamientos MIP T3, T6, T8 y T9 se mantuvieron con promedios menores o iguales al 10% para los meses de abril, junio, agosto y octubre con diferencias altamente significativas con respecto a la incidencia del testigo absoluto que presentó porcentajes de incidencia que variaron desde un 21% en febrero a un 48% en octubre. El tratamiento T4 mostró porcentajes de incidencia menores al 15% en algunas de las fechas de aplicación (cuadro 17 y figura 40). Lo tratamientos T1, T2, T5 y T7 presentaron porcentajes de incidencia de *C. gloeosporioides* iguales o mayores al 20%.

La importancia de mantener niveles bajos de inóculo sobre todo de hongos fitopatógenos como *C. gloeosporioides* es que tiene un efecto directo en la disminución de infecciones tempranas en frutos. Frutos de aguacate con menor infección temprana por antracnosis aumentarán la calidad disminuyendo pérdidas post-cosecha por pudriciones causadas por este hongo. Desde el punto de vista epidemiológico los niveles de inóculo de *C. gloeosporioides* se encontraron presentes durante todo el año en niveles altos que variaron desde un 21% en febrero hasta un 48% en octubre en árboles del tratamiento T10 (testigo sin aplicación) en finca El Silencio. Lo ideal es mantener niveles de incidencia o severidad con promedios por abajo de un 5% durante todo el ciclo de cultivo. Promedios anuales menores al 10% se lograron con los tratamientos MIP T6, T8, T9 e incluso el T3. Todos estos tratamientos coinciden en la alternación de aplicaciones de fungicidas de contacto como hidróxido de cobre, mancozeb y *Bacillus subtilis* con fungicidas sistémicos como thiabendazole y azoxistrobin ver en cuadro 14 los tratamientos T3, T6, T8 y T9 los cuales proveyeron un buen control de esporas de antracnosis durante todas las fechas de evaluación (ver promedios de incidencia de *C. gloeosporioides*

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

en figura 40). Es importante señalar la importancia de utilizar alternación de fungicidas con distintos modos de acción para el control de hongos fitopatógenos en la protección de cultivos perennes como el aguacate Hass. El objetivo de incluir programas donde solo se utilizan aplicaciones de protectantes está basada en que difícilmente hongos policíclicos como *C. gloeosporioides* pueden desarrollar resistencia contra estas moléculas como cobres y mancozeb sobre todo aplicados en la época seca o verano octubre a mayo. Estas moléculas actúan de forma multisitio, afectando muchos puntos del metabolismo de los hongos por lo que a pesar de tener muchas generaciones en períodos cortos de tiempo como *C. gloeosporioides* no son capaces de mutar o desarrollar resistencia (ver cuadro 11). Desde el punto de vista biológico se incluyó aplicaciones de la bacteria *Bacillus subtilis* la cual actúa como protectante foliar con propiedades fungicidas y bactericidas y también con acción multisitio. Los tratamientos donde se utilizó *B. subtilis* como el T3 mantuvieron niveles bajos de incidencia de *C. colletotrichum*. El uso de *B. subtilis* como protectante ha venido en aumento en otros cultivos y es una buena opción para incluirla en programas MIP para control preventivo de hongos y bacterias foliares, pero a su vez, *B. subtilis* también puede aplicarse a las raíces de cultivos para protección contra hongos y nematodos de suelo. Se recomiendan aplicaciones de *B. subtilis* en combinación con el hongo trichoderma a plantas de almácigo para la colonización del sistema radicular previo a la siembra definitiva.

Las aplicaciones de fungicidas de contacto o protectantes deben de alternarse con fungicidas sistémicos sobre todo en la época de lluvias mayo a octubre. Los fungicidas sistémicos tienen la característica que son absorbidos por los tejidos vegetales donde son aplicados y tienen sistemia (movimiento dentro de la planta) acropétala, se mueven a través del Xilema hacia meristemas y puntos de crecimiento de la planta. Deben ser aplicados siempre con mentalidad preventiva en acuerdo a monitoreos periódicos basados en presencia de fitopatógenos y la medición de parámetros ambientales como temperatura, precipitación y humedad relativa. Una característica importante de los fungicidas sistémicos es que afectan a los hongos en un solo punto de su metabolismo o de forma unisitio aumentando la probabilidad de desarrollo de resistencia en hongos como *C. gloeosporioides*. Por lo anterior, deben ser siempre aplicados en alternancia con otros fungicidas sistémicos y de contacto. Los tratamientos T3, T6, T8 y T9 mostraron alta eficacia para el control de *C. gloeosporioides* durante el ciclo de cultivo 2019 manteniendo niveles de incidencia promedios iguales o menores al 10%.

Otro objetivo del trabajo de programas MIP en aguacate Hass es relacionar parámetros ambientales con el desarrollo de hongos como *C. gloeosporioides* con datos locales. Todavía es muy temprano para determinar estas relaciones ya que se necesitan al menos 2 a 3 años de datos continuos para obtener soluciones concluyentes para recomendarlas a los agricultores locales. Sin embargo, podemos sugerir que los programas seleccionados fueron eficientes para mantener niveles de incidencia o presencia bajos de *C. gloeosporioides* en las fincas de aguacate Hass donde se establecieron los ensayos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 17. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	14 Febrero	24 Abril	06 Junio	01 Agosto	23 Octubre	Promedio
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	18A	15.5AB	18.25BC	22.5AB	26.75B	20CD
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	23A	17AB	15ABC	18.25AB	20AB	18.5BCD
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	18.5A	13AB	8.5AB	6.25AB	6A	10.5ABC
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	14.5A	15.5AB	16.25ABC	13.75AB	10AB	14ABCD
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	28.5A	21.25AB	23.75CD	23.75B	19.25AB	23.5D
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	21.25A	10AB	5.75AB	5A	5.25A	9.75AB
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	27A	19.5AB	15.5ABC	12AB	12AB	17.5BCD
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	13.5A	10AB	7AB	9.5AB	5.5A	9AB
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	19.25A	5.75A	3A	5A	4A	7.5A
T10	Testigo absoluto	---	21.25A	25B	37.5D	45C	48.25C	35.5E

Tukey: 5%

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 18. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	437.275	145.7583	1.5512	0.2241
Tratamientos	9	841.7249	93.5249	0.9953	0.4668NS
Error	27	2536.975	93.962		
Total	39	3815.975			FEBRERO

CV = 47.34%, NS= No Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	125.3	41.7666	0.9356	0.437
Tratamientos	9	1211	134.5555	3.0144	0.0126**
Error	27	1205.2	44.637		
Total	39	2541.5			ABRIL

CV = 43.81%, **Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	17.6999	5.9	0.1658	0.9184
Tratamientos	9	3723.9	413.766	11.6335	0.0003*
Error	27	960.299	35.5666		
Total	39	4701.9			JUNIO

CV = 39.63%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	71.8	23.9333	0.4128	0.7451
Tratamientos	9	5394.6	599.4	10.3397	0.0001*
Error	27	1565.2	57.9703		
Total	39	7031.6			AGOSTO

CV = 47.29%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	36.2	12.066	0.2256	0.8777
Tratamientos	9	6812.4	756.9333	14.1551	0.0004*
Error	27	1443.7999	53.474		
Total	39	8292.4			OCTUBRE

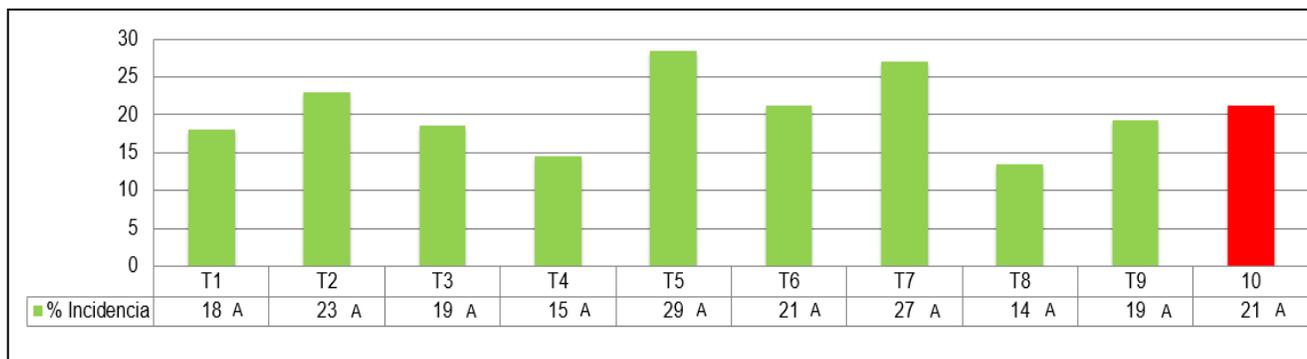
CV = 46.58%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	50.675	16.891	1.085	0.3719125
Tratamientos	9	2609.025	289.891	18.632	0.0002*
Error	27	420.075	15.558		
Total	39	3079.775			PROMEDIO

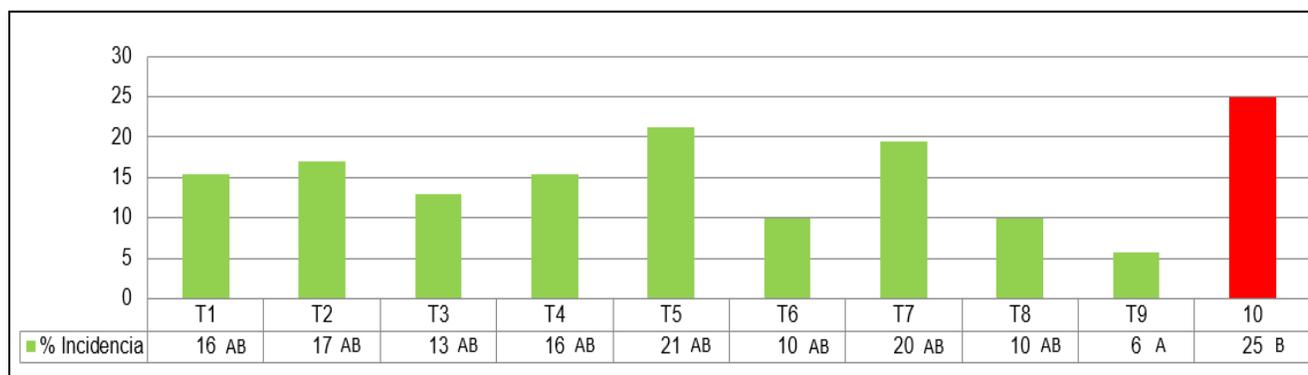
CV = 23.80%, *Diferencias Altamente Significativas

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

FEBRERO



ABRIL



JUNIO

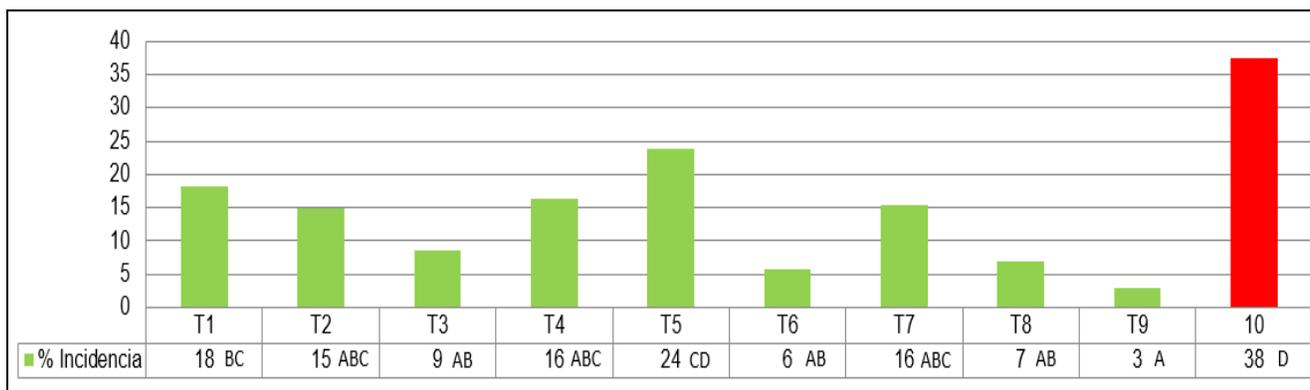
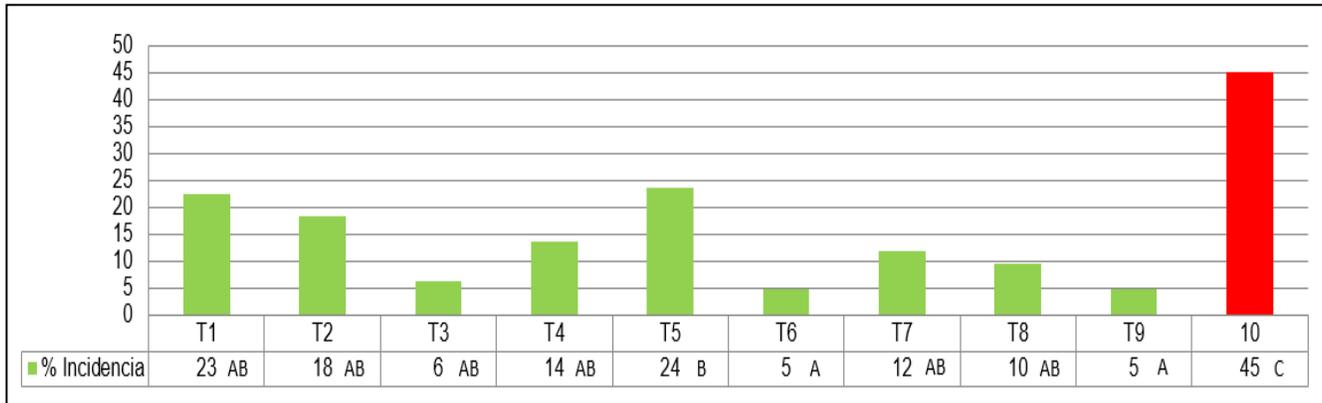


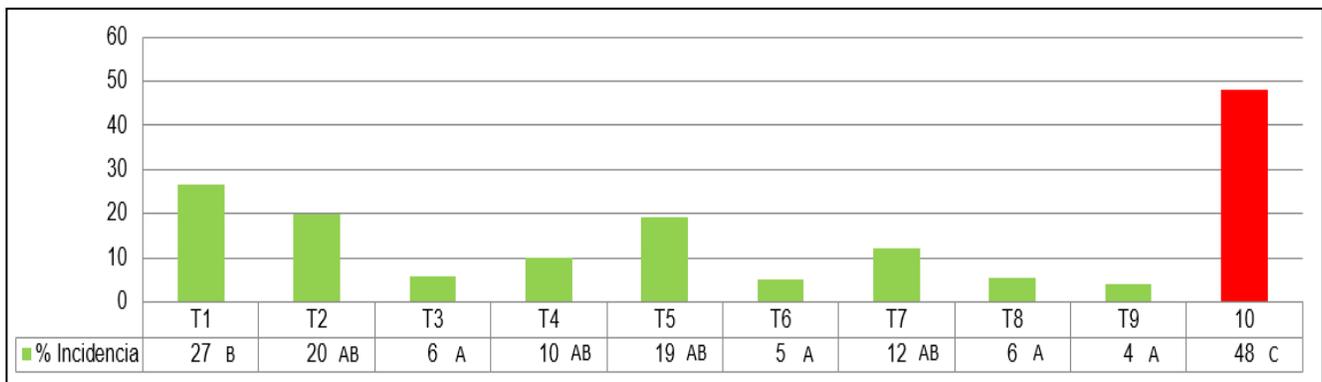
Figura 40. Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

AGOSTO



OCTUBRE



PROMEDIO

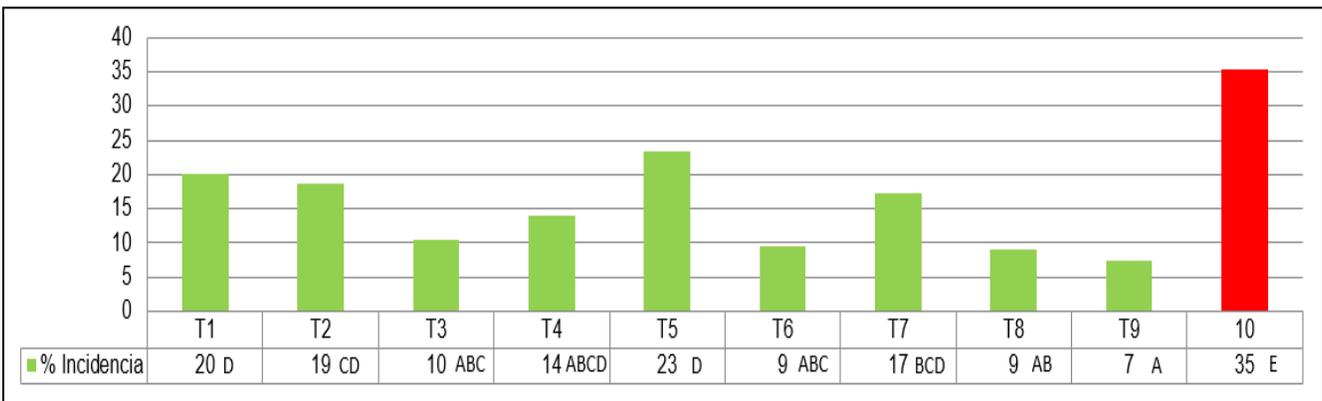


Figura 40 (Cont.). Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

En noviembre de 2019 se procedió a medir el efecto de los tratamientos programas MIP en los porcentajes de severidad por *C. gloeosporioides* (antracnosis) y daño/incidencia de trips/roña en frutos de aguacate Hass en fincas El Silencio (Quetzaltenango) y Los Cipreses (San Marcos). La metodología para la medición de estos parámetros fue el conteo de 50 aguacates Hass localizados en el tercio medio de los árboles centrales de los tratamientos MIP. Para la medición de porcentaje de severidad de *C. gloeosporioides* se utilizó una escala visual práctica desarrollada en México por SAGARPA-APEAM, para la medición de daño/incidencia por trips/roña se usó como parámetro la presencia o no presencia de frutos con daño (figura 41).

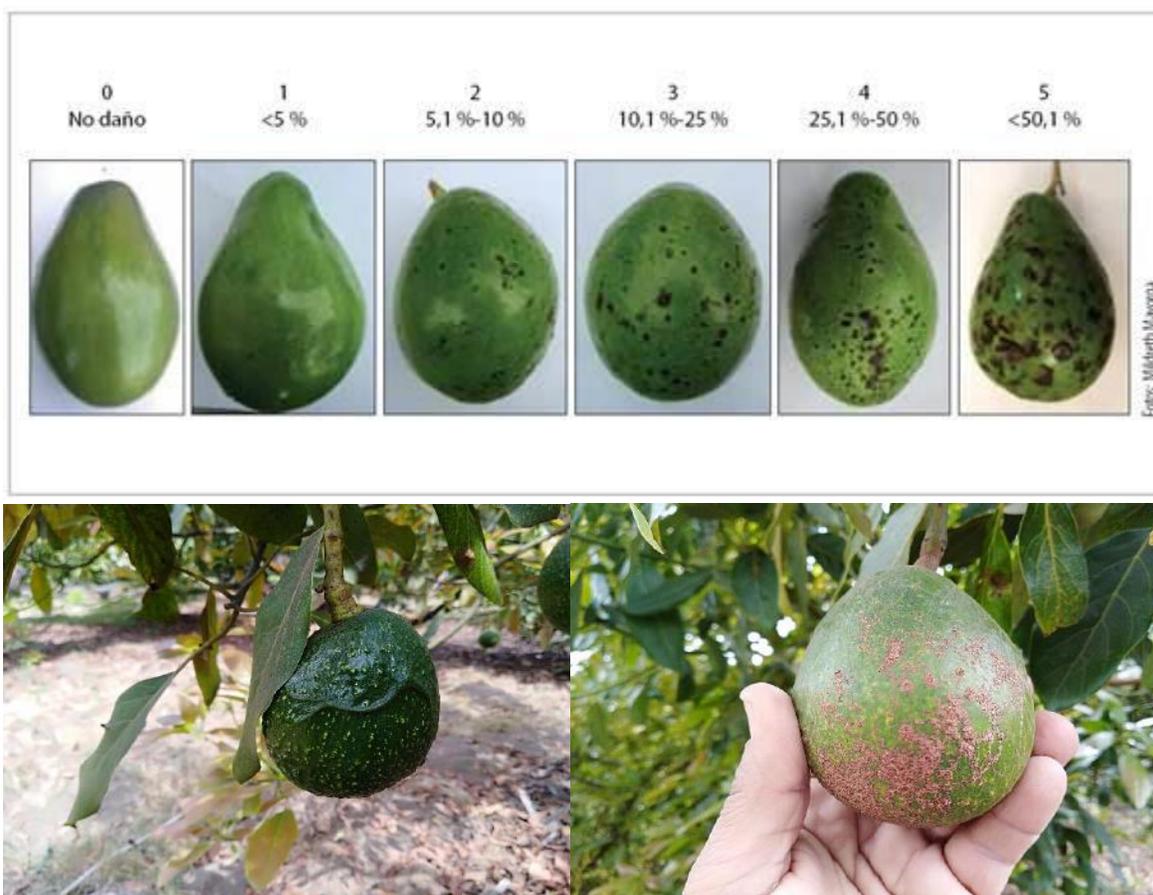


Figura 41. Escala (parte superior) para la medición de porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) y presencia o no presencia de daño de trips/roña en frutos de aguacate Hass en tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Porcentaje de severidad *C. gloeosporioides*:

Los cuadros 19 y 20 muestran los análisis de prueba de medias y de varianza para la medición del efecto en la severidad de *C. gloeosporioides* en frutos de aguacate Hass provenientes de los diferentes programas MIP establecidos en finca El Silencio. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos MIP destacando T9, T8 y T6 con porcentajes de severidad en frutos de 1.75%, 2.25% y 3.5% respectivamente todos menores al 5%. Los tratamientos T2 y T3 mostraron porcentajes relativamente bajos de severidad en frutos de 5.5% y 6%, mientras en los tratamientos restantes se obtuvieron porcentajes de severidad iguales o mayores al 10% (ver figura 41).

La excelente protección a frutos de aguacate contra antracnosis observada en los tratamientos T9, T8, T6 y T3 se debe a la alternación de fungicidas protectantes con sistémicos como thiabendazole (benzimidazol) y azoxystrobin (estrobilurina) donde se combinó los dos modos de acción multisitio (protectantes) y unisitio (sistémicos) además de la protección externa e interna de los frutos. Cabe destacar el buen resultado obtenido con el T2 donde se utilizó cobre con *B. subtilis* para la protección de frutos. La protección de frutos de aguacate contra el daño provocado por *C. gloeosporioides* es un factor fundamental para elevar la calidad y productividad de este cultivo en condiciones de producción como las encontradas en el occidente de Guatemala.

La antracnosis no solo afecta frutos en condiciones de campo, sino también tiene un efecto muy grande en la fase de post-cosecha, porcentajes de severidad superiores al 5% en campo se correlacionan con pérdidas mucho mayores sobre todo durante el transporte y manipulación previos a la venta final de la fruta. Los resultados en este momento preliminares del efecto de los programas MIP evaluados sugieren la implementación de rigurosos programas de protección a frutos de aguacate Hass que alternen fungicidas de contacto y sistémicos.

Porcentaje de daño/incidencia de trips/roña:

Los cuadros 19 y 20 muestran los análisis de prueba de medias y de varianza para la medición del efecto de programas MIP en el daño en frutos de aguacate Hass provocados por trips/roña en finca El Silencio. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos MIP destacando T2 y T7 con porcentajes de daño en frutos de 3.5% y 4.7% respectivamente. Los tratamientos T3, T4, T5, T6, T8 y T9 mostraron porcentajes de daño entre un rango de 5% a 10% mientras que el tratamiento T1 obtuvo el porcentaje más alto con un 14% de daño. Todos los tratamientos MIP a excepción del T1 mostraron diferencias significativas con respecto al porcentaje de daño en frutos mostrado por el testigo sin aplicación (ver figura 41).

Entre las plagas de insectos más importantes que afectan al cultivo de aguacate Hass están los trips, insectos pequeños del orden tisanóptera que miden de 3 a 6 mm con sistema bucal raspador chupador y capaces de transmitir virus (tosporvirus). Los trips afectan principalmente a los frutos de aguacate causando malformaciones en la cáscara que disminuyen la calidad en el momento de la cosecha y venta, pero su mayor importancia es que son un factor fundamental en el proceso de infección de frutos por el hongo *Sphaceloma perseae* causante de la roña. *S. perseae* es un hongo ascomiceto que afecta también la calidad de los frutos de aguacate Hass causando lesiones corchosas sobre la superficie de frutos lo cual disminuye drásticamente la calidad y su precio de venta.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Los trips afectan principalmente a los frutos pequeños cuando se encuentra en la fase fenológica conocida como canica o frutos recién cuajados. Debido a su diminuto tamaño estos insectos son capaces de colocarse/escondese entre los sépalos y pétalos de las flores en los racimos florales lo que los hace difíciles de controlar tanto con estrategias químicas como biológicas. Uno de los aspectos importantes para el manejo de trips es el control de malezas dentro y a los alrededores de los huertos de aguacate Hass, sobre todo malezas con flores amarillas que funcionan como reservorios para estos insectos. La medición del daño de trips en aguacate Hass en finca El Silencio se utilizó como un parámetro indirecto para determinar la eficacia de los programas MIP en el control de estos insectos, además sirvió también para medir el efecto de *S. perseae* debido a la relación estrecha que existe entre daño de trips y roña. Se intentó hacer conteos de trips pero los datos fueron muy erráticos por lo que se decidió medir el efecto de los programas MIP a través de la medición del daño en frutos.

Los tratamientos con mayor eficacia para el control de trips en finca El Silencio fueron el T2 y el T7 ofreciendo dos estrategias completamente diferentes. En el caso de T2 se utilizó el insecticida sistémico fupyradifurone que es un ingrediente activo relativamente nuevo con doble sistemia y modo de acción diferente a otras moléculas químicas en el mercado (ver cuadro 11). La ventaja de aplicar insecticidas sistémicos es que debido a que penetran en el sistema conductor del árbol de aguacate su efecto es directo contra insectos chupadores o en este caso trips raspador/chupador. De esta forma se minimiza efecto contra fauna benéfica nativa y se puede alternar con liberación de depredadores como la chinche pirata del género *Orius* y que es un control biológico utilizado para el control de trips.

En el T7 se utilizó el insecticida biológico de contacto que consiste en una mezcla terpenoide o extracto botánico de la planta *Chenopodium ambrosioides* familia Chenopodiaceae comúnmente conocida como Apazote. Este extracto botánico se encuentra comercialmente disponible y su formulación es de alta calidad. El modo de acción de este producto es sobre la cutícula de los insectos por lo que son necesarias aplicaciones dirigidas al lugar donde se encuentran los insectos plaga en este caso trips. Se necesita más investigación sobre todo para determinar efectos contra otros insectos que no son plaga como polinizadores y depredadores. Sin embargo, su ventaja es que no deja residuos dentro de los frutos de aguacate y es completamente bio-degradable en el agroecosistema del aguacate.

Todos los demás tratamientos mostraron valores de daño por trips/roña menores a los obtenidos en el testigo sin aplicación. La mayoría de los tratamientos incluyeron piretroides sintéticos que son utilizados ampliamente en las zonas productoras de México incluyendo los estados de Michoacán y Jalisco que son los mayores exportadores de aguacate Hass para los Estados Unidos.

Se observó también un control adecuado de ácaros y trioza en los tratamientos bajo los programas MIP aplicados en las diferentes fincas, sin embargo nos enfocamos en la medición del daño por trips/roña debido a su efecto directo en la calidad de frutos de aguacate Hass. Es necesario continuar con estos estudios sobre todo la dinámica de poblaciones de plagas de insectos clave como trips ya que un año de datos no es suficiente para conclusiones definitivas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 19. Prueba de medias sobre el porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) y porcentaje de daño de trips/roña en frutos en el cultivo de aguacate Hass. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango, Noviembre 2019.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	% severidad Antracnosis frutos 19/nov/2019	% daño trips/Roña frutos 19/nov/2019
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	11.75CDE	14BC
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	5.5ABC	3.5A
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	6ABC	10.25AB
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	12.5CDE	5.75AB
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	15.25DE	6.75AB
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	3.5AB	9.5AB
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	10BCD	4.75AB
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	2.25A	9AB
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	1.75A	5.25AB
T10	Testigo absoluto	---	18.5E	21.5C

Escala de evaluación severidad por *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos:

1(1-5%), 2(6-10%), 3(11-15%), 4(16-20%), 5(21-100%)

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 20. Análisis de varianza del porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) causante de Antracnosis y porcentaje de daño Trips/Roña en muestras de frutos de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Noviembre 2019.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	143.4	47.8	5.0891	0.006
Tratamientos	9	1195.4	132.8222	14.1411	0.0004*
Error	27	253.6	9.3925		
Total	39	1592.4			ANTRACNOSIS

CV = 35.23%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	149.075	49.691	2.7854	0.0599
Tratamientos	9	1044.225	116.025	6.5037	0.00006*
Error	27	481.675	17.8398		
Total	39	1674.975			TRIPS/ROÑA

CV = 46.80%, *Diferencias Altamente Significativas

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

**PORCENTAJE DE SEVERIDAD EN FRUTOS AGUACATE HASS
ANTRACNOSIS(*Colletotrichum gloeosporioides*)**



PORCENTAJE DE DAÑO EN FRUTOS AGUACATE HASS TRIPS/ROÑA

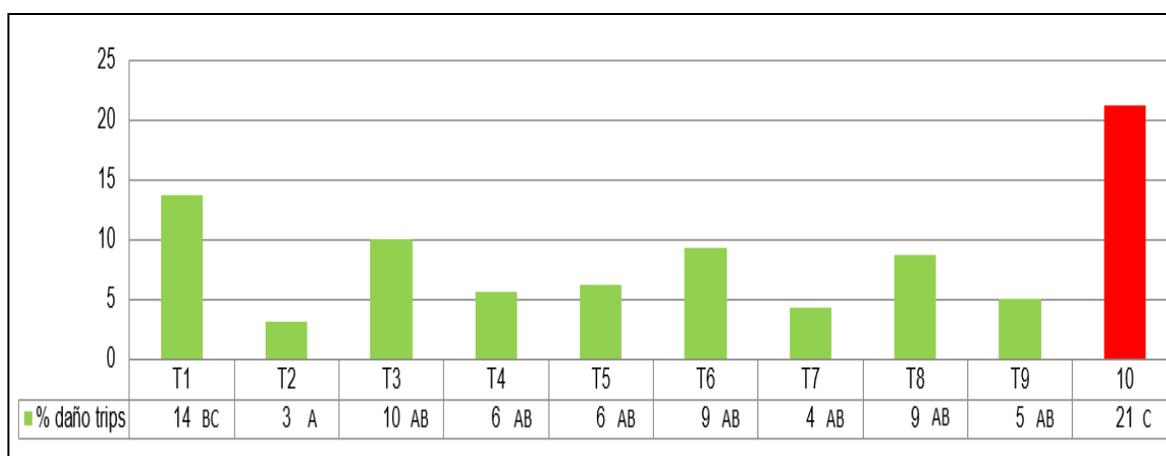


Figura 41. Porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) causante de Antracnosis y porcentaje de daño Trips/Roña en muestras de frutos de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Noviembre 2019.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 42 presenta la precipitación pluvial y temperaturas promedio mensuales en finca El Silencio. Los porcentajes de humedad relativa, temperatura y precipitación inciden directamente en el desarrollo de enfermedades fungosas en cultivos perennes como el aguacate Hass. Los parámetros ambientales de la finca El Silencio son extremadamente conduivos para para el desarrollo de enfermedades como la antracnosis. Períodos con altas precipitaciones seguidos por períodos de temperaturas altas durante el día producen condiciones ideales para los procesos de infección de hongos policíclicos como *C. gloeosporioides* completando ciclos de producción de esporas en menos de 48 horas, las cuales vuelven a infectar tejidos produciendo niveles de inóculo como los observados en el testigo sin aplicación o T10.

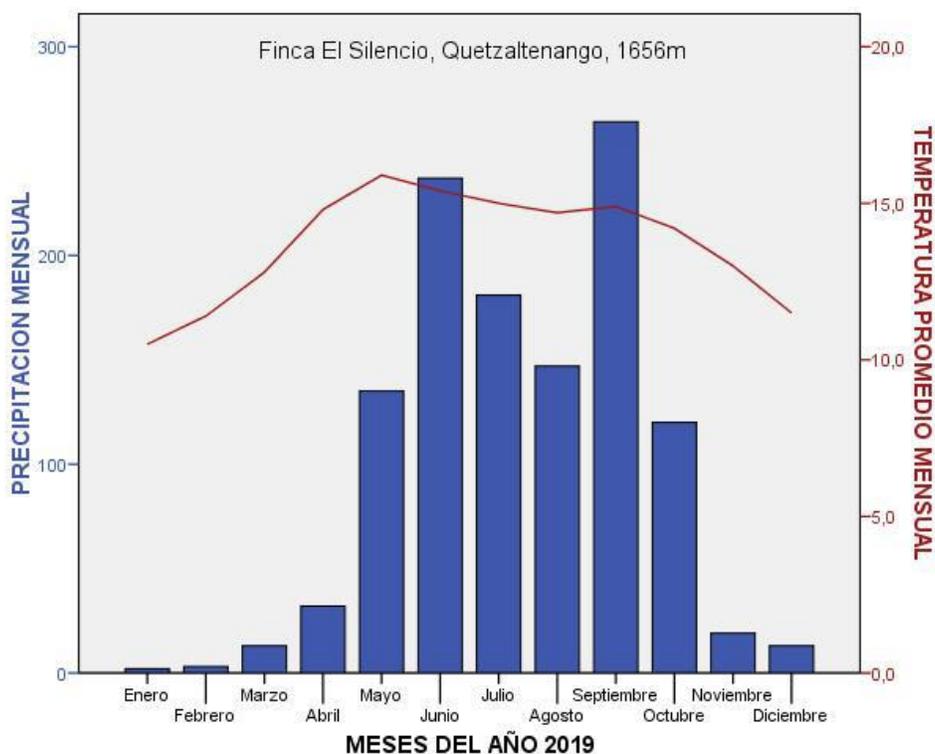


Figura 42. Niveles de precipitación pluvial y temperaturas promedio mensuales año 2019. Finca El Silencio, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. Precipitación anual 1,102 mm, Temperatura promedio anual 14.2°C.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINCA LOS CIPRESES, SAN MARCOS

Todos los datos de detección, aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos están basados en análisis de las muestras colectadas de los diferentes tratamientos de programas MIP evaluados en las 4 localidades seleccionadas (cuadro 12). Se colectaron muestras de hojas, tallos, frutos y flores de árboles de aguacate Hass y se identificaron los hongos fitopatógenos presentes para evaluar la influencia de los programas MIP en presencia o no presencia de estos microorganismos. El cuadro 21 presenta los resultados del análisis de muestras provenientes de la finca Los Cipreses correspondientes a la fecha de aplicación del 05/Junio/2019 en total se generaron datos mensuales de identificaciones en las diez fechas de aplicaciones de programas MIP las cuales se relacionaron con la incidencia de hongos fitopatógenos en campo.

Cuadro 21. Reporte de análisis de Fitopatología generado por laboratorio Agroexpertos de muestras aguacate Hass colectadas de los diferentes tratamientos ensayo programas MIP Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos. Fecha de colecta 05/Junio/2019, fecha de reporte 25/junio/2019.

No. Muestra	Análisis de micología muestras aguacate Hass			
	Hoja	Tallo	Fruto	Flor
T1	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-	-
T2	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T3	<i>Alternaria sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	-	-
T4	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	-	-
T5	<i>Phoma sp.</i>	Sin crecimiento	<i>Phoma sp.</i>	-
T6	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T7	<i>Alternaria sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T8	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	-	-
T9	<i>Alternaria sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
T10	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Pestalotia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	-

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 43 presenta el total de hongos fitopatógenos identificados en muestras de aguacate Hass colectadas de la finca Los Cipreses durante 2019. En total se identificaron 8 hongos fitopatógenos siendo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis, el más comúnmente aislado con un 25% de detección seguido por *Alternaria* sp, *Phoma* sp, *Fusarium* sp y *Diplodia* sp con 20%, 16%, 16% y 10% de detección. *Pestalotia* sp, *Cladosporium* sp y *Rhizoctonia* sp tuvieron porcentajes de detección en rango de 7% a 1%.

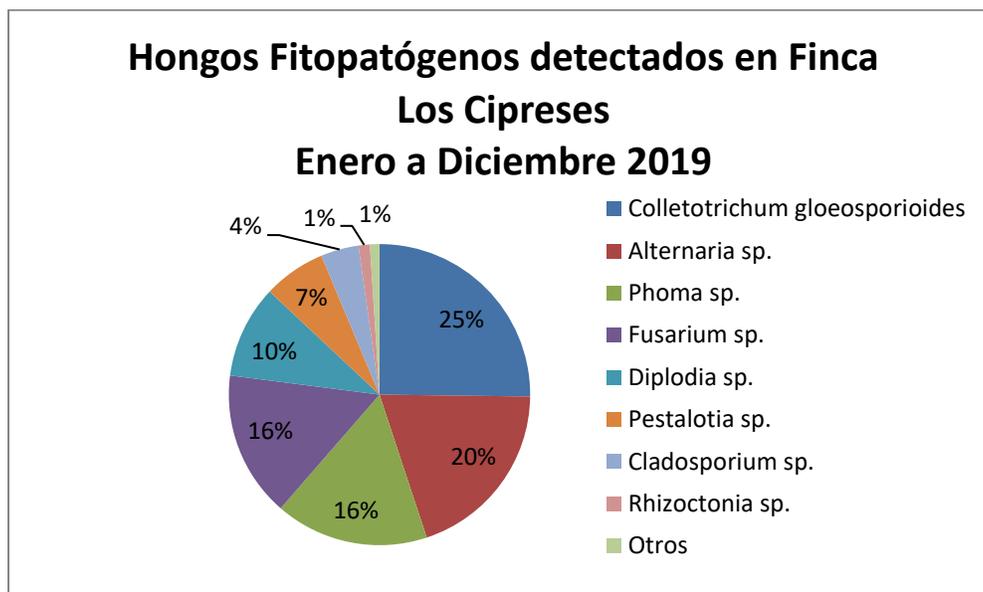


Figura 43. Porcentaje de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 44 muestra el porcentaje de detección de hongos fitopatógenos y su localización en árboles de aguacate Hass sometidos a los diferentes programas MIP, los mayores porcentajes de detección se dieron en hojas y tallos con 30% y 31% respectivamente. En frutos se detectó un 25% y en flores un 14%.

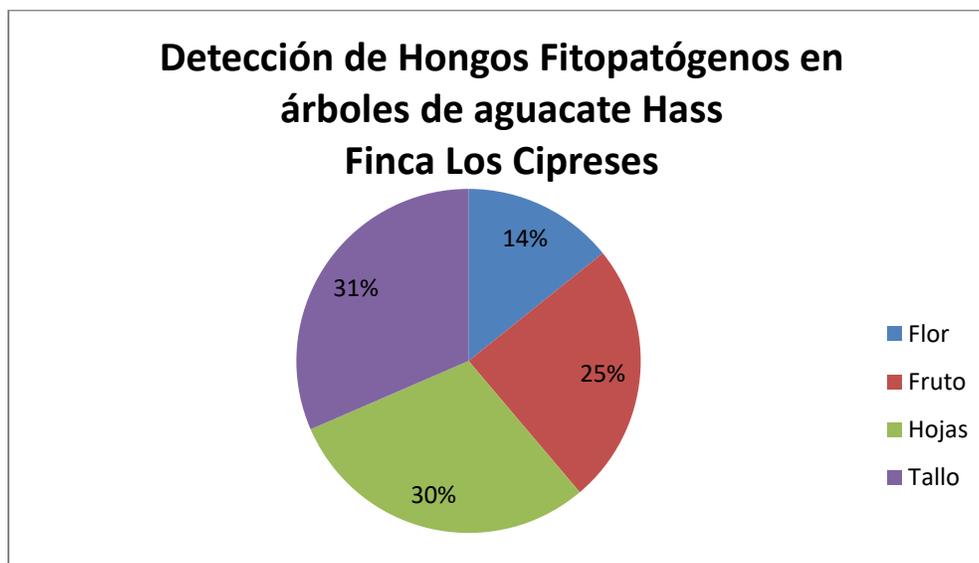


Figura 44. Porcentajes de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Basado en los datos anteriores se decidió concentrar los estudios de campo en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis o viruela del fruto de aguacate. Además, *C. gloeosporioides* en considerado el hongo potencialmente más dañino debido a que ocasiona pérdidas en producciones de aguacate tanto en campo como en post-cosecha. La figura 45, muestra un comportamiento de detección de *C. gloeosporioides* mayormente localizado en hojas y frutos que en tallos y flores con porcentajes de 34%, 31%, 23% y 12% respectivamente.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

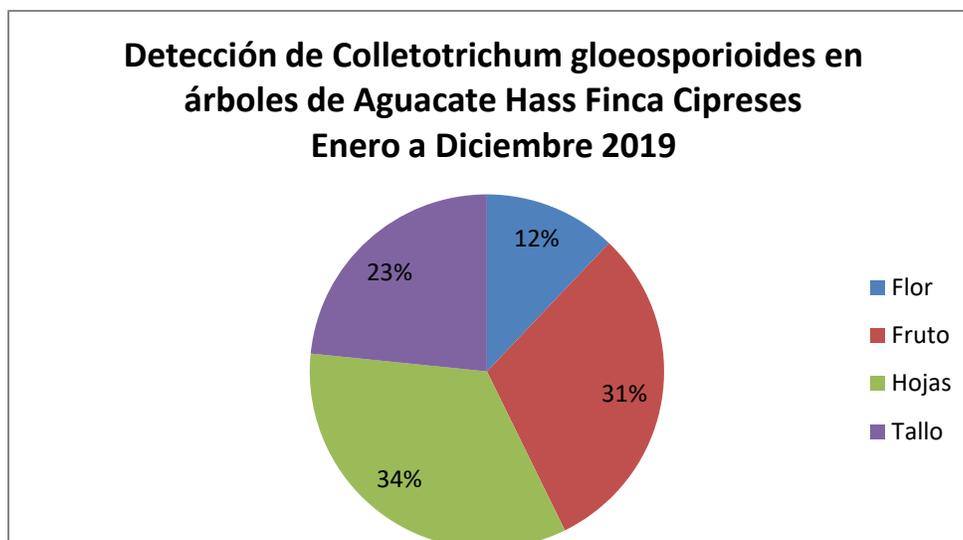


Figura 45. Porcentajes de detección de *Colletotrichum gloeosporioides* y su localización en árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Las figuras 29, 30 y 31 presentadas en la sección de finca Rincón Paraíso muestran los trabajos estándar de manejo de muestras en el laboratorio Agroexpertos en todas las fincas seleccionadas. Las muestras fueron colocadas en cámaras húmedas y en cajas de Petri con medios de cultivo para aislamiento de hongos fitopatógenos. Los fitopatógenos aislados fueron colocados en microscopios e identificados a nivel de género con el uso de claves micológicas específicas basadas en tipos de micelio y conidias/espores presentes. En el caso de nematodos fitoparasíticos la metodología utilizada para su extracción fue tamizado de Cobb y centrifugación con azúcar.

Se detectaron los siguientes géneros de nemátodos fitoparasíticos: *Meloidogyne* sp, (nemátodo nodulador) endoparásito sedentario, *Trichodorus* sp (nemátodo raíz escoba de bruja) ectoparásito, *Helicotylenchus* sp. (nemátodo de espiral) semi-endoparásito, *Paratylenchus* sp. (nematodo de alfiler) ectoparásito, y *Aphelenchus* sp (ectoparásito). Los porcentajes de detección en muestras de suelo fueron de 39%, 23%, 15%, 15% y 8% respectivamente, con poblaciones promedio consideradas bajas con rangos de 68 a 13 nemátodos por 100 cc de suelo (fig. 46).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

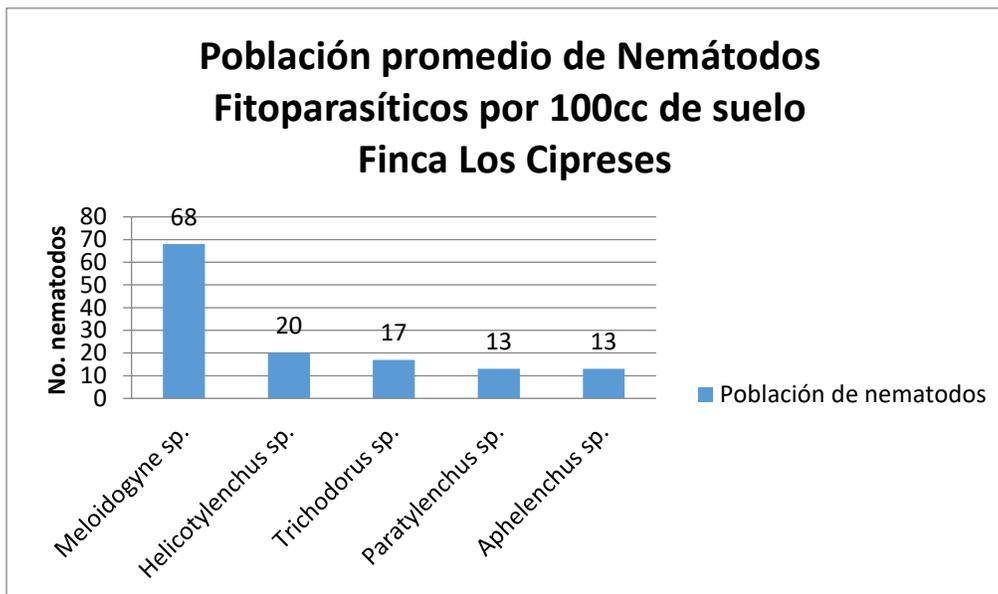
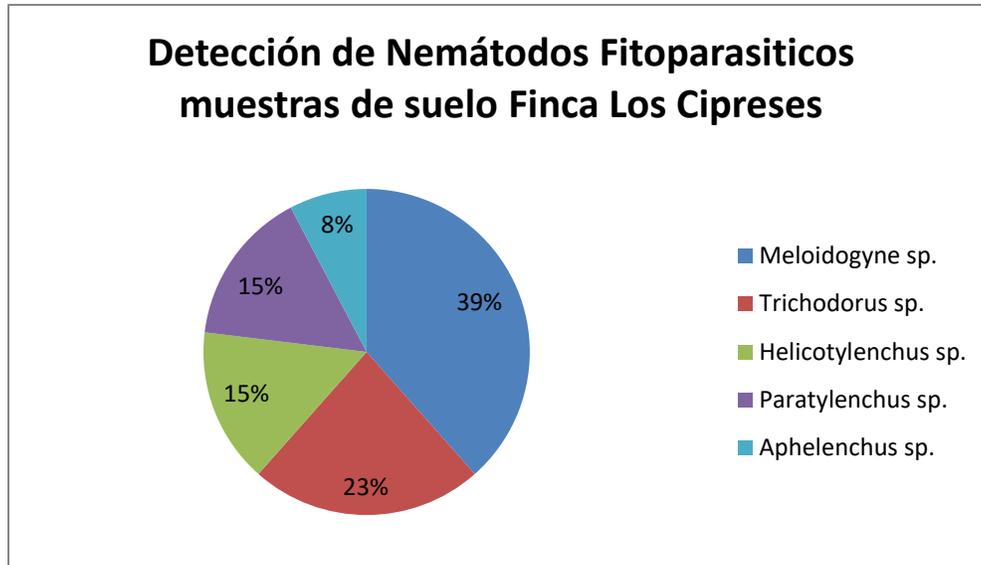


Figura 46. Porcentajes de detección y poblaciones promedio de géneros de Nemátodos Fitoparasíticos de muestras suelo ensayo programas MIP Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Los cuadros 22 y 23 muestran los análisis de prueba de medias y varianza para 5 fechas de aplicaciones de los tratamientos programas MIP además del promedio anual de incidencia o detección del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis en frutos de aguacate Hass. Se seleccionó este hongo debido a su importancia y potencial daño a frutos tanto en campo como en la fase de post-cosecha, también fue el hongo con más alto porcentaje de detección en las muestras flor, fruto, hojas y tallos analizadas en todas la fincas incluidas en este estudio.

Tanto los análisis de prueba de medias como de varianza mostraron diferencias altamente significativas de presencia de *C. gloeosporioides*. La detección o no detección del hongo *C. gloeosporioides* en muestras analizadas de flor, fruto, hojas y tallos de aguacate Hass fueron utilizadas como medida de eficacia de control bajo la influencia de los tratamientos programas MIP aplicados en campo.

La incidencia inicial o base de *C. gloeosporioides* en los tratamientos medida para la fecha 27 de febrero tuvo un promedio de 12% en finca Los Cipreses variando desde un 4.5% en el T6 hasta un 17.5% en los tratamientos T4 y T7. En general todos los tratamientos de programas MIP aplicados sólo con fungicidas de contacto o fungicidas de contacto alternados con fungicidas sistémicos mantuvieron incidencias menores de *C. gloeosporioides* a las obtenidas en el testigo absoluto T10 (sin aplicación de fungicidas) (Cuadro 22 y figura 47). Los porcentajes de incidencia de *C. gloeosporioides* bajo la influencia de los tratamientos MIP T6 y T9 fueron los únicos que mantuvieron promedios menores al 10% para todas las fechas de evaluación mostrando diferencias altamente significativas con respecto a la incidencia del testigo absoluto que presentó porcentajes de incidencia que variaron desde un 11.25% en febrero a un 50% en octubre. Los tratamientos T2, T3 y T8, presentaron porcentajes de incidencia promedios cercanos al 10%. Los tratamientos T1, T4, T5 y T7 presentaron porcentajes de incidencia de *C. gloeosporioides* superiores al 15%, con algunos de ellos mostrando niveles inadecuados de control terminando el año con promedios de detección finales de *C. gloeosporioides* mayores a los iniciales.

Aunque la incidencia promedio inicial de antracnosis fue menor comparada con las incidencias iniciales en las otras fincas, muchos de los tratamientos sobre todo los basados en fungicidas de contacto terminaron con promedios de incidencia finales mayores a los iniciales. Este es el caso de T1, T4 y T5 con promedios de incidencia de *C. gloeosporioides* iguales o mayores a 20%. Probablemente este resultado está relacionado con la mayor precipitación obtenida en finca Los Cipreses la cual fue de 1853 mm, bastante superior a las obtenidas en Quetzaltenango y Huehuetenango (figura 48). Bajo altas precipitaciones los productos de contacto como cobres y mancozeb son lavados de las superficies foliares dejando desprotegidos los tejidos vegetales. Los programas donde se alternaron fungicidas de contacto con sistémicos mostraron porcentajes de control superiores, sin embargo en algunos casos aun bajo estos programas los porcentajes finales de incidencia de *C. gloeosporioides* fueron mayores que los iniciales. Esto indica la posibilidad de la presencia de cepas de *C. gloeosporioides* con cierta resistencia a los fungicidas utilizados.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 22. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	27 Febrero	25 Abril	5 Junio	31 Julio	23 Octubre	Promedio
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	12.5A	18.75B	22.5BC	23.75 A	25AB	20.5BC
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	8.75A	8.75AB	5A	8.75A	18.75AB	10AB
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	7A	7.5AB	15AB	15A	10AB	11AB
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	17.5A	16.25AB	22.5BC	23.75 A	25AB	21BC
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	10.25A	16.25AB	17.5AB	22.5A	31.25BC	19.75BC
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	4.5A	3.75AB	3.75A	6.25A	8.75A	5.5A
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	17.5A	8.75AB	8.75AB	20A	23.75AB	15.75AB
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	14.5A	11.25AB	16.25AB	5A	3.75A	10.25AB
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	17.5A	1.25A	5A	5A	5A	6.75A
T10	Testigo absoluto	---	11.25A	13.75AB	37.5C	47.5B	50C	32C

Tukey: 5%

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 23. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	477.075	159.025	2.2419	0.1062
Tratamientos	9	770.125	85.5694	1.2063	0.3314NS
Error	27	1915.175	70.932		
Total	39	3162.375			FEBRERO

CV = 69.46%, NS= No Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	261.875	87.2916	1.838	0.1639
Tratamientos	9	1165.625	129.5138	2.7279	0.021**
Error	27	1281.875	47.4768		
Total	39	2709.375			ABRIL

CV = 64.85%, **Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	176.875	58.9583	1.1974	0.3294
Tratamientos	9	3963.125	440.3472	8.9435	0.0004*
Error	27	1329.375	49.2361		
Total	39	5469.375			JUNIO

CV = 45.64%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	52.5	17.5	0.274	0.8433
Tratamientos	9	6122.5	680.2777	10.663	0.0007*
Error	27	1722.5	63.7962		
Total	39	7897.5			JULIO

CV = 45.00%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	451.875	150.625	1.8987	0.1536
Tratamientos	9	7230.625	803.4027	10.1275	0.0001*
Error	27	2141.875	79.3287		
Total	39	9824.375			OCTUBRE

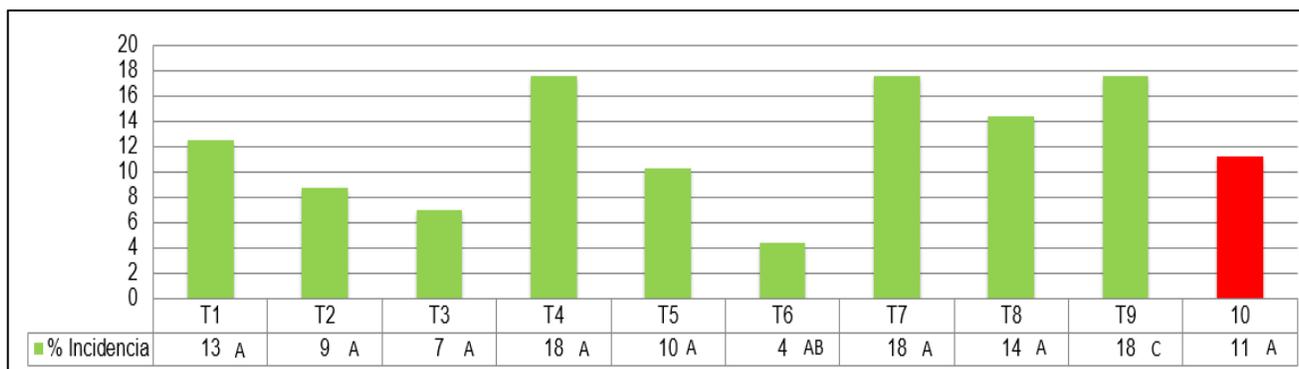
CV = 44.26%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	31.7	10.566	0.416	0.742
Tratamientos	9	2398.5	266.5	10.499	0.0008*
Error	27	685.3	25.381		
Total	39	3115.5			PROMEDIO

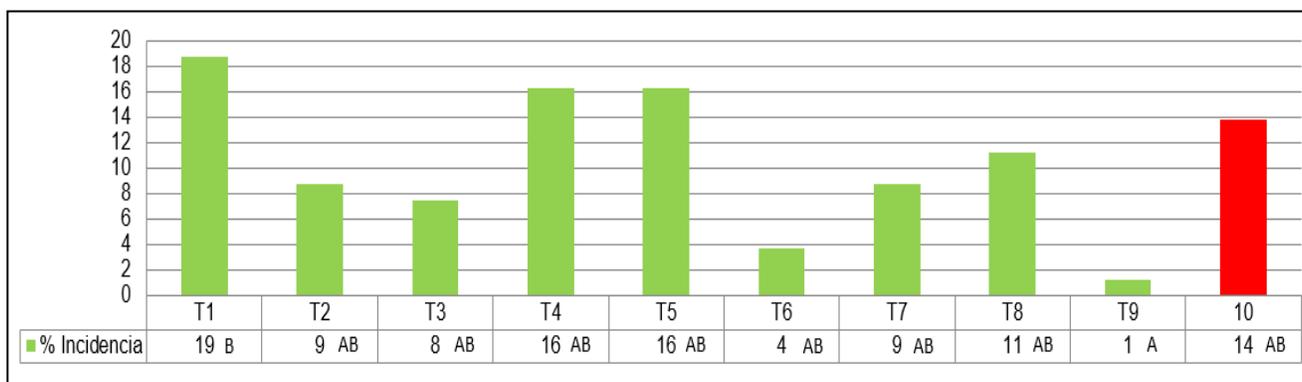
CV = 33.04%, *Diferencias Altamente Significativas

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

FEBRERO



ABRIL



JUNIO

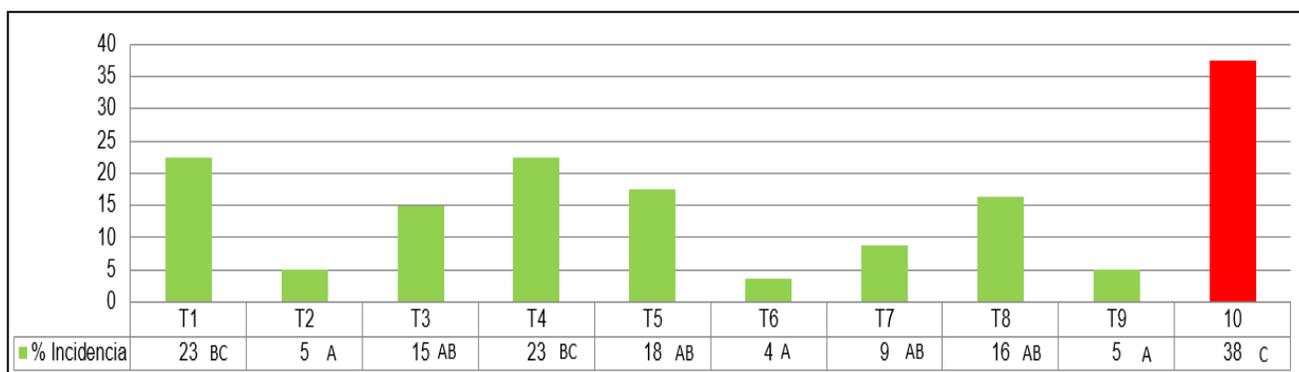
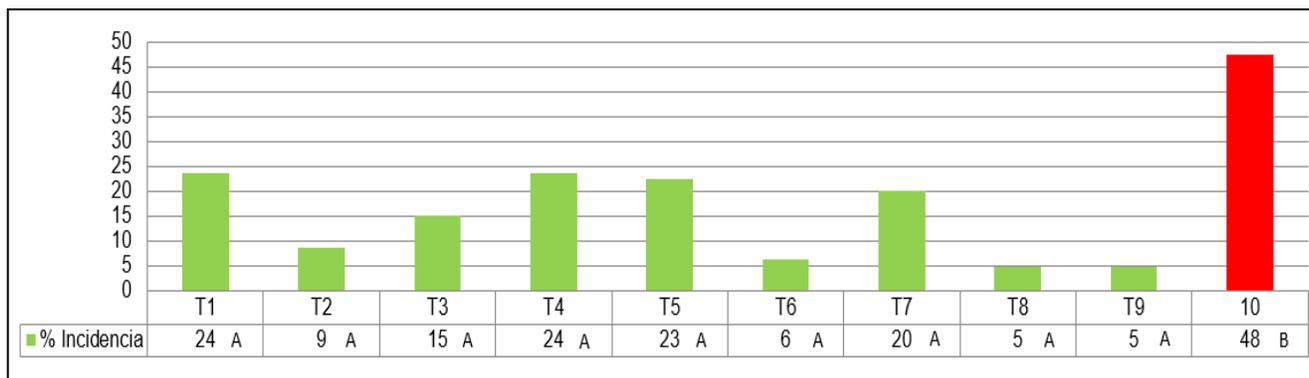


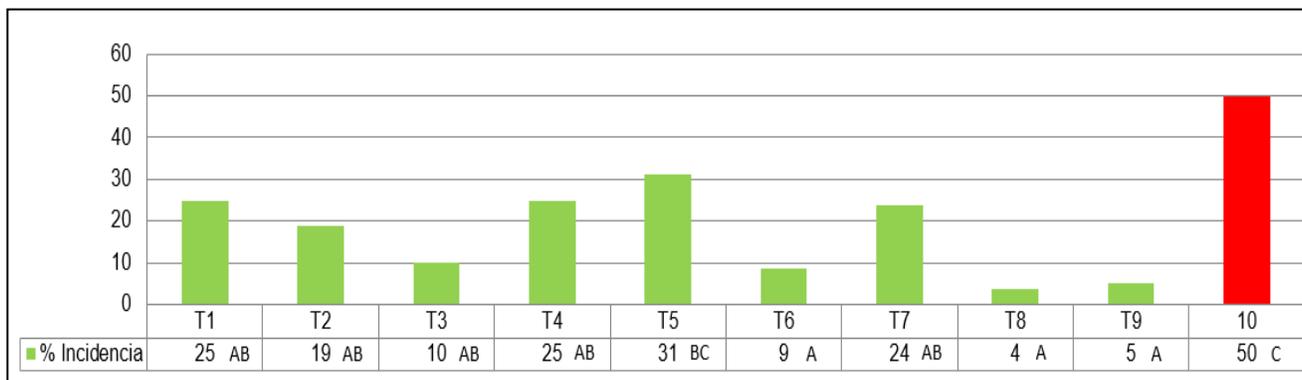
Figura 47. Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

JULIO



OCTUBRE



PROMEDIO

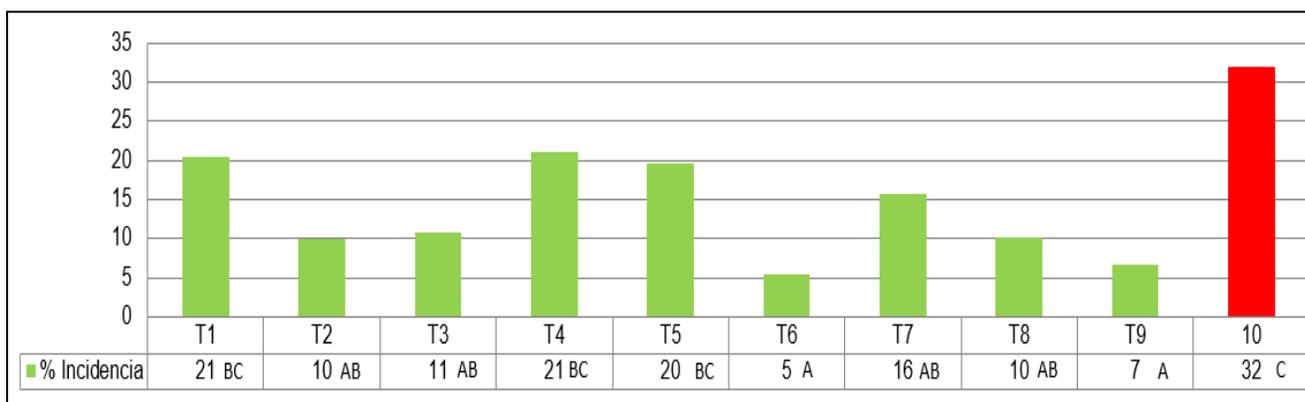


Figura 47 (Cont.). Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

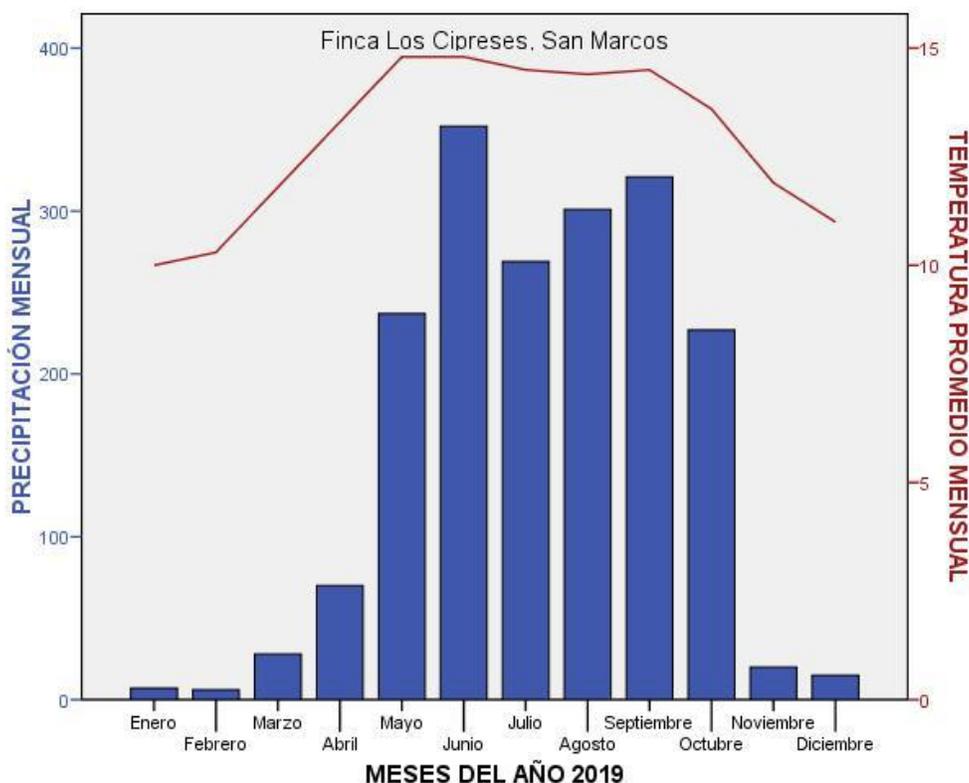


Figura 48. Niveles de precipitación pluvial y temperaturas promedio mensuales año 2019. Los Cipreses, San Marcos, San Marcos. Precipitación anual 1,853 mm, Temperatura promedio anual 12°C.

En noviembre de 2019 se procedió a medir el efecto de los tratamientos programas MIP en los porcentajes de severidad por *C. gloeosporioides* (antracnosis) y daño/incidencia de trips/roña en frutos de aguacate Hass fincas El Silencio (Quetzaltenango) y Los Cipreses (San Marcos). La metodología para la medición de estos parámetros fue el conteo de 50 aguacates Hass localizados en el tercio medio de los árboles centrales de los tratamientos MIP. Para la medición de porcentaje de severidad de *C. gloeosporioides* se utilizó una escala visual práctica desarrollada en México por SAGARPA-APEAM, para la medición de daño/incidencia por trips/roña se usó como parámetro la presencia o no presencia de frutos con daño (ver figura 41).

Porcentaje de severidad *C. gloeosporioides*:

Los cuadros 24 y 25 muestran los análisis de prueba de medias y de varianza para la medición del efecto en la severidad de *C. gloeosporioides* en frutos de aguacate Hass provenientes de los diferentes programas MIP establecidos en finca Los Cipreses. Los tratamientos T9, T8, T6, T3 y T2 mostraron porcentajes de severidad de *C. gloeosporioides* en frutos menores al 5% y significativamente menores que el mostrado por el T10 o testigo sin aplicación. Los tratamientos T5, T4 y T1 mostraron porcentajes

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

de severidad en frutos con rango de 5% a 10%, sin embargo la diferencia con el testigo T10 no fue estadísticamente significativa. Solamente en el T5 se obtuvo un porcentaje de severidad en frutos mayor al 10% (ver figura 49).

Porcentaje de daño/incidencia de trips/roña:

Los cuadros 24 y 25 muestran los análisis de prueba de medias y de varianza para la medición del efecto de programas MIP en el daño en frutos de aguacate Hass provocados por trips/roña en finca Los Cipreses. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos MIP destacando T2, T6 y T7 con porcentajes de daño en frutos de 2.75%, 3.25 y 3.7% respectivamente. Los tratamientos T4, T5, T8 y T9 mostraron porcentajes de daño entre un rango de 5% a 10% mientras que el tratamiento T1 y T3 obtuvieron porcentajes mayores al 10% de daño. Todos los tratamientos programas MIP mostraron diferencias significativas con respecto al porcentaje de daño en frutos mostrado por el testigo sin aplicación T10 que fue de un 26% (ver figura 49).

Los tratamientos con mayor eficacia para el control de trips en finca El Silencio fueron el T2, T6 y T7 ofreciendo dos estrategias completamente diferentes. En el caso de T2 se utilizó el insecticida sistémico fupyradifurone que es un ingrediente activo relativamente nuevo con doble sistemía y modo de acción diferente a otras moléculas químicas en el mercado (ver cuadro 11). La ventaja de aplicar insecticidas sistémicos es que debido a que penetran en el sistema conductor del árbol de aguacate su efecto es directo contra insectos chupadores o en este caso trips raspador/chupador. De esta forma se minimiza efecto contra fauna benéfica nativa y se puede alternar con liberación de depredadores como la chinche pirata del género *Orius* y que es un control biológico utilizado para el control de trips. Debido a que el Flupyradifurone es un ingrediente activo relativamente nuevo en el mercado, necesita ser adicionado al listado de insecticidas permitidos en aguacate.

En los tratamientos T6 y T7 se utilizaron los insecticidas cipermetrina (piretroide) y mezcla terpenoide (biológico) ambos de contacto. Estos productos tienen modos de acción diferente, la cipermetrina afecta la respiración actuando en el bloqueo de canales de sodio (unisiatio), mientras que el modo de acción de la mezcla terpenoide es multisitio sobre la cutícula de los trips. Se necesita más investigación sobre todo para determinar efectos contra otros insectos que no son plaga como polinizadores y depredadores.

Todos los demás tratamientos mostraron valores de daño por trips/roña menores a los obtenidos en el testigo sin aplicación. La mayoría de los tratamientos incluyeron piretroides sintéticos que son utilizados ampliamente en las zonas productoras de México incluyendo los estados de Michoacán y Jalisco que son los mayores exportadores de aguacate Hass para los Estados Unidos.

Se observó también un control adecuado de ácaros y trioza en los tratamientos bajo los programas MIP aplicados en las diferentes fincas, sin embargo nos enfocamos en la medición del daño por trips/roña debido a su efecto directo en la calidad de frutos de aguacate Hass. Es necesario continuar con estos estudios sobre todo enfocados en la dinámica de poblaciones de plagas de insectos/artrópodos clave como trips y ácaros ya que un año de datos no es suficiente para conclusiones definitivas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 24. Prueba de medias sobre el porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) y porcentaje de daño de trips/roña en frutos en el cultivo de aguacate Hass. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos, Noviembre 2019.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	% severidad frutos <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> 20/nov/2019	% incidencia trips/roña frutos 20/nov/2019
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	7ABC	11.75A
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	3.5AB	2.75A
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	3.5AB	12.75A
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	9.75BCD	7A
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	11.75CD	7.25A
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	3AB	3.25A
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	8.75BCD	2.75A
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	1.5A	9.75A
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	1.25A	5.25A
T10	Testigo absoluto	---	15.25D	26B

Escala de evaluación de severidad por *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos:
1(1-5%), 2(6-10%), 3(11-15%), 4(16-20%), 5(21-100%)

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 25. Análisis de varianza del porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) causante de Antracnosis y porcentaje de daño Trips/Roña en muestras de frutos de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos, Noviembre 2019.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	50.275	16.75833	1.946	0.1459
Tratamientos	9	811.225	90.1361	10.4685	0.0009*
Error	27	232.475	8.61018		
Total	39	1093.975			ANTRACNOSIS

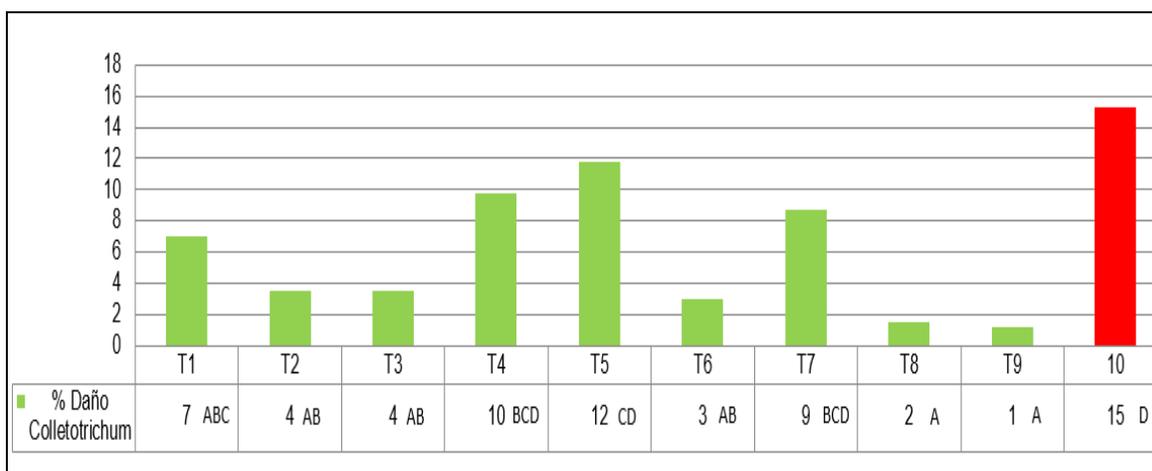
CV = 44.97%, Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	61.7	20.566	1.1466	0.3481
Tratamientos	9	1773.1	197.0111	10.9834	0.0005*
Error	27	484.3	17.937		
Total	39	2319.1			TRIPS/ROÑA

CV = 47.86%, *Diferencias Altamente Significativas

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

**PORCENTAJE DE SEVERIDAD EN FRUTOS AGUACATE HASS
ANTRACNOSIS(*Colletotrichum gloeosporioides*)**



PORCENTAJE DE DAÑO EN FRUTOS AGUACATE HASS TRIPS/ROÑA

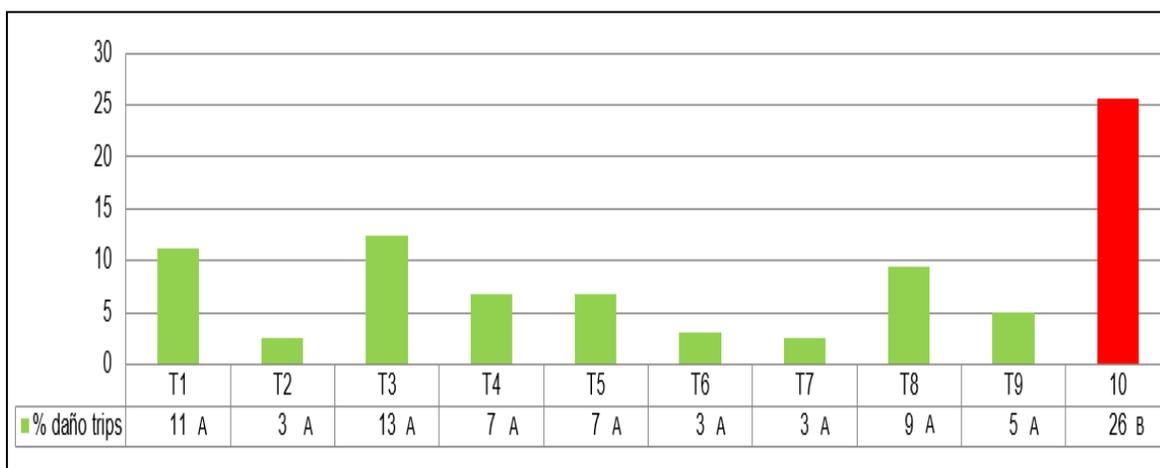


Figura 49. Porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) causante de Antracnosis y porcentaje de daño Trips/roña en muestras de frutos de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca Los Cipreses, San Marcos, San Marcos, Noviembre 2019.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINCA LA MERCED, HUEHUETENANGO

Todos los datos de detección, aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos están basados en análisis de las muestras colectadas de los diferentes tratamientos de programas MIP evaluados en las 4 localidades seleccionadas (cuadro 10). Se colectaron muestras de hojas, tallos, frutos y flores de árboles de aguacate Hass y se identificaron los hongos fitopatógenos presentes para evaluar la influencia de los programas MIP en presencia o no presencia de estos microorganismos. El cuadro 26 presenta los resultados del análisis de muestras provenientes de la finca La Merced correspondientes a la fecha de aplicación del 26/Septiembre/2019 en total se generaron datos de identificaciones de las 5 fechas de aplicaciones de programas MIP las cuales se relacionaron con la incidencia de hongos fitopatógenos en campo.

Cuadro 26. Reporte de análisis de Fitopatología generado por laboratorio Agroexpertos de muestras aguacate Hass colectadas de los diferentes tratamientos ensayo programas MIP Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango. Fecha de colecta 26/Septiembre/2019, fecha de reporte 11/Octubre/2019.

Análisis de micología de muestras Aguacate Hass				
Muestra	Hoja	Tallo	Fruto	Flor
T1	<i>Alternaria sp.</i> <i>Cladosporium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T2	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Diplodia sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	-	-
T3	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Diplodia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T4	<i>Diplodia sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	-
T5	<i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	<i>Phoma sp.</i>	-
T6	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Diplodia sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	<i>Thielaviopsis sp.</i>	-
T7	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	-
T8	<i>Diplodia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T9	<i>Diplodia sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Pestalotia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>	-
T10	<i>Diplodia sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>	-

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 50 presenta el total de hongos fitopatógenos identificados en muestras de aguacate Hass colectadas de la finca La Merced durante 2019. En total se identificaron 10 hongos fitopatógenos siendo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis, el más comúnmente aislado con un 29% de detección seguido por *Phoma* sp, *Fusarium* sp, *Diplodia* sp y *Cladosporium* con 22%, 18%, 15% y 5% de detección. El resto de hongos fitopatógenos tuvieron porcentajes de detección menores al 5%.

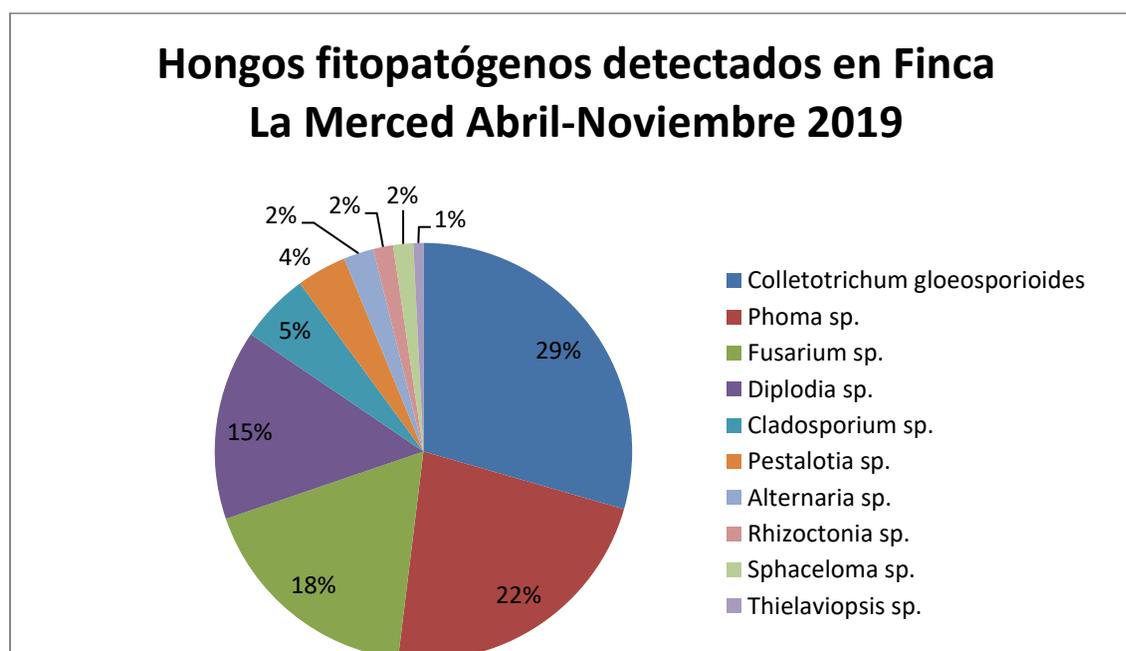


Figura 50. Porcentaje de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 51 muestra el porcentaje de detección de hongos fitopatógenos y su localización en árboles de aguacate Hass sometidos a los diferentes programas MIP, los mayores porcentajes de detección se dieron en tallos y hojas con 38% y 36% respectivamente. En frutos se detectó un 23% y en flores un 3%.

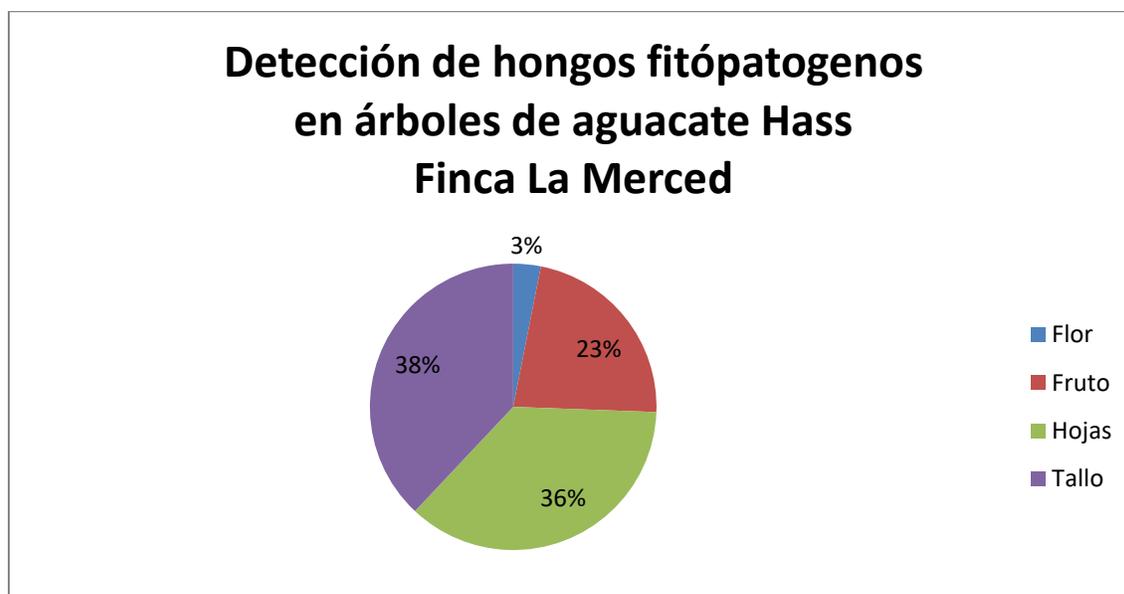


Figura 51. Porcentajes de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Con base en los datos anteriores se decidió concentrar los estudios de campo en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis o viruela del fruto de aguacate. Además, *C. gloeosporioides* es considerado el hongo potencialmente más dañino debido a que ocasiona pérdidas en producciones de aguacate tanto en campo como en post-cosecha. La figura 52, muestra un comportamiento de detección de *C. gloeosporioides* mayormente localizado en hojas y frutos que en tallos y flores con porcentajes de 45%, 29%, 24% y 2% respectivamente.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

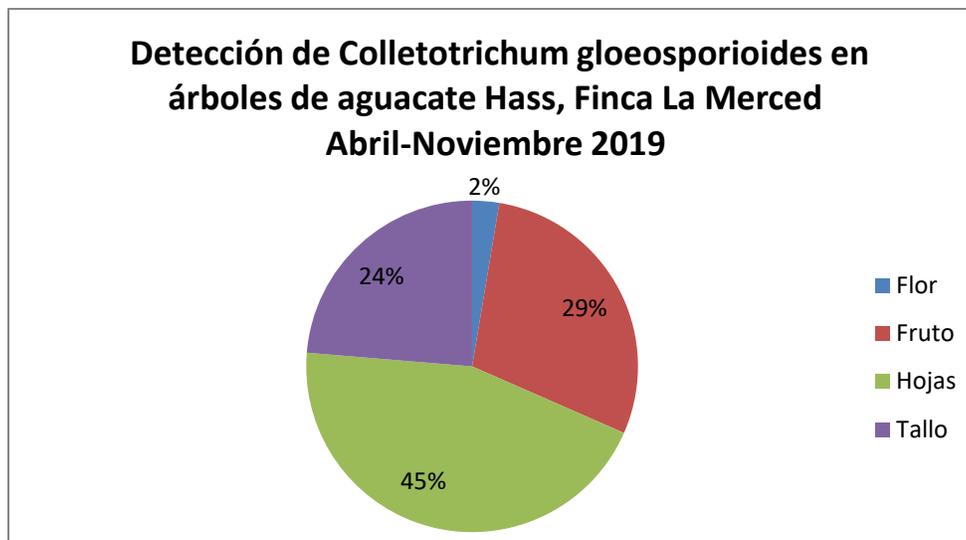


Figura 52. Porcentajes de detección de *Colletotrichum gloeosporioides* y su localización en árboles de aguacate Hass ensayo programas MIP Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Las figuras 29, 30 y 31 presentadas en la sección de finca Rincón Paraíso muestran los trabajos estándar de manejo de muestras en el laboratorio Agroexpertos en todas las fincas seleccionadas. Las muestras fueron colocadas en cámaras húmedas y en cajas de Petri con medios de cultivo para aislamiento de hongos fitopatógenos. Los fitopatógenos aislados fueron colocados en microscopios e identificados a nivel de género con el uso de claves micológicas específicas basadas en tipos de micelio y conidias/espores presentes. En el caso de nemátodos fitoparasíticos la metodología utilizada para su extracción fue tamizado de Cobb y centrifugación con azúcar.

Se detectaron los siguientes géneros de nemátodos fitoparasíticos: *Helicotylenchus* sp. (nemátodo de espiral) semi-endoparásito, *Meloidogyne* sp, (nemátodo nodulador) endoparásito sedentario, *Aphelenchus* sp (ectoparásito) y *Trichodorus* sp (nemátodo raíz escoba de bruja) ectoparásito. Los porcentajes de detección en muestras de suelo fueron de 46%, 27%, 18% y 9% respectivamente, con poblaciones promedio consideradas bajas con rangos de 65 a 13 nemátodos por 100 cc de suelo (fig. 53).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

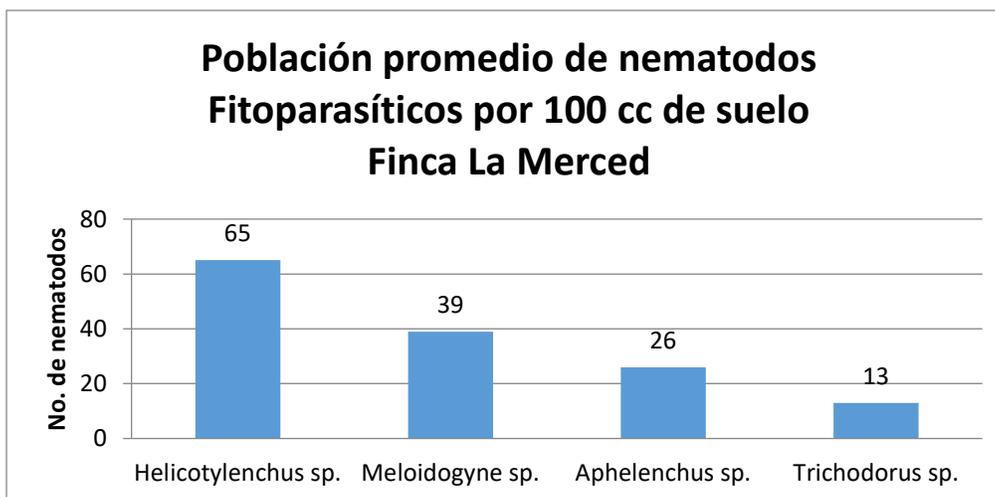
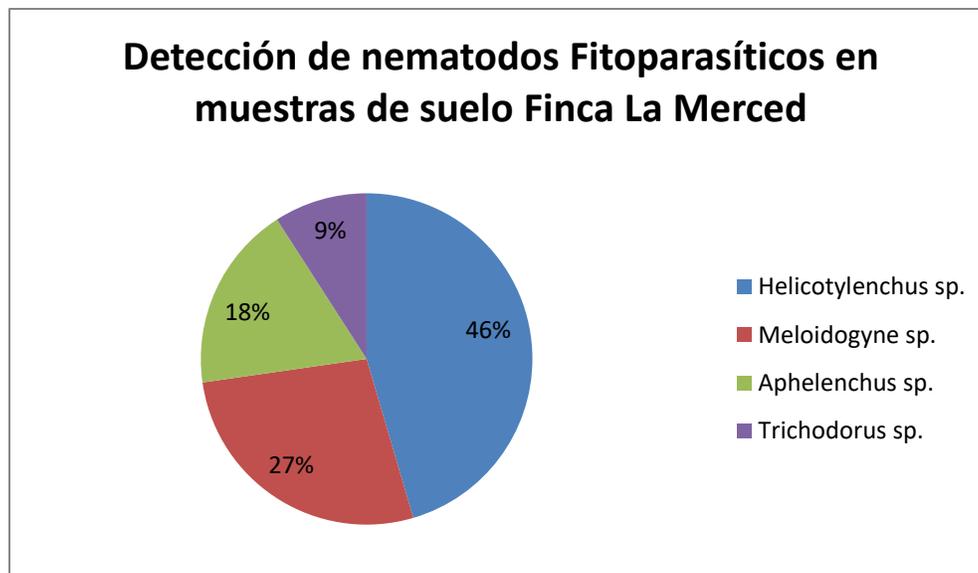


Figura 53. Porcentajes de detección y poblaciones promedio de géneros de Nemátodos Fitoparasíticos de muestras suelo ensayo programas MIP Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Los cuadros 27 y 28 muestran los análisis de prueba de medias y varianza para 4 fechas de aplicaciones de los tratamientos programas MIP además del promedio anual de incidencia o detección del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis en frutos de aguacate Hass. Se seleccionó este hongo debido a su importancia y potencial daño a frutos tanto en campo como en la fase de post-cosecha, también fue el hongo con más alto porcentaje de detección en las muestras flor, fruto, hojas y tallos analizadas en todas la fincas incluidas en este estudio.

Tanto los análisis de prueba de medias como de varianza mostraron diferencias altamente significativas de presencia de *C. gloeosporioides*. La detección o no detección del hongo *C. gloeosporioides* en muestras analizadas de flor, fruto, hojas y tallos de aguacate Hass fueron utilizadas como medida de eficacia de control bajo la influencia de los tratamientos programas MIP aplicados en campo.

La incidencia inicial o base de *C. gloeosporioides* en los tratamientos medida para la fecha 17 de abril tuvo un promedio de 33.5% en finca La Merced variando desde un 18.75% en el T3 hasta un 38.75% en los tratamientos T5 y T10. En general todos los tratamientos de programas MIP aplicados sólo con fungicidas de contacto o fungicidas de contacto alternados con fungicidas sistémicos mantuvieron incidencias menores de *C. gloeosporioides* a las obtenidas en el testigo absoluto T10 (sin aplicación de fungicidas) (Cuadro 27 y figura 54). Ninguno de los tratamientos MIP mantuvo porcentajes promedio de incidencia de *C. gloeosporioides* menores al 10%, sin embargo todos los promedios finales mostraron diferencias estadísticamente significativas comparadas con T10 (testigo) con promedio final de 48%. Los tratamientos T2, T8 y T9, presentaron los porcentajes de incidencia promedios de Antracnosis más bajos con valores de 13.75%, 14.5% y 12% respectivamente. Los tratamientos MIP restantes presentaron promedios de incidencia de antracnosis con rango que varió desde un 19.25% en T6 hasta un 29.5% en el T1 considerados niveles inadecuados de control de *C. gloeosporioides*.

La incidencia promedio inicial de antracnosis fue mayor en finca La Merced comparada con las incidencias iniciales en las otras fincas, debido a este factor y adicionalmente a que se hicieron menor número de aplicaciones fungicidas que en las otras fincas, se finalizó con promedios de incidencia finales bastante altos. Este es el caso de T1, T4 y T5 todos con promedios de incidencia de *C. gloeosporioides* mayores al 25%. Probablemente este resultado está relacionado con la precipitación obtenida en finca La Merced la cual fue de 1044 mm, inferior a las obtenidas en Quetzaltenango y San Marcos pero con una temperatura promedio anual 16°C mayor a las otras localidades, combinación que en los meses de mayor precipitación provoca alta humedad relativa conduciva para la infección de esporas de *C. gloeosporioides* (figura 55). Bajo altas precipitaciones los productos de contacto como cobres y mancozeb son lavados de las superficies foliares dejando desprotegidos los tejidos vegetales. Los programas donde se alternaron fungicidas de contacto con sistémicos mostraron porcentajes de control de antracnosis superiores.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 27. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	17 Abril	26 Septiembre	6 Octubre	13 Noviembre	Promedio
T1	Oxicloruro de Cobre 50 WP	Abamectina 1.8 EC	35A	32.5AB	28.75CD	21.25AB	29.5AB
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Flupyradifurone 20 SL	32.5A	17.5A	11.25AB C	8.75AB	17.75AB
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	Imidacloprid 35 SC	18.75A	16.25A	8.75ABC	10AB	13.75A
T4	Hidroxido de Cobre 35 WG	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	32.5A	25AB	26.25BC D	18.75AB	25.75AB
T5	Hidroxido de Cobre 35 WG	Spinosad 12 SC	38.75A	35AB	35DE	28.75B	34.5BC
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	Z, Cypermetrina 10 EC	41.25A	20A	6.25AB	8.75AB	19.25AB
T7	Hidroxido de Cobre 35 WG	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	42.5A	27.5AB	25ABCD	21.25AB	29.25AB
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	Lambda Cyhalotrin 5 SC	28.75A	15A	8.75ABC	5A	14.5A
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	Tiametoxan 25 WG	26.25A	13.75A	5A	2.5A	12A
T10	Testigo absoluto	---	38.75A	46.25B	52.5E	53.75C	48.25C

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 28. Prueba de medias sobre el porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	255	85	0.5297	0.6657
Tratamientos	9	1972.5	219.1666	1.3658	0.2516NS
Error	27	4332.5	160.4629		
Total	39	6560			ABRIL

CV = 37.81%, NS= No Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	66.875	22.2916	0.203	0.8933
Tratamientos	9	3993.125	443.6805	4.0411	0.0022*
Error	27	2964.375	109.7916		
Total	39	7024.375			SEPTIEMBRE

CV = 42.12%, **Diferencias Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	67.5	22.5	0.3007	0.8245
Tratamientos	9	8640	960	12.8316	0.0001*
Error	27	2020	74.8148		
Total	39	10727.5			OCTUBRE

CV = 41.68%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	246.875	82.291	0.9417	0.4342
Tratamientos	9	8238.125	915.3472	10.4749	0.0009*
Error	27	2359.375	87.3842		
Total	39	10844.375			NOVIEMBRE

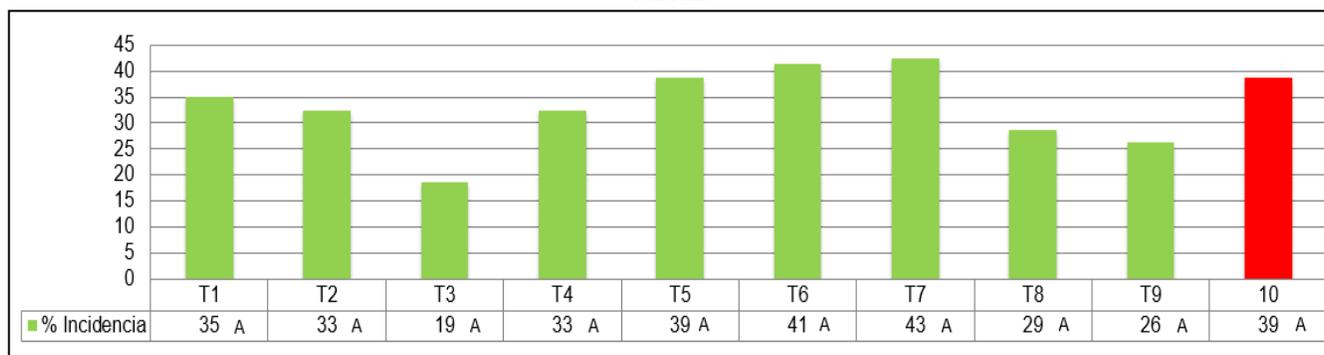
CV = 52.30%, *Diferencias Altamente Significativas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloques	3	52.1	17.366	0.333	0.801
Tratamientos	9	4632.4	514.711	9.874	0.0001*
Error	27	1407.4	52.125		
Total	39	6091.9			PROMEDIO

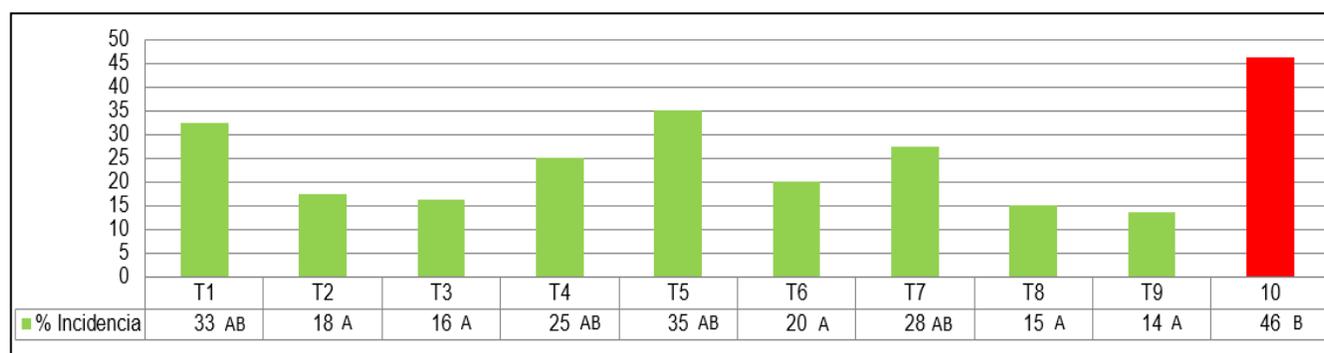
CV = 29.53%, *Diferencias Altamente Significativas.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

ABRIL



SEPTIEMBRE



OCTUBRE

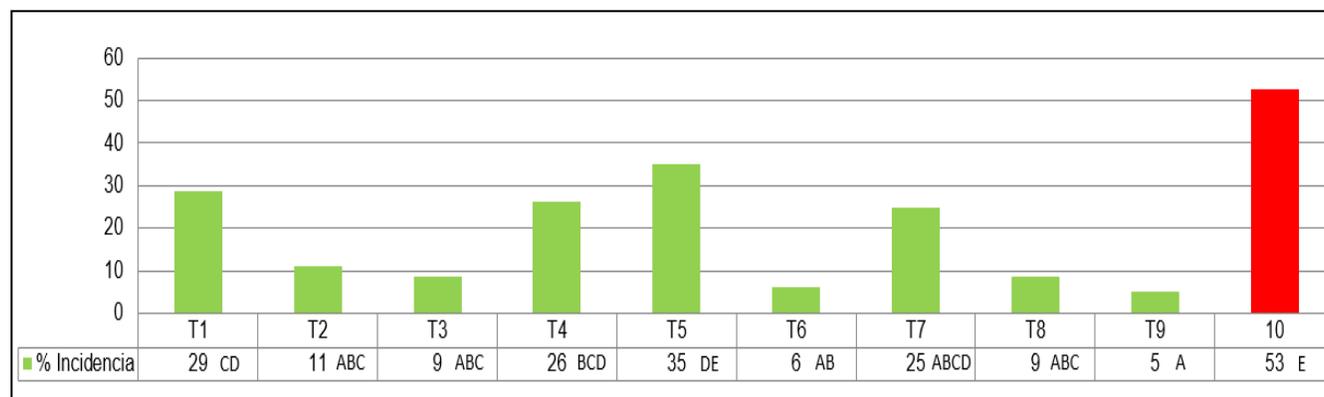
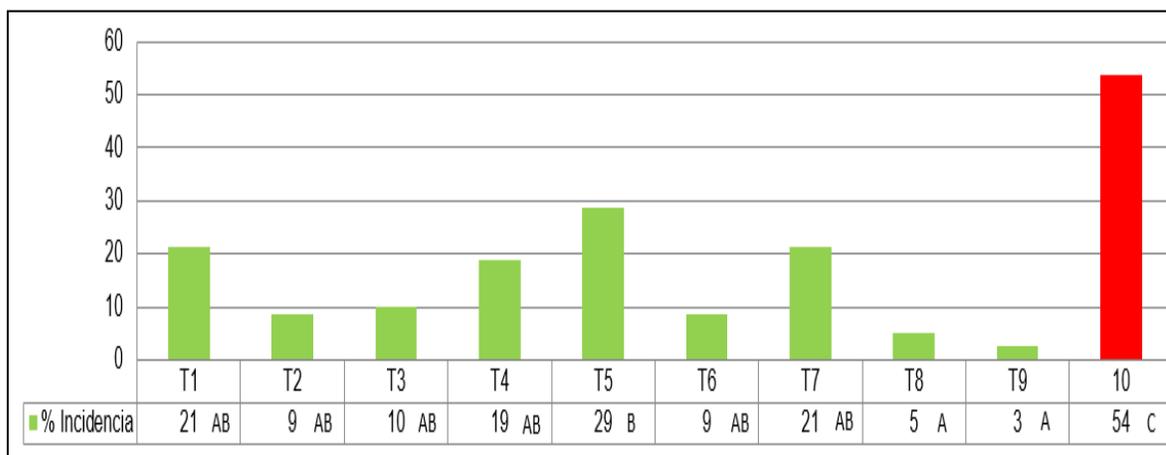


Figura 54. Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

NOVIEMBRE



PROMEDIO

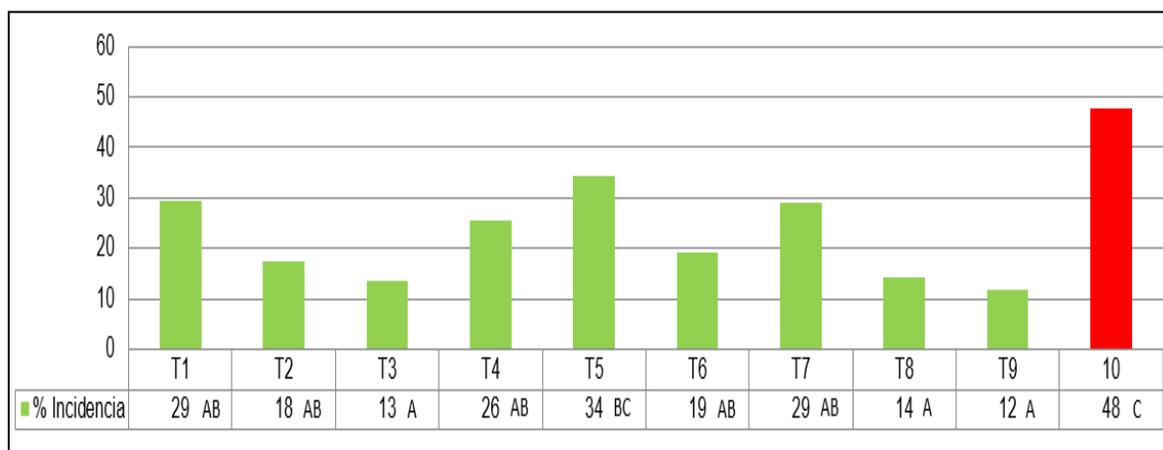


Figura 54 (Cont.). Porcentaje de incidencia del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) en muestras colectadas de aguacate Hass de los tratamientos/programas MIP evaluados en 2019. Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
 Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
**Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de
 aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el
 altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla**

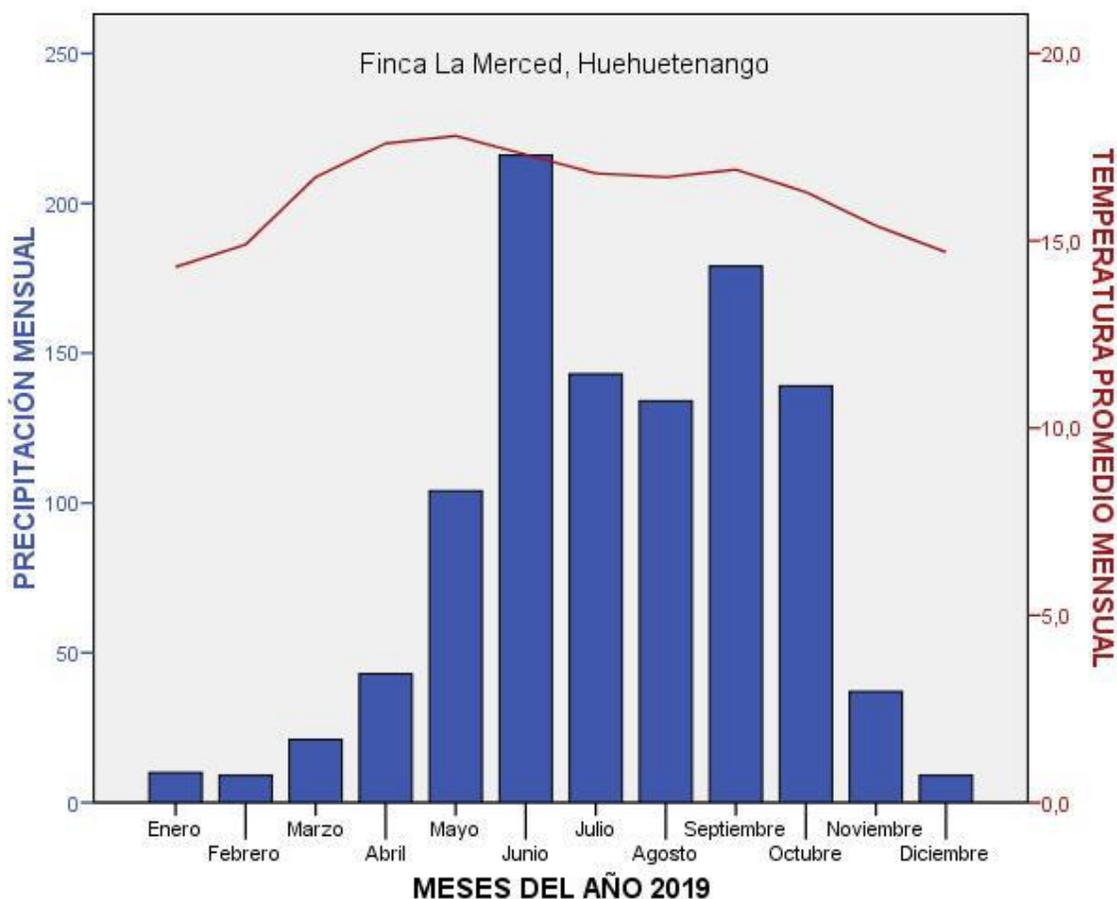


Figura 55. Niveles de precipitación pluvial y temperaturas promedio mensuales año 2019. Finca La Merced, La Libertad, Huehuetenango. Precipitación anual 1,044 mm, Temperatura promedio anual 16°C.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

CONSOLIDADO DE DATOS DE HONGOS Y NEMATODOS FITOPARASITOS DETECTADOS EN ÁRBOLES DE AGUACATE HASS EN LAS 4 FINCAS SELECCIONADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS MIP DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SAN MARCOS Y HUEHUETENANGO.

Las figuras 56 y 57 presentan el consolidado o inventario de hongos fitopatógenos y nematodos fitoparásitos identificados en las 4 localidades o fincas donde se llevaron a cabo los estudios de programas MIP. Se identificaron un total de 2 especies y 10 géneros de hongos fitopatógenos siendo las dos especies *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis y *Sphaceloma perseae* causante de la roña. Ambos hongos se consideran como los más importantes afectando la calidad y producción de frutos de aguacate Hass en Guatemala. En este estudio *C. gloeosporioides* fue el hongo que presentó el porcentaje de detección más alto en muestras de tejidos colectados con un 30%. Le siguieron los hongos *Phoma* sp, *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp y *Alternaria* sp con porcentajes de detección de 20%, 18%, 9% y 9% respectivamente. Todos los demás hongos fitopatógenos tuvieron porcentajes de detección menores iguales o menores del 6%.

El caso de *S. perseae* causante de la roña en frutos de aguacate Hass es importante por que su porcentaje de detección en este estudio fue menor del 2% en contraste con el 30% de detección de *C. gloeosporioides*. Una de las razones de este resultado puede deberse a que *S. perseae* es bastante mas específico o especializado en atacar los tejidos de frutos de aguacate, mientras que *C. gloeosporioides* tiene una mayor capacidad para mantenerse en el agroecosistema de aguacate en todo tipo de tejidos incluyendo hojas, tallos y flores. Otra razón para la baja detección de *S. perseae* es la utilización de insecticidas químicos y biológicos altamente efectivos para el control de trips especialmente en floración y frutos jóvenes que es cuando este hongo en combinación con los trips penetra los tejidos de frutos.

Con respecto a nematodos fitoparásitos (fig. 57) se identificaron 8 géneros en muestras de suelo colectadas de las 4 fincas de estudio. Los géneros con los mayores porcentajes de detección en muestras de suelo fueron *Helicotylenchus* sp nematodo de espiral (semi-endoparásito), *Meloidogyne* sp nematodo nodulador (endoparásito sedentario), y *Trichodorus* spp nematodo de escoba de bruja (ectoparásito) con 41%, 29% y 14% respectivamente. Los restantes géneros de nematodos fitoparásitos presentaron porcentajes de detección iguales o menores a 6%.

Se considera al nematodo *Meloidogyne* sp como el mas importante y que potencialmente puede causar más daño en huertos de aguacate Hass en el occidente de Guatemala. Esto es debido a que es endoparásito sedentario afectando los sistemas fibrovasculares del aguacate, además los nematodos por la presencia de su estilete al penetrar raíces de cultivos facilitan la entrada de hongos y bacterias de suelo. Un resultado importante de este estudio es que las poblaciones de nematodos fitoparásitos fueron bajas en todas las fincas donde se tomaron muestras de suelo indicando que efectivamente están presentes pero no en poblaciones altas. La mejor estrategia de manejo de nematodos fitoparásitos es la utilización de plantas de almácigo certificadas libres de nematodos fitoparásitos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

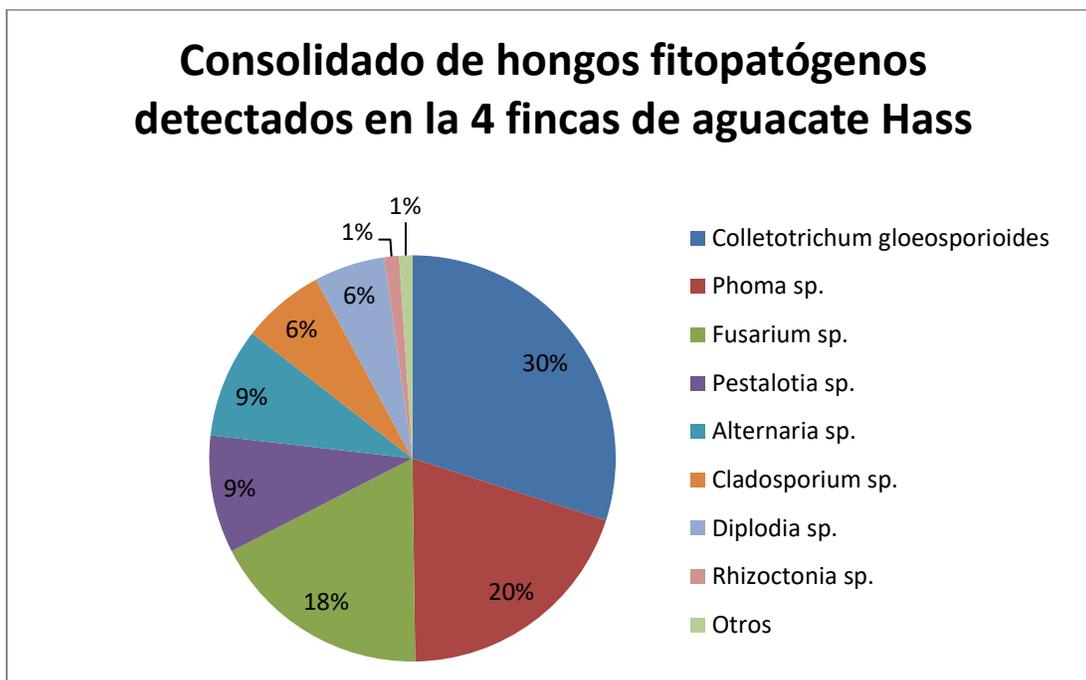


Figura 56. Consolidado de porcentajes de detección de hongos fitopatógenos generado por laboratorio Agroexpertos aislados de muestras de aguacate Hass ensayos programas MIP Fincas Rincón Paraíso, Quetzaltenango; El Silencio, Quetzaltenango; Los Cipreses, San Marcos y La Merced, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

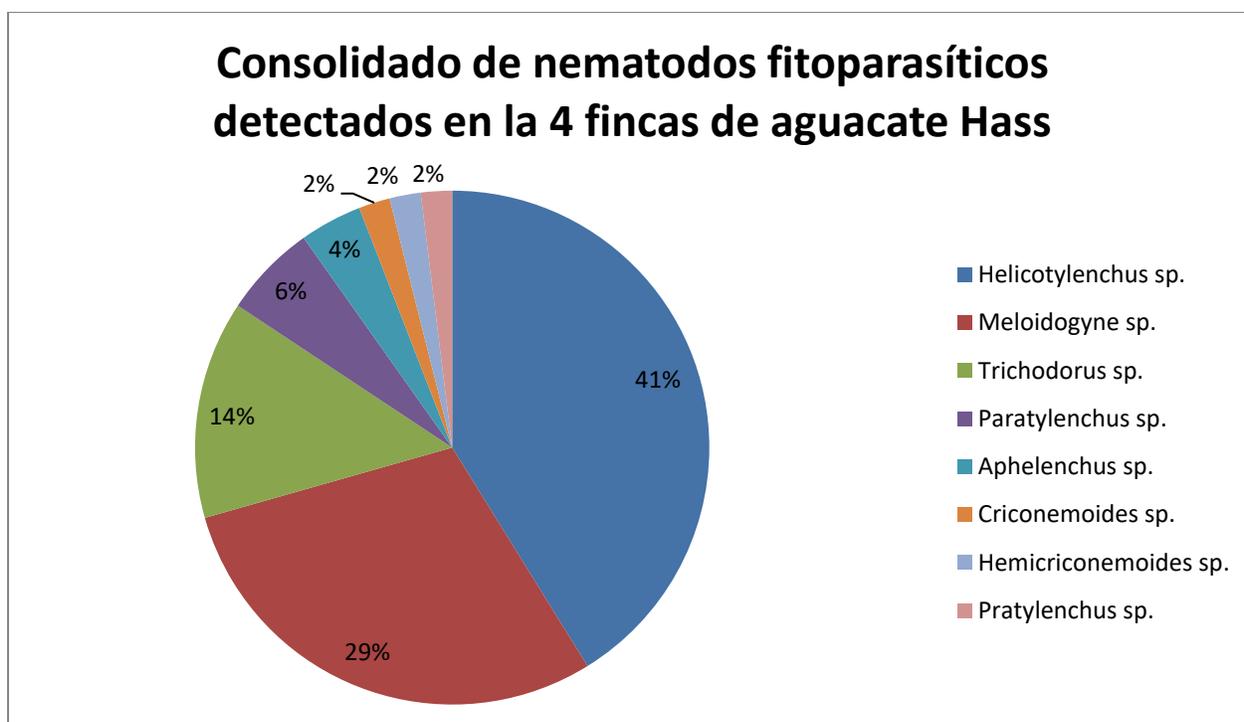


Figura 57. Consolidado de porcentajes de detección de géneros de Nematodos Fitoparasíticos de muestras suelo ensayos programas MIP Fincas Rincón Paraíso, Quetzaltenango; El Silencio, Quetzaltenango; Los Cipreses, San Marcos y La Merced, Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 29. Tratamientos que presentaron diferencias altamente significativas comparados con el tratamiento testigo sin aplicación, sobre el porcentaje de severidad del hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*) causante de antracnosis en frutos de aguacate Hass en las fincas del estudio departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Noviembre 2019.

	Tratamiento Fungicida Ingrediente Activo+Formulación	% severidad Antracnosis frutos 19/nov/2019
T9	Mancozeb 80 WP + Thiabendazole 50 SC + Azoxystrobina 50 WG	1.75 A
T8	Mancozeb 80 WP + Bacillus subtilis + Thiabendazole 50 SC	2.25 A
T6	Hidroxido de Cobre 35 WG + Thiabendazole 50 SC	3.5 AB
T2	Hidroxido de Cobre 35 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	5.5 ABC
T3	Hidroxido de Cobre 35 WG + Azoxystrobin 50 WG + Bacillus subtilis 1.34 SC	6 ABC
T10	Testigo absoluto	18.5 E

Escala de evaluación severidad por *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos:

1(1-5%), 2(6-10%), 3(11-15%), 4(16-20%), 5(21-100%)

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 30. Tratamientos que presentaron diferencias altamente significativas comparados con el tratamiento testigo sin aplicación, sobre el porcentaje de incidencia de daño de trips/roña en frutos de aguacate Hass en las fincas del estudio departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Noviembre 2019.

	Tratamiento Insecticida Ingrediente Activo+Formulación	% daño trips/Roña frutos 19/nov/2019
T2	Flupyradifurone 20 SL	3.5 A
T7	Mezcla Terpenoide 15.23 EC	4.75 AB
T6	Z, Cypermetrina 10 EC	5 AB
T9	Tiametoxan 25 WG	5.25 AB
T4	Permetrina 10 EC + Mezcla Terpenoide 15.23 EC	5.75 AB
T5	Spinosad 12 SC	6.75 AB
T10	---	21.5C

Escala de evaluación severidad por *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos:

1(1-5%), 2(6-10%), 3(11-15%), 4(16-20%), 5(21-100%)

NOTA: En las aplicaciones de todos los tratamientos se agregó adherente break thru 100 SL a una dosis de 7.5 cc/25 l. A partir del mes de mayo se comenzó a agregar de los tratamientos 1 al 9 aceite mineral a una dosis de 75 cc/25 l.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- Todos los programas MIP aplicados a huertos de aguacate Hass en las cuatro localidades donde se llevaron a cabo los estudios mantuvieron porcentajes de inóculo de *Colletotrichum gloeosporioides* (causante de la antracnosis) significativamente menores que los porcentajes de *C. colletotrichum* medidos en los testigos (T10) sin aplicación de fungicidas.
- 2- Este proyecto demostró que *C. colletotrichum* causante de la antracnosis en frutos es la enfermedad mas importante que afecta a huertos/plantaciones de aguacate Hass en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.
- 3- Los tratamientos T8, T9, T6, T2 y T3 mantuvieron en general y en las 4 localidades niveles de detección de inóculo de *C. gloeosporioides* menores al 10%.
- 4- Los tratamientos T3, T6, T8 y T9 alternaron aplicaciones de fungicidas de contacto con fungicidas sistémicos lo cual ofrece una protección eficiente contra infecciones de hongos fitopatógenos como *C. colletotrichum*, *Fusarium* sp, *Phoma* sp, y *Sphaceloma perseae*.
- 5- A pesar de las diferentes condiciones agro-meteorológicas encontradas en las 4 localidades *C. gloeosporioides* fue el hongo fitopatógeno con el más alto porcentaje de detección lo que demuestra su alta capacidad de adaptación al rango de alturas adecuadas para el cultivo de aguacate Hass en el occidente de Guatemala.
- 6- Precipitaciones anuales con rangos de 1000 a 2000 mm en combinación con temperaturas promedio de 13°C a 16°C y humedades relativas mayores al 80% ofrecen condiciones altamente conducivas para el ataque e infección de hongos fitopatógenos como *C. colletotrichum* en plantaciones de aguacate Hass.
- 7- Los parámetros ambientales clave para la decisión de aplicaciones preventivas en el control de *C. gloeosporioides* (antracnosis) son: lluvias nocturnas continuas por 3 o 4 días seguidos (10 a 20 mm de precipitación), alternados con días soleados con temperaturas promedio de 22°C, humedad continua en hojas/tallos por 3 o 4 horas y humedad relativa mayor al 90%. Estos parámetros ambientales medidos por las estaciones meteorológicas colocadas en fincas productoras de aguacate Hass son la base para la toma de decisiones tanto de productores como técnicos de campo en la aplicación de estrategias MIP.
- 8- Para el control de trips los mejores tratamientos fueron T2, T6 y T7 donde se utilizaron los ingredientes activos Flupyradifurone (sistémico, químico), Cipermetrina (contacto, químico) y mezcla terpenoide (contacto, biológico).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- 9- Los ingredientes activos mezcla terpenoide (insecticida) y la bacteria *Bacillus subtilis* (fungicida/bactericida de contacto) ambos de acción biológica mostraron buenos resultados para el control de trips y *C. gloeosporioides* respectivamente.
- 10- Se considera que los tratamientos MIP tendrán un efecto de elevación de la cosecha igual o mayor a un 20% comparados con los obtenidos en los tratamientos testigos. Los datos de cosecha finales se estarán midiendo para el caso de la finca El Silencio (Quetzaltenango) y Los Cipreses (San Marcos) en el mes de abril 2020. En las fincas Rincón Paraíso (Quetzaltenango) y La merced (Huehuetenango) no se pudieron obtener datos de cosecha debido a los trabajos de poda realizados durante el 2019.
- 11- Se recomienda continuar los estudios de campo reduciendo la cantidad de tratamientos seleccionando los que dieron mejores resultados tanto para control de *C. gloeosporioides* como para control de trips. Un año de datos de control de enfermedades bajo programas MIP en combinación con la medición de parámetros ambientales no es suficiente para llegar a conclusiones definitivas. Se necesitan al menos 2 a 5 años de datos continuos para formular planes de control fitosanitarios adecuados las condiciones de cultivo de aguacate Hass en Guatemala.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology, Academic Press Inc., San Diego, California, USA. Third edition, 803 pp.
- Agrocadena Del Aguacate. 2018. Plan Estratégico Para El Aguacate 2018-2015. 39 pp.
- Chao, C.T. and Menge, J. 2001. Host parasite interactions between avocado rootstocks and *Phytophthora cinnamomi*. Project report, Department of Plant Pathology, University of California, Riverside, USA. 7 pp.
- Díaz-Colorado, C.A. 2018. Plan de manejo integrado de insectos, enfermedades y fisiopatías en aguacate Hass. Folleto Técnico. 85 pp. México.
- Duro, M. 2018. Comunicación personal. MAGA-DEFRUTA.
- Gallegos, R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo, Editorial Gaceta S.A., México, D.F. 317 pp.
- Hoddle, M.S.; Morse, J.G. and Phillips, P.A. 2002. Avocado thrips: New challenge for growers. California Agriculture, 56 (3).
- Hoddle, M.S. and J.W. Brown. 2010. Lepidoptera associated with avocado fruit in Guatemala. Florida entomologist. 93(4):649-650.
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 2009. Manual Técnico Cultivo de Aguacate. Colombia. 31 pp.
- Lemus-Soriano, B.A. y Perez-Aguilar, D.A. 2017. Manejo de la Antracnosis del Aguacatero con Biofungicidas. Memorias V Congreso Latinoamericano del Aguacate. Jalisco, México.
- MAGA. 2002. Laboratorio de Información Geográfica.
- Marroquín-Pimentel, F.J. 1999. Factores que favorecen la incidencia de Roña (*Sphaceloma perseae* Jenk.) en el cultivo de Aguacate (*Persea americana* Mill.) 'Hass', en 3 regiones agroclimáticas de Michoacán, México. Revista Chapingo Horticultura 5:309-312.
- Mena-Nevárez, G.; Nieto-Angel, D.; Noriega-Cantú, D.; Téliz-Ortiz, D.; Mora-Aguilera, G. Y Cárdenas-Soriano, E. 2000. Epidemiología y control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en mango. Avances en investigación Colegio de PostGraduados, Instituto de Fitosanidad. México. 2 pp.
- Mendez, W.; Melgar, N.; Martinez, M.; y Godínez, M. 2000. PROFRUTA-MAGA. El cultivo del aguacate en Guatemala. Folleto Técnico, Guatemala, 35 pp.
- Palmateer, A. 2006. Description of Disease: Avocado Scab. In Avocado Technical Assistance Curriculum. University of Florida.
- Peterson, E.B. and D. Orden. 2006. Linking risk and economic assessment in the analysis of plant pest regulations: The case of U.S. imports of Mexican avocados. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Long Beach, California. 22 pp.
- Peterson, E.B. and D. Orden. 2008. Avocado Pests and Avocado Trade. Amer. J. Agr. Econ. 1-15.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- Ploetz, R.C.; Zentmeyer, G.A.; Nishijima, W.; Rohrbach, K. And Ohr, H.D. 1994. Compendium of Tropical Fruit Diseases. APS Press, The American Phytopathological Society. St. Paul MN, USA. 111 pp.
- Rocha-Arroyo, J.L.; Salazar-García, S.; Bárcenas-Ortega, A.E.; González-Durán, I.J.L. y Cossio-Vargas, L.E. (2011). Fenología del aguacate ‘Hass’ en Michoacán. Rev. Mex. Ciencias Agrícolas vol. 2 No 3 Texcoco may/jun.
- SAGARPA. 2001. Monografía de Cultivos Aguacate. México. 10 pp.
- Santa Cruz U., H. 2000. Prácticas fitosanitarias y producción de planta de aguacate en vivero. Memorias del curso Programa permanente de capacitación para producir aguacate, Facultad de Agrobiología, UMSNH. Uruapan, Michoacán, México. 35 p
- Schaad, N. W. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.
- Shepherd, J. And Bender, G. 2001. A history of the avocado industry in California. California Avocado Society 2001, yearbook 85: 29-50.
- Stevens, P. 2000. Development of an IPM Programe For Avocados in New Zealand. Hort. Research, Private Bag 92:169.
- The California Avocado Comission (CAC) and The California Minor Crops Council. 2003. A pest management strategic plan for Avocado production in California. 45 pp.
- UC IPM on line. 2015. Avocado root pathogen *Phytophthora cinnamomi*. www.ipm.ucdavis.edu
- Universidad de Michoacán. 2003. Manejo Fitosanitario de Plantas en vivero. Curso Nacional del Cultivo del Aguacate, Maga, Profruta, Uruapan, Michoacán, México. 8 p
- Universidad de Michoacán. 2003. Sistema nacional de innovación: una aproximación teórica para la agricultura: el caso del cultivo de aguacate en Michoacán. Temas 29-39.
- USDA/APHIS. 2004. Final rule for the importation of Mexican Hass Avocados to all states except California, Florida and Hawaii. 16 pp.
- Witjaksono and Litz, R.E. 1998. Biotechnology strategies for improving avocado. Cal. Avocado Soc. Yearbook 82: 101-118.
- www.avocadocentral.com . 2018.
- www.avocadosource.com. 2017. Worldwide avocado data.
- www.extento.hawaii.edu. 2014. Avocado pests and diseases information.
- www.fas.usda.gov. 2016. Fresh avocado: production, supply and distribution in selected countries.
- www.infoagro.com . 2018.
- www.mapsofworld.com . 2018.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

5- ENTREGABLE MATERIAL TÉCNICO

Durante la colecta de muestras e implementación de programas MIP en fincas seleccionadas se procedió a la documentación fotográfica de plagas y enfermedades presentes en huertos de aguacate Variedad Hass. Esta información, sirvió como base para la elaboración de un manual técnico, posters y finalmente el desarrollo de una APP específico para las condiciones de producción en el área de estudio. Se desarrollaron dos posters donde se tomó en cuenta las etapas fenológicas del cultivo y su relación con presencia de plagas y enfermedades, con su recomendación para control (cuadro 29).

En cada visita a campo y estaciones experimentales en los tres departamentos se toman fotos para documentar el trabajo realizado. Se adjunta archivo con borrador inicial de folleto de plagas y enfermedades del aguacate en Guatemala.

Cuadro 29. Consolidado de materiales técnicos desarrollados por el proyecto IICA-CRIA-AGROEXPERTOS como apoyo a productos y Agroindustria de Aguacate Hass en Guatemala.

PRODUCTO	VERSIONES	STATUS ACTUAL	FECHA DE ENTREGA
Manual	Plagas y enfermedades	Impreso y laminado versión práctica para uso en campo por técnicos y productores de aguacate.	Febrero/2020
Poster	Plagas y Enfermedades	Impreso en alta resolución	Febrero/2020
Poster	Relación Etapas Fenológicas con control de Plagas y Enfermedades	Impreso en alta resolución	Febrero/2020
APP Aplicación para celulares Android Plagas y Enfermedades Aguacate Hass Guatemala.	Plagas y Enfermedades con Información Técnica Aguacate conexión MAGA, APEAM.	Desarrollado en versión celulares Android su nombre es GUATE-AGUACATE listo para ser bajado de Play Store	Febrero/2020

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

MANUAL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El manual que se desarrolló consta de 16 fichas con doble cara emplastadas tamaño media carta para apoyo en campo en la identificación de las principales plagas y enfermedades del aguacate Hass. Las fotos de alta resolución fueron tomadas por miembros del proyecto y la información técnica redactada de forma concisa y basada en una extensa revisión bibliográfica. En el manual se describen los principales insectos barrenadores de frutos de aguacate: *Stenomoma catenifer* (Lepidóptera, elachistinae), Palomilla barrenadora del hueso/semilla; *Conotrachelus perseae/aguacatae* (Coleóptera, curculionidae) barrenador pequeño del hueso/semilla; *Heilipus lauri* (Coleóptera, curculionidae), barrenador grande del hueso/semilla; *Macrocopturus aguacatae* (Coleóptera, curculionidae), barrenador de las ramas. Dándoles mayor importancia por ser insectos potencialmente de importancia cuarentenaria. En adición, se describen los trips, ácaros, Trioza y principales nemátodos fitoparasíticos (figura 58).

Con respecto a enfermedades son descritas la Antracnosis agente causal *Colletotrichum gloeosporioides*, la roña agente causal *Sphaceloma perseae*; el anillamiento del pedúnculo que es un síndrome multicausal que combina fitopatógenos con la fisiología del aguacate y la tristeza del aguacatero agente causal *Phytophthora cinnamomi*.

Como información extra importante se mencionan algunos controles químicos y biológicos para el manejo de insectos y fitopatógenos finalizando con muestreo y uso de trampas para el monitoreo de insectos plaga.

POSTERS TÉCNICOS

Se elaboraron dos posters con información técnica de las principales plagas y enfermedades que afectan al aguacate variedad Hass en Guatemala. El objetivo de ambos posters, fue mostrar de forma grafica y clara fotos de alta resolución para identificación de los insectos adultos y larvas afectando frutos de aguacate, además del daño o síntomas de la presencia de estas plagas. En uno de los poster el énfasis es en la identificación de plagas y enfermedades, mientras que en el segundo poster el énfasis es en la relación de las plagas y enfermedades con la fenología del cultivo de aguacate Hass bajo las condiciones de cultivo en los tres departamentos objetivo de este trabajo, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Ambos posters funcionarán como una referencia práctica para la identificación certera de plagas y enfermedades beneficiando a productores, técnicos de empresas privadas, técnicos de MAGA-VISAR, extensionistas de MAGA, estudiantes universitarios, estudiantes de EFAS, agroservicios a la agroindustria de aguacate de Guatemala (figura 59).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA–
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



APOYO A AGRICULTORES DE AGUACATE DE GUATEMALA

Este documento se elaboró con el apoyo del Proyecto IICA-CRIA Sub-Programa de Aguacate con financiamiento de USDA.

Autores:
Dr. Marco Antonio Arévalo Guerra
Ing. Oscar David Bonilla Aguirre

Colaboradores:
Ing. José Eduardo Tischen Molina
Dr. Enio Cano
Ing. Marvin Morales Chang

AGROEXPERTOS
Diagonal 6, 15-47 local 1 zona 10
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Teléfonos: +502 5201-2104 / 2366-5941
Fax: +502 2367-3454
E-mail:
marco.arevalo@agroexpertos.com

IICA GUATEMALA
Representante:
Ing. María Febres
7ª Avenida 14-44 Zona 9, Edif.
La Galería, oficina 402
01009, Guatemala, Guatemala C.A.
Teléfono: +502 2386-5902
Fax: +502 2386-5923
E-mail: iica.gt@iica.int
Sitio Web: www.iica.int



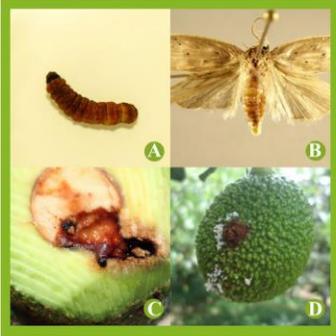
PALOMILLA BARRENADORA DEL HUESO/ SEMILLA DEL AGUACATE (<i>Stenoma catenifer</i> Walsingham)	PALOMILLA BARRENADORA DEL HUESO/SEMILLA DEL AGUACATE (<i>Stenoma catenifer</i> Walsingham)
 <p>A: Larva; B: Adulto de <i>Stenoma catenifer</i>; C: Daño en pulpa y semilla; D: Daño en el fruto. Créditos de las fotografías: A y B: Dr. Enio Cano; C: UC Riverside; D: Senovva.</p>	<p>AGENTE CAUSAL</p> <p>• Stenoma catenifer (Lepidoptera: Elachistidae) El daño es causado por la larva del insecto. Es una de las principales plagas cuarentenarias del aguacate Hass. El ciclo de vida es de unos 2 meses.</p> <p>• Adultos (B) son Palomillas de 10-15 mm de largo, de color café-grisáceo, con pequeños puntos en cada ala formando una línea en forma de "S". Cuando el adulto está en reposo, las alas están cerradas hacia atrás, muy pegadas al cuerpo. Las alas completamente abiertas miden 20-25 mm. Coloca huecos de forma individual o en grupo en el pedúnculo y fruto donde al nacer inician su daño.</p> <p>• Larva (A) es de 16-25 mm de longitud máxima. En sus primeras etapas son de color blanco-grisáceo y en las últimas, de color púrpura o rojizo. La cabeza y el escudo torácico son café. En su último estadio larval salen del fruto y caen al suelo para pupar. Se encuentran de 1 a 3 larvas por fruto.</p> <p>• Pupas: De tipo obtecta, color café oscuro, de unos 20 mm de longitud. Ocasionalmente se encuentran dentro del fruto, pero usualmente la pupación ocurre en el suelo.</p> <p>DAÑO</p> <p>• La larva perfora el fruto y se alimenta de la pulpa hasta llegar a dañar la semilla, generando la caída prematura de frutos infestados (C,D). • El orificio de entrada se torna negro donde produce exudados blancos y acumulación de aserrín y excremento.</p> <p>MANEJO</p> <p>• Monitoreo: 1) Muestreo de frutos, ramas y presencia de adultos en el 10% de los árboles plantados/ha. 2) Colocación dentro del árbol de trampas blancas tipo Jackson con feromonas específicas.</p> <p>• Control Cultural: 1) Recolección de frutos infestados en el árbol y los caídos en el suelo. Enterrar a una profundidad mínima de 50 cm y tapar con capa de suelo de 25 a 30 cm bien compactado. 2) Realizar podas sanitarias y quemar las ramas.</p> <p>• Control Químico: Se recomienda la aplicación de deltametrina y Cipermetrina.</p> <p>• Control Biológico: Aplicación de hongos entomopatógenos tipo <i>Metarhizium</i> y <i>Beauveria</i>; Aspersiones de <i>Bacillus thuringiensis</i>. Se han reportado parasitoides de 3 familias del Orden Hymenoptera: Braconidae, Cynipidae, Ichneumonidae, y una del Orden Diptera: Tachinidae. Dos especies del género <i>Apanteles</i> (Hymenoptera: Braconidae: Microgasterinae).</p>

Figura 58. Carátula y ejemplo de ficha técnica mostrando fotos de adulto, larva, daño y la información de la biología de *Stenoma catenifer* en el Manual de Identificación de Plagas y Enfermedades del Cultivo de Aguacate (*Persea americana*) Var. Hass en Guatemala.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

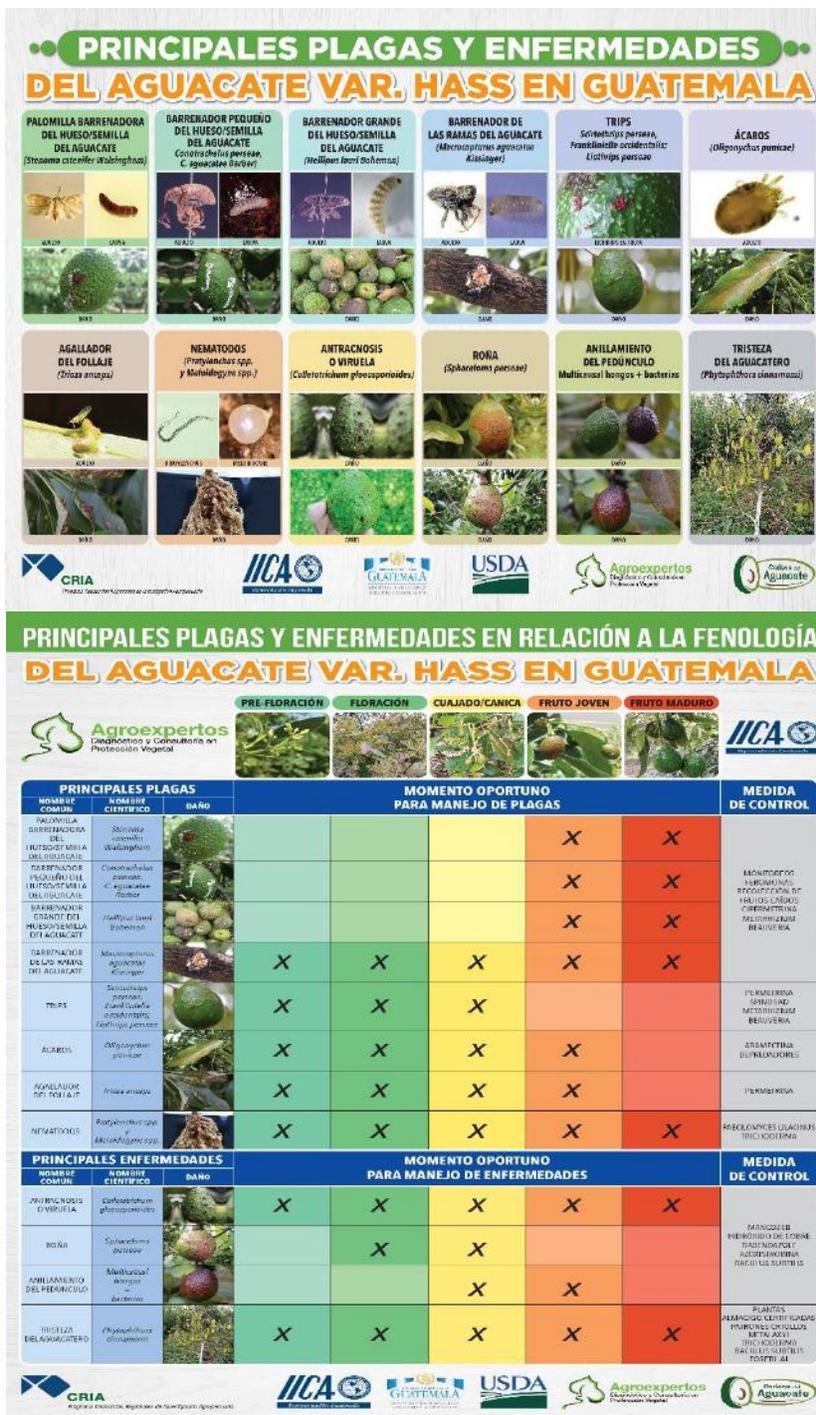


Figura 59. Posters técnicos desarrollados por el proyecto sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS mostrando características clave para su identificación y su relación con la fenología del cultivo de aguacate Hass en Guatemala.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

APP PARA CELULAR ANDROID

Se desarrolló una aplicación para celulares con sistema Android donde se colocó la información técnica de las principales plagas y enfermedades del aguacate Hass en Guatemala. La aplicación se encuentra disponible en Play Store y su nombre es GUATE AGUACATE. Todas las personas relacionadas con la agroindustria de aguacate en Guatemala y el mundo tienen acceso a la identificación e información biológicas de las principales plagas que afectan al aguacate Hass en Guatemala. En adición, la aplicación ofrece links o conectividad con los sitios web del MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala), FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala) y APEAM (Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México).

6- ENTREGABLE CAPACITACIÓN PRODUCTORES Y TÉCNICOS

En total se realizaron 12 eventos de capacitación enfocados a productores y técnicos de aguacate Hass de los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Los principales objetivos fueron la transferencia de conocimientos teóricos y generados por el proyecto, además de la aplicación práctica en campo para mejorar el manejo integrados de las principales plagas y enfermedades que afectan la producción de aguacate Hass en Guatemala (cuadro 30).

Todos los eventos se llevaron a cabo en un esfuerzo coordinado con IICA-CRIA, MAGA-VISAR/ESNER, Cadena del Aguacate y AGROEXPERTOS. Además, se tomó en cuenta a Instituciones de investigación como ICTA, universidades y escuelas EFAS que funcionan en los departamentos donde se desarrolló el proyecto. Se logró capacitar a un total de 445 personas relacionadas con el cultivo de aguacate Hass en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. El personal que impartió las capacitaciones fue principalmente de AGROEXPERTOS, pero también se contó con participación del personal de IICA-CRIA, ICTA Y MAGA-VISAR.

Las convocatorias se hicieron con la debida anticipación dando prioridad a la participación de productores de aguacate. El cuadro 31 muestra la invitación a convocatoria del evento llevado a cabo en La Democracia, Huehuetenango donde capacitó a los participantes acerca de la identificación, monitoreo y biología de barrenadores del fruto considerados como potenciales plagas cuarentenarias. También se discutió la utilización de trampas para captura y monitoreo de estas plagas, además de discutir el tema de enfermedades importantes como la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y la roña causada por el hongo *Sphaceloma perseae*. Las sesiones de capacitación fueron también impartidas a los productores de Quetzaltenango y San Marcos.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 30. Consolidado de reuniones de capacitación técnica para productores y técnicos cultivo de Aguacate Hass en Guatemala impartidos por proyecto Sub-programa de Aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Localidad/Evento	Participantes					
	Fecha	Productores Aguacate	Técnicos (MAGA)	Técnicos (Sector privado)	Otros	Total
1-) Quetzaltenango, Quetzaltenango Información Proyecto	20/Feb/2019	4	7	2	-	13
2-) Jacaltenango, Huehuetenango Información Proyecto	22/Marzo/2019	27	3	12	-	42
3-) San Marcos, San Marcos Información Proyecto	26/Marzo2019	10	2	3	-	15
4-) San Marcos, San Marcos Plagas Cuarentenarias Aguacate Hass	30/Mayo/2019	50	10	12	1	73
5-) Quetzaltenango, Quetzaltenango Plagas Cuarentenarias Aguacate Hass	31/Mayo/2019	10	15	6	1	32
6-) La Democracia, Huehuetenango Plagas Cuarentenarias Aguacate Hass	07/Junio/2019	29	7	8	2	46
7-) Jacaltenango, Huehuetenango Día de Campo	18/Oct/2019	39	5	13	-	57
8-) Sipacapa, San Marcos Plagas Cuarentenarias Aguacate Hass	22/Nov/2019	76	-	5	-	81
9-) San Marcos, San Marcos Día de Campo	28/Nov/2019	27	3	7	2	39
10-) San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango Día de Campo	29/Nov/2019	7	7	6	-	20
11-) San Marcos, San Marcos Presentación Materiales Técnicos	9/Dic/2019	7	3	2		12
12-) La Democracia, Huehuetenango Presentación Materiales Técnicos	10/Dic/2019	10	1	4		15
Total participantes		296	63	80	6	445

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Cuadro 31. Ejemplo de convocatoria para reunión técnica realizada en Huehuetenango. 46 participantes representando a la Agro-Cadena del Aguacate, ICTA, MAGA, MAGA-VISAR, Extensionistas de MAGA-SNER, productores de Huehuetenango, Universidades, estudiantes de agricultura.

FECHA: Viernes 7 de Junio de 2019. LUGAR: Hotel Texas, La Democracia, Huehuetenango. HORA: 8:00 a 14:00 horas. OBJETIVO: Informar al comité de actores locales de la cadena de aguacate sobre la Biología de barrenadores del Aguacate y la metodología de trapeo.

HORA	ACTIVIDAD	TEMA	RESPONSABLE
8:45	Registro participantes		Sub-Programa de Aguacate IICA-CRIA
9:00	Inauguración	- Bienvenida - Objetivos del evento	Dr. Marco Arévalo, Director de Proyecto
9:10	Exposición.	Importancia de las plagas cuarentenarias para la exportación de Aguacate	Ing. Oscar Bonilla Co-Director
9:45	Exposición	Monitoreo oficial plagas cuarentenarias aguacate Quetzaltenango	Ing. Jorge Castillo Proyecto Aguacate IICA-CRIA
10:00		RECESO CAFÉ	
10:30	Capacitación	Biología de Barrenadores de ramas y frutos de Aguacate Curculiónidos	Dr. Enio Cano Agroexpertos
11:15	Capacitación	Biología del barrenador del fruto <i>Stenoma catenifer</i>	Dr. Marco Arévalo Agroexpertos
12:00	Capacitación	Métodos de trapeo para la detección y monitoreo de barrenadores de ramas y frutos	Ing. Marvin Morales Agroexpertos
12:45	Experiencia	Conclusiones y recomendaciones	Todos los participantes
13:00	Convivencia	Almuerzo.	Todos los participantes

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

La figura 60 presenta los porcentajes de participación en los eventos de capacitación del proyecto IICA-CRIA-AGROEXPERTOS por género y por sector productivo y público. Del total de personas capacitadas un 11% correspondió al género femenino y un 89% al género masculino. Desde el punto de vista de participación por sector la mayoría fueron productores con un 58% del total (cooperativas+productores), le siguen en orden de participación técnicos del sector privado con 29%, técnicos del sector público con 11% (MAGA-VISAR-ESNER) y 2% de investigadores de universidades e instituciones de la región de occidente.

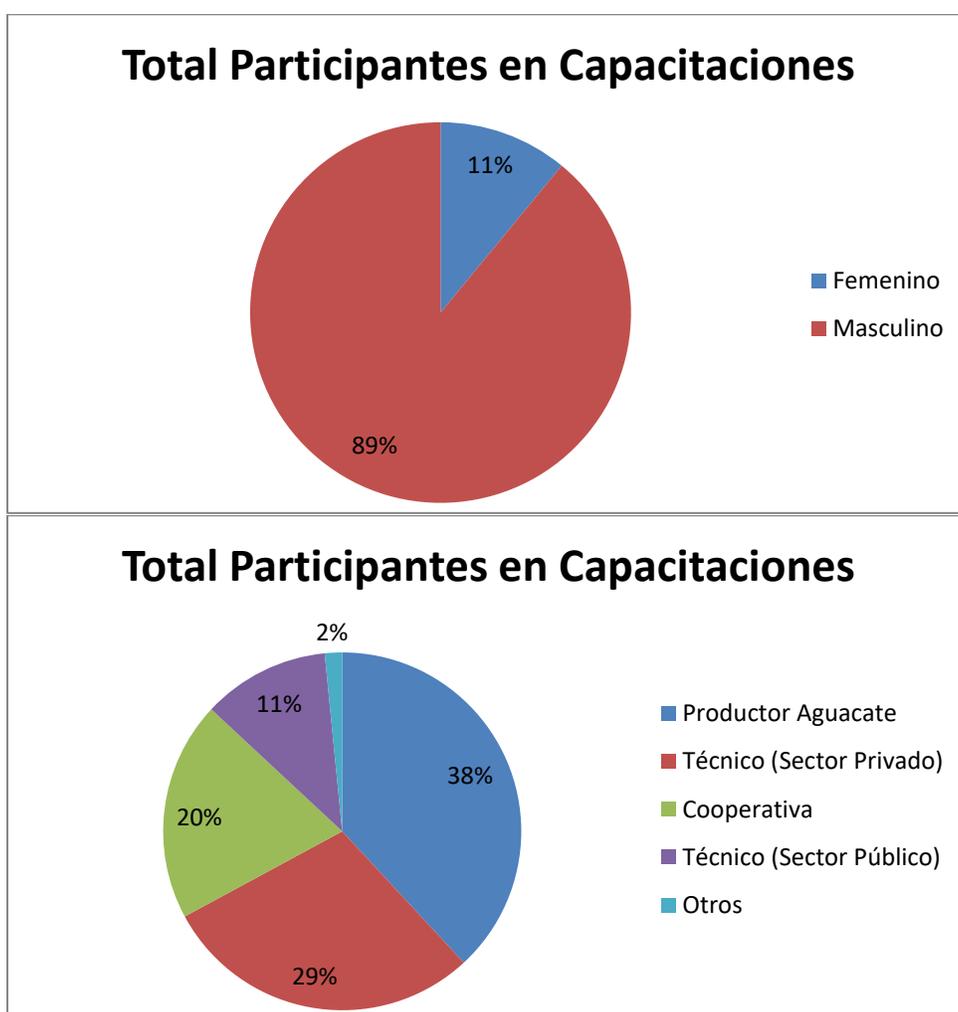


Figura 60. Porcentajes totales de participación en eventos de capacitación proyecto Sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS por género (hombres y mujeres) y porcentajes de participación totales por sector productivo y sector público.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

Las figuras 61 y 62 muestran las sesiones de capacitación teóricas y prácticas realizadas por el proyecto sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. La figura 63 presenta la validación y entrega de los materiales técnicos generados por el proyecto que incluyeron posters, manual de identificación de plagas y enfermedades y una APP para celular Android.



Figura 61. Sesiones de capacitación de plagas y enfermedades del aguacate Hass impartidas por el proyecto sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 62. Días de campo para capacitación en calibración de equipos de aspersión, colocación de trampas y manejo integrado de plagas y enfermedades para aguacate Hass impartidas por el proyecto sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla



Figura 63. Validación y entrega de materiales técnicos desarrollados por el proyecto sub-programa de aguacate IICA-CRIA-AGROEXPERTOS. Los materiales técnicos incluyeron dos posters, un manual para la identificación de Plagas y Enfermedades y una aplicación para celular Android APP. Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

7. ACUERDO CON MAGA-VISAR

ACCIONES DESARROLLADAS DURANTE CONSULTORÍA PARA ENTREGABLE 7.

El objetivo principal de este entregable es que el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) a través del viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR) OFICIALICE Y RECONOZCA los resultados de identificación de plagas y enfermedades de aguacate del laboratorio AGROEXPERTOS como encargado de este estudio/consultoría en aguacate Hass.

ACCIONES REALIZADAS PARA ENTREGABLE 7 DE LA CONSULTORIA

- 1- Se llevó a cabo una reunión el 18 de octubre de 2018 en las oficinas del MAGA-VISAR en la que estuvieron presentes Ing. Jorge Gómez, director MAGA-VISAR, Ing. Julio Romeo Álvarez director del Departamento de Epidemiología MAGA-VISAR, Licda. Maribel Poroj departamento jurídico MAGA-VISAR, Dr. Marco Arévalo, director de Proyecto e Ing. Oscar Bonilla, Co-director. En esta reunión se presentó a las autoridades del MAGA-VISAR los objetivos del estudio de plagas y enfermedades de aguacate Hass en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Otro de los objetivos de la reunión fue consolidar una cooperación estrecha con el departamento de epidemiología del MAGA-VISAR para que su personal que trabaja en los departamentos antes mencionados nos apoyara con la recolección de muestras y la colocación de trampas en huertos de aguacate Hass.

Como resultado de esta reunión el Ing. Jorge Gómez nos solicitó enviar una carta/solicitud dirigida al viceministro del VISAR Lic. Byron Acevedo donde oficialmente solicitáramos el reconocimiento de pruebas de análisis y metodología para identificación de plagas y enfermedades utilizadas por el laboratorio AGROEXPERTOS. De esta forma se procedió a elaborar y enviar la carta que se presenta en este documento de fecha 25 de octubre de 2018 y recibida en el despacho del viceministro el 12 de octubre de 2018. Carta firmada y sellada por Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla (Fig. 64). Se nos indicó por parte de la Licda. Poroj que este proceso debe ser estudiado por el departamento jurídico del MAGA-VISAR y que le darán el seguimiento respectivo. En adición, el Ing. Julio Romeo Álvarez se comprometió a apoyar con su equipo de epidemiólogos en la recolección de muestras y colocación de trampas en los tres departamentos del estudio lo cual efectivamente se llevó a cabo.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-
Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

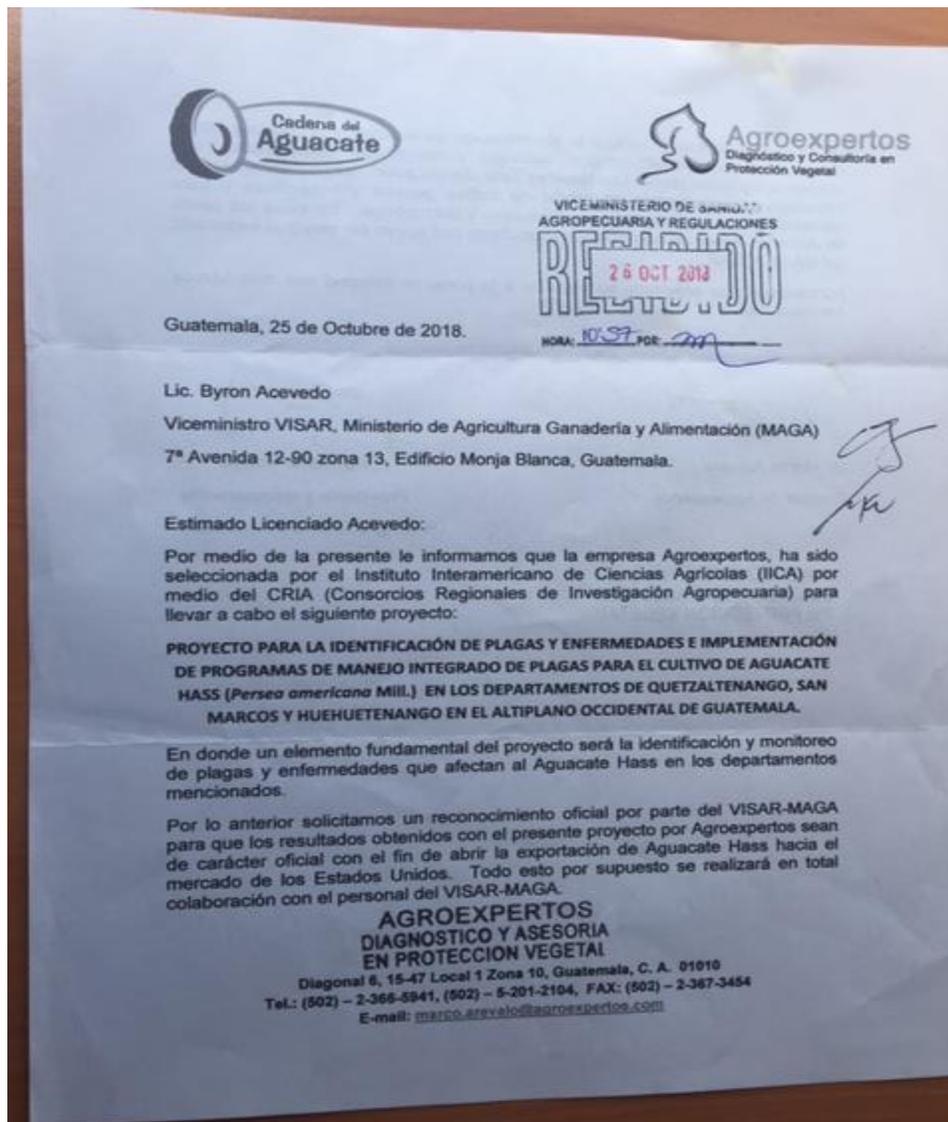


Figura 64. Documento solicitud para aceptación de datos entregado en despacho del Viceministro Lic. Byron Acevedo MAGA-VISAR recibido en su despacho fecha 26/Octubre/2018.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- 2- Desde la entrega de la carta se ha dado seguimiento mensual para monitorear el avance del procedimiento con el Ing. Jorge Gómez.
- 3- Otra acción tomada por el proyecto para asegurar la aceptación de datos de identificación de plagas por MAGA-VISAR fue la contratación a inicios del 2019 del Dr. Enio Cano, quien es biólogo graduado de la universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y además, tiene un doctorado en entomología de la universidad autónoma de México con estudios de pos-doctorado en Francia e Inglaterra. Se especializa en la identificación/taxonomía de insectos tanto benéficos como plaga, también ha escrito libros y publicado en journals/revistas especializadas de Entomología nacionales e internacionales. El doctor Cano llevó a cabo un trabajo excelente de colecta e identificación de plagas (insectos y otros artrópodos) con todo el rigor científico requerido para este estudio por lo que estamos seguros que será aceptado en su momento por el MAGA-VISAR.
- 4- Se llevó a cabo reunión el 2 de agosto de 2019 en las oficinas del MAGA-VISAR en la que estuvieron presentes Ing. Jorge Gómez, director MAGA-VISAR, Ing. Julio Romeo Álvarez director del Departamento de Epidemiología MAGA-VISAR, Licda. Maribel Poroj departamento jurídico MAGA-VISAR, Dr. Marco Arévalo, director de Proyecto, Ing. Oscar Bonilla, Co-director, Licda. Karla Tay (USDA) e Ing. Luis Caniz (APHIS). El objetivo de esta reunión fue dar el seguimiento a la solicitud enviada al viceministro para la aceptación de los datos de plagas y enfermedades generados por el proyecto. También, con la presencia y apoyo de la Licda. Tay y del Ing. Caniz de USDA y APHIS respectivamente, ambos expresaron el interés por parte del gobierno de Los Estados Unidos de América para que este tipo de proyectos sirvan para facilitar en un futuro cercano la exportación de aguacate Hass hacia el mercado norteamericano. Se nos indicó por parte de los ingenieros Gómez y Álvarez que la solicitud sigue su proceso pero en este momento existe el inconveniente del inminente cambio de autoridades en MAGA debido a las elecciones de 2019.
- 5- Se llevó a cabo reunión el 3 de octubre de 2019 en las oficinas del laboratorio parasitología vegetal del MAGA-VISAR, localizado en el Km. 22 ruta al pacífico. A esta reunión asistieron el Ing. Guillermo Ortiz, director del laboratorio, Lic. Andrés Ávalos, coordinador del laboratorio, Dr. Marco Arévalo, director de Proyecto y Dr. Enio Cano, Agroexpertos. El objetivo de la reunión fue la presentación de los datos preliminares de identificación de plagas de importancia cuarentenaria en aguacate Hass detectadas por el proyecto e identificadas por el Dr. Cano. Se hizo énfasis en la necesidad de colaboración estrecha con el laboratorio de MAGA-VISAR para la aceptación de los datos generados por el proyecto. Se obtuvo una respuesta muy positiva y se nos indicó que estarán a la espera de la resolución de la solicitud de aceptación de datos presentada al MAGA-VISAR.
- 6- Se cuenta con el compromiso del actual ministro de agricultura Ing. Oscar David Bonilla Aguirre de que el MAGA-VISAR aceptará los datos de plagas cuarentenarias generados por este estudio.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

Identificación de plagas y enfermedades e implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas para el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango en el altiplano occidental de Guatemala. Dr. Marco Arévalo e Ing. Oscar Bonilla

- 7- ACCIONES FUTURAS: Se estarán presentando los resultados finales generados por el proyecto sobre todo de plagas cuarentenarias detectadas e identificadas en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango. Los ingenieros Jorge Gómez (director) y Julio Romeo Álvarez (coordinador epidemiología) continúan trabajando en el MAGA-VISAR y esperamos contar con el apoyo de las nuevas autoridades incluyendo al nuevo ministro de MAGA el Ing. Oscar Bonilla y el nuevo/a viceministro de MAGA-VISAR.