

Consulta de expertos en América Latina y el Caribe sobre las prácticas de manejo más utilizadas para el control de las principales plagas y enfermedades del cacao

Diciembre de 2024

Financiado por USAID



Con apoyo complementario por parte de la Iniciativa Soluciones Positivas para la Naturaleza del oneCGIAR



INITIATIVE ON
Nature-Positive
Solutions

Informe técnico

Consulta de expertos en América Latina y el Caribe sobre las prácticas de manejo más utilizadas para el control de las principales plagas y enfermedades del cacao

Elaborado por:

Cuellar Palacios Claudia Marcela¹, Thomas Evert¹, Zavaleta Diego¹, Zambrano Flores Fanny¹, Bahia Cassia¹⁷, Orozco Luis Alberto², Abel Farfán¹, Yovera Espinoza Fredy¹, Chia Wong Julio Alfonso²⁵, Márquez Dávila Kadir John⁴⁸, Díaz Valderrama Jorge Ronny³¹, Agudelo Castañeda Genaro Andrés⁷, De Mattos Sobrinho Catarina Cotrim²⁸, Solís Bonilla José Luis⁴⁵, Hernández Ruiz José Matías²⁴, Espinoza Roca Marjorie³⁴, Baez Daza Eliana Yadira⁷, Rodríguez Callañaupa Carlos Armando⁶⁶, Solís Karina³⁴, Colmenares Medina Ricardina¹⁷, Hincapié Echeverri Óscar Darío⁹, Honorato Júnior Jaime⁷⁷, Guerra Adalia⁴², Cruz Choque David²⁶, Murrieta Medina Edgardo⁵³, Segura Magaña Eufemia, Beingolea Ayala Teófilo¹⁸, Ganchozo Loor Wellington³⁴, Maldonado Fuentes Casto²⁶, Cañar Serna Dubert Yamil⁷, Morillo Franklin¹⁷, Sotomayor Cantos Ignacio³⁴, Abrego Jonatan³, Solano Jiménez Luis Fernando⁶⁹, Ramírez Guillermo Miguel Ángel⁴⁵, Gutiérrez Yeisson⁷, Abrego Baker Bartolome³, Ac Erick⁴, Adames Disla Ignacio⁵, Agreda Adalid⁶, Aguilar Montesinos Hugo⁸, Aguirre Correa Carlos Andrés⁹, Aldana Rojas Gustavo¹⁰, Aldava Sumaran Yonel Cristian¹¹, Altamirano Flores Esteban¹², Alvarado Labajos Jhoner¹, Álvarez García Benjamín¹, Amaya Nancy¹³, Andrade Jhonny¹⁴, Arciniegas Leal Adriana¹⁵, Arévalo Mori James⁸, Arostegui Rodolfo, Arroyo José Luis¹⁶, Avila Ramírez Julio Isael¹⁷, Baldera German Alfonzo⁵, Belloso Contreras Yovani Adalberto⁶, Bevilaqua de

Albuquerque Paulo Sérgio¹⁹, López Bósquez Jonathan Bismar, Bolaños Ortega Milton José²⁰, Brenes Loaiza Alejandro²¹, Cabezas Guerrero Milton Fernando²², Cabezas Huayllas Oscar, Calderón Becerra Luis Eduardo⁹, Calderon Peña Darío¹⁷, Camacho Álvaro²³, Camejo Carmen²⁴, Cañarte Ernesto, Carabalí Muñoz Arturo⁷, Castaño Castro Justo Pastor¹⁰, Castro Tuarez Jaime¹⁴, Cayotopa Torres José Jaime¹, Charles Delabie Jacques Hubert¹⁹, Cuello Rodríguez Juan Miguel⁵, Da Silva Santos Mírian²⁷, De Souza Quaresma João Paulo²⁹, Delgado Vásquez José Ever⁸, Diaz Soza Oscar Alexander³⁰, Doria Manuel, Echavarría del Rosario Gabriel, Edmundo Prado Honorio³², Esperanza Moore Yeremdi⁵, Espinoza Eduardo³³, Falla Alejandro³⁴, Feitosa Jucá Francisca²⁷, Fernández Fabián³⁴, Flores Edwin Fabian³⁵, Galán Miguel³⁶, García Aguilar Sonia¹³, García Mori Marwin⁸, Garibaldi Inocencio³⁷, Garrido Ramírez Eduardo Raymundo³⁸, Gavilanes Juan¹⁴, Giraldo Daza Gustavo Adolfo¹⁰, Gómez David Jaider Alberto³⁹, Gómez Quant José⁴⁰, González Gaviria Kervin⁴¹, Guerra Arévalo Héctor⁴³, Guerrero Marcucci Isaías Ernesto⁴⁴, Guerrero Raquel²², Gutiérrez Eduardo, Gutiérrez Bárbara¹⁷, Guzmán Camilo, Ramos Hernández Eder⁴⁵, Hernández Gómez Elizabeth⁴⁵, Hernández Hernández Carolina⁴⁵, Jarquin Chavarria Oneyda⁴⁰, Jordão Jéssica²⁷, León Andrés⁴⁶, López Guillén Guillermo⁴⁵, López Bósquez Jonathan, Cuarán Viviana Lucia⁷, Macías Francisco, Maldonado Osorio Walter Gerardo⁴⁷, Marcillo Gabriel, Martínez Bolaños Misael⁴⁵, Martínez Botello Darwin Hernando⁷, Martínez Olmedo⁵⁹, Medina Pavón Jimmy⁴⁹, Mejía Mota Lidia⁵, Mejía Roberto Alfredo⁵⁰, Melo Rojas Ruth Milena¹⁰, Mestanza Saul³⁴, Mestra Sierra Juan Sebastián¹⁰, Meza García Ana Patricia, Miranda Fargas José Bismarck^{13,40}, Miranda Felix¹⁴, Mo Hugo⁵¹, Montañó Ledesma Segundo Oberman¹⁰, Montes Prado Millerlandy⁷, Montilla Coronado Rafael Paúl¹⁷, Moreno Medina Anderson¹⁰, Moreno Sánchez Juan Carlos, Mosquea García Ramon⁵, Mota Zorrilla Johan Manuel⁵, Muriel Ruiz Sandra Bibiana⁵², Navarrete Cedeño José Bernardo, Navas Nilton⁵⁴, Nolasco Caballero Ideyla Edith⁵⁵, Nolasco Mario⁵⁶, Ormaza Marcos⁵⁷, Ortiz García Carlos Fredy⁵⁸, Ortiz Narciso⁵⁹, Oscco Medina Itnan⁸², Pacheco

Ramírez Edgar Daniel⁶⁰, Palacio Rodolfo⁵⁹, Palacio Mariano Diogenes⁵⁹, Parco Quispe Máximo⁸², Payano Severino Loker⁵, Paz Werner⁴⁷, Peñaherrera Villafuerte Sofia³⁴, Pereira Jadergudson²⁷, Peres Gramacho Karina¹⁹, Pérez Fandiño Tomás Enrique⁶¹, Perla Rivas Oscar Francisco⁵⁴, Perla González Elías⁵⁴, Pico Rosado Jimmy Trinidad³⁴, Pinedo José, Piñan Rodríguez Anderson, Portillo Eguizabal Giovanni⁶², Quiroz Vera James³⁴, Quispe Jesus⁶³, Ramos de Lima Luciano, Reyes Sophya⁶⁴, Ríos Ruiz Rolando Alfredo²⁵, Rivera Juan Carlos⁶⁵, Rivera Justo Frank¹, Rivera Matute Rafael Manuel⁴⁰, Rocha Eldo, Rocha Niella Givaldo¹⁹, Rodrigo Kramer Vitor, Rodríguez Diaz Hans¹⁰, Rodríguez Tercero Oscar Danilo⁶⁴, Rodríguez Polanco Eleonora⁷, Rosario Suarez Glenys⁵, Rumbos Raisa¹⁷, Salazar Díaz Ricardo⁶⁷, Salazar Castaño Claudia Marcela¹⁰, Salazar Salazar Claudia Patricia¹⁰, Salomon De Los Angeles Emilio Alfonso⁵, Santos Elisângela^{19, 27}, Sevilla Rodrigo⁶⁸, Sifuentes García Denise Victoria, Sodré George Andrade²⁷, Sousa Andre⁷⁰, Suárez García Junior Antonio⁷¹, Suero Guzmán Wendy De Jes s⁵, Tejada Perez Jose Ramon⁵, Tinoco López Jiltza Mercedes⁴⁰, Tocaundo Francis, Torres Mois s^{19, 27}, Trujillo Granados Tatiana⁴⁰, Urrego Posso Jhorman Esteban⁹, Vargas Vasquez Daniel Alberto³⁹, Velandia Pinilla Alonso³⁹, Vélez Mayra²², Vélez Zambrano Sergio Miguel⁷², Vieira Midlej Stela Dalva¹⁹, Villacres Alexis⁷³, Vivas González Santos Enrique⁷⁴, Yalta Hernández Luis Rivelinho⁷⁵, Zacarías Gutiérrez Manuel⁷⁶, Wyckhuys Kris^{78,79,80,81}, Atkinson Rachel¹.

Organizaciones:

¹Alliance Bioversity International & CIAT, ²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, ³Cooperativa de Servicios Múltiples Cacao Bocatoreña COCABO R.L., ⁴A&CPRO, ⁵CONACADO ONG, ⁶CLUSA El Salvador, ⁷Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, ⁸Allima Cacao, ⁹Compañía Nacional de Chocolates, ¹⁰Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ¹¹Cooperativa Agraria de Cacao Aromático CAP Colpa de Loros, ¹²HUB, ¹³PROCACAO, ¹⁴ECUAQUIMICA, ¹⁵Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, ¹⁶Cooperativa PANGO, ¹⁷Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA, ¹⁸RIKOLTO – ONGD, ¹⁹Ministerio de Agricultura e Pecuaria CEPLAC, ²⁰Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, ²¹Oficina Nacional de Semillas, ²²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ²³Lutherab World Relief, ²⁴Fundación Instituto de Estudios Avanzados IDEA, ²⁵Universidad Nacional Agraria de la Selva, ²⁶Universidad Mayor de San Andrés, ²⁷Universidad Estatal de Santa Cruz, ²⁸Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia ADAB, ²⁹Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia-Idaron, ³⁰Cooperativa La Campesina, ³¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ³²Técnicas Baltim de Colombia S.A., ³³Cooperativa Norandino, ³⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, ³⁵AVGUST Ecuador S.A., ³⁶12Tree, ³⁷Ministerio de Desarrollo Agropecuario MIDA, ³⁸Universidad Tecnológica de la Selva, ³⁹Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO, ⁴⁰Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, ⁴¹Consorcio Cobertura CDMB, ⁴²Corporación venezolana de Guayana CVG, ⁴³Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IAP, ⁴⁴Instituto Superior de Educación Rural ISER, ⁴⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP, ⁴⁶AGROARRIBA, ⁴⁷PROPETEN, ⁴⁸Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ⁴⁹Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, ⁵⁰Cooperativa

CACAONICA R.L., ⁵¹Asociación Katbalpom, ⁵²Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, ⁵³Desarrollo Rural Sustentable DRIS, ⁵⁴Asociación de Cuencas del Golfo de Fonseca ACUGOLFO, ⁵⁵Comision Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas DEVIDA, ⁵⁶RED MADRE CACAO, ⁵⁷BIOCACAO S.A., ⁵⁸Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, ⁵⁹Ministerio de Desarrollo Agropecuario MIDA, ⁶⁰Productores Colombianos de Cacao PROCOLCACAO, ⁶¹Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, ⁶²Alimentos Costeños S.A., ⁶³Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF, ⁶⁴Exportadora Atlantic S.A. Grupo ECOM, ⁶⁵APROFIGURA, ⁶⁶Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú SENASA, ⁶⁷Tecnológico de Costa Rica TEC, ⁶⁸Kampura, ⁶⁹Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA, ⁷⁰Mondelez, ⁷¹Cooperativa CACAONICA R.L., ⁷²Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL, ⁷³YARA, ⁷⁴COMUCOR, ⁷⁵Tierra Mágica SAC, ⁷⁶Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA, ⁷⁷Universidad EARTH, ⁷⁸Chrysalis Consulting, ⁷⁹Institute for Plant Protection - China Academy of Agricultural Sciences (CAAS), ⁸⁰School of Biological Sciences - University of Queensland, ⁸¹Food and Agriculture Organization (FAO), ⁸²Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.



Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Diciembre de 2024

Tabla de contenido

Agradecimientos	14
Resumen.....	15
Introducción	24
Objetivo	28
Objetivos específicos	28
Materiales y métodos	28
Encuestas de plagas/enfermedades.....	30
Formato de las encuestas	31
Especialistas encuestados	32
Análisis descriptivos	33
Análisis estadísticos.....	33
Resultados y discusión	35
Características sociodemográficas	35
Área de conocimiento.....	35
Años de experiencia.....	36
Sector de trabajo	37
Capítulo Perú	39
Cobertura geográfica	39
Respuestas por enfermedad	40
Respuestas por plaga	41
Capítulo Colombia	43
Cobertura geográfica	43
Respuestas por enfermedad	44
Respuestas por plaga	45

Capítulo Ecuador	47
Cobertura geográfica	47
Respuestas por enfermedad	48
Respuestas por plaga	49
Capítulo Brasil	51
Cobertura geográfica	51
Respuestas por enfermedad	52
Respuestas por plaga	53
Capítulo Bolivia	55
Cobertura geográfica	55
Respuestas por enfermedad	56
Respuestas por plaga	57
Capítulo Venezuela	58
Cobertura geográfica	58
Respuestas por enfermedad	59
Respuestas por plaga	60
Capítulo México	62
Cobertura geográfica	62
Respuestas por enfermedad	63
Respuestas por plaga	64
Capítulo Centroamérica y el Caribe	66
Cobertura geográfica	66
Respuestas por enfermedad	68
Respuestas por plaga	69
Control de enfermedades en la región	71
<i>Moniliophthora roreri</i>	72
Incidencia y severidad	73
Época del año y etapa fenológica	75

Métodos de control.....	76
Control cultural.....	77
Control biológico.....	88
Control químico	98
Control genético.....	108
Análisis de componentes principales	111
Conclusiones	113
<i>Moniliophthora perniciosa</i>	115
Incidencia y severidad	116
Época del año y etapa fenológica	118
Métodos de control.....	119
Control cultural.....	120
Control biológico.....	130
Control químico	139
Control genético.....	149
Análisis de componentes principales	152
Conclusiones	153
<i>Phytophthora palmivora</i>	155
Incidencia y severidad	156
Época del año y etapa fenológica	158
Métodos de control.....	159
Control cultural	160
Control biológico	170
Control Químico	180
Control genético	189
Análisis de componentes principales	192
Conclusiones	194
<i>Rosellinia sp.</i>.....	196
Incidencia y severidad	197

Época del año y etapa fenológica	198
Métodos de control.....	199
Control cultural	201
Control biológico	210
Control Químico	218
Control genético	227
Análisis de componentes principales	230
Conclusiones	231
<i>Colletotrichum spp.</i>.....	233
Incidencia y severidad	234
Época del año y etapa fenológica	235
Métodos de control.....	236
Control cultural	237
Control Químico	246
Control genético	256
Conclusiones	258
<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>	259
Incidencia y severidad	260
Época del año y etapa fenológica	261
Métodos de control.....	262
Control cultural	264
Control Químico	273
Control biológico	281
Control genético	282
Conclusiones	284
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	286
Incidencia y severidad	287
Época del año y etapa fenológica	288
Métodos de control.....	289

Control cultural	290
Control Químico	299
Control biológico	305
Control genético	306
Conclusiones	307
Control de plagas en la región	309
<i>Monalonion dissimulatum</i> (Hemiptera: Miridae).....	310
Incidencia y severidad	311
Época del año y etapa fenológica	312
Métodos de control.....	313
Control cultural	314
Control biológico	323
Control Químico	329
Control genético	336
Control etológico	337
Análisis de componentes principales	338
Conclusiones	339
<i>Carmanta</i> spp. (Lepidoptera: Sesiidae).....	341
Incidencia y severidad	343
Época del año y etapa fenológica	344
Métodos de control.....	345
Control cultural	346
Control biológico	356
Control químico.....	364
Control etológico	374
Control genético	379
Análisis de componentes principales	381
Conclusiones	383
<i>Xyleborus</i> sp. (Curculionidae: Scolytinae)	384

Época del año y etapa fenológica	385
Métodos de control.....	386
Control cultural	387
Control biológico.....	388
Control etológico.....	388
Control químico	388
Control genético.....	389
<i>Steirastoma breve</i> (Coleoptera: Cerambycidae)	390
Métodos de control.....	391
Control cultural	392
Control químico	393
Control etológico.....	393
<i>Heilipus unifasciatus</i> (Coleoptera: Curculionidae)	394
Métodos de control.....	394
Control cultural	395
Control biológico.....	396
Control químico	396
Control genético.....	396
<i>Aceria reyesi</i> (Acari: Eriophyidae)	397
Época del año y etapa fenológica	397
Métodos de control.....	398
Control cultural	399
Control químico	399
Control genético.....	400
Trips (Thysanoptera)	400
Época del año y etapa fenológica	401
Métodos de control.....	401
Control cultural	402
Control biológico.....	403

Control etológico.....	403
Control genético.....	403
Control químico	403
Hormigas cortadoras (Formicidae)	404
Época del año y etapa fenológica	405
Métodos de control.....	405
Control químico	406
Aves.....	407
Época del año y etapa fenológica	407
Métodos de control.....	408
Control cultural.....	409
Mamíferos.....	410
Época del año y etapa fenológica	410
Métodos de control.....	411
Control cultural.....	412
Control etológico.....	412
Homópteros	413
Anexos	414
Lista de figuras	421
Lista de tablas	446
Lista de anexos.....	447
Referencias bibliográficas	448

Agradecimientos

A la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) por la financiación del proyecto *Research-based solutions for smallholder cacao farmers*, ejecutado por la oficina subregional Lima, Perú, de la Alianza Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

A los especialistas en manejo de plagas y enfermedades del cultivo de cacao de los distintos países de América Latina y el Caribe que participaron y contribuyeron para la elaboración del informe técnico.

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de América tropical y constituye uno de los cultivos más importantes y con mayor comercialización en el mundo. La producción mundial está distribuida en la región tropical, en países de América del Sur, América Central, el Caribe, África, Asia y Oceanía. En América Latina el cultivo de cacao tiene una historia sociocultural vinculada a los países productores, donde el 90% de la producción es realizada por pequeños agricultores, convirtiéndolo en un cultivo clave para la seguridad alimentaria y el establecimiento de procesos de paz.

En los últimos años, las hectáreas cultivadas de cacao han aumentado, sin embargo, el incremento en las áreas de siembra no ha sido proporcional a los niveles de producción. Entre las principales causas que afectan el rendimiento de los cultivos se encuentra la pérdida por plagas y enfermedades, la edad avanzada de las plantaciones, el cambio climático y un manejo agronómico deficiente.

Las enfermedades moniliasis (causada por *Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*M. perniciosa*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) son las más limitantes y de mayor importancia económica. Otras enfermedades como la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* spp.), antracnosis (*Colletotrichum* spp.), mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) y muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) son considerados patógenos secundarios.

Entre las plagas, el chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) y el mazorquero (*Carmenita* spp.) son las más importantes, pero también se pueden encontrar otros artrópodos causando daño como los trips (Thysanoptera), escarabajos filófagos (Coleoptera), hormigas cortadoras (Hymenoptera), ácaros, entre otros.

Aunque actualmente se dispone de numerosas prácticas de manejo que son efectivas para el control de las plagas y enfermedades, las condiciones ambientales y la alta agresividad de los patógenos hacen que estas prácticas requieran de labores periódicas rigurosas, ocasionando que resulten muchas veces ineficientes si no se realizan de forma adecuada. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio consistió en identificar las prácticas de manejo más recomendables para el control de las principales plagas y enfermedades del cacao, según la percepción de especialistas en América Latina y el Caribe con experiencia empírica en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao a nivel de campo, considerando efectividad, asequibilidad y costo.

Se realizaron talleres virtuales en 14 países de América Latina y el Caribe: seis países de América del sur (Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y Venezuela), siete países de América Central y el Caribe (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana) y un país de América del norte (México), con el propósito de recopilar y socializar encuestas personalizadas sobre las prácticas de manejo de las principales plagas y enfermedades del cacao.

Las encuestas incluyeron preguntas sobre información personal, factores agronómicos y diferentes variables de las prácticas de manejo de los métodos de control cultural, biológico, químico, genético y etológico. Se encuestaron siete enfermedades (Moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra, pie negro, antracnosis y muerte regresiva) y once plagas (Chinche del cacao, mazorquero, picudo del cacao, barrenador del cacao, acaro vegetativo de las yemas, gota del cacao, trips, hormigas cortadoras, aves, mamíferos y homópteros). Si la enfermedad o la plaga no estaba reportada o no era un problema económico, se omitió la realización de la encuesta en determinado país.

Se recopilaron las respuestas de 195 especialistas de América Latina y el Caribe, los cuales categorizaron las prácticas de manejo de acuerdo con su recomendación y la percepción que tienen sobre la efectividad, asequibilidad, costo y difusión de cada una de ellas. Las prácticas más efectivas, económicas y asequibles se encuentran enlistadas en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de las plagas (P) y enfermedades (E) según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

P/E	Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad
Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	Cultural	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
		Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
	Biológico	Cosecha de frutos maduros	Alta	Medio	Alta
		<i>Trichoderma</i> spp.	Alta	Medio	Media
		<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Medio	Media
		<i>Bacillus</i> sp.	Media	Medio	Baja
	Químico	Fungicidas cúpricos	Alta/Media	Medio	Alta
		Cal agrícola	Media	Bajo	Alta
	Genético ^a	ICS-95	Alta		
		CCN-51	Alta		
		CATIE-R6	Alta		
		CATIE-R4	Alta		
		FEC-2	Alta		

Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	Cultural	Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo	Alta
		Manejo de residuos de tejido vegetal y de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
		Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
	Biológico	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta
		<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Bajo	Media
		<i>Trichoderma stromaticum</i>	Alta	Medio	Media
		<i>Trichoderma viride</i>	Alta/Media	Bajo	Media
		<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta/Media	Bajo	Media
	Químico	Fungicidas cúpricos	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta
		CCN-51	Alta		
	Genético^a	IMC-67	Alta		
		TSH-565	Alta		
		EETP-800	Alta		
Mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)	Cultural	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
		Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
		Cosecha de frutos maduros	Alta	Bajo	Alta
	Biológico	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta/Media
		<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Bajo/Medio	Media
		<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Bajo/Medio	Media
		<i>Trichoderma inhamatum</i>	Alta	Bajo/Medio	Media/Baja
		<i>Trichoderma stromaticum</i>	Media	Bajo/Medio	Media
	Químico	Fungicidas cúpricos	Alta	Medio	Alta/Media
		ICS-95	Alta		
	Genético^a	CCN-51	Alta		
		IMC-67	Alta		
		CATIE-R4	Alta		
CATIE-R6		Alta			
Pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.)	Cultural	Erradicación de árboles afectados	Alta	Bajo	Alta
		Manejo de residuos leñosos	Alta	Bajo/Medio	Alta
		Remoción de raíces afectadas	Alta	Bajo/Medio	Alta
	Biológico	Incineración de residuos vegetales o leñosos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta
		<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Medio	Alta
		<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Medio	Media
		<i>Bacillus subtilis</i>	Alta	Medio	Media
	Químico	Cal agrícola	Alta	Bajo	Alta
		Fungicidas cúpricos	Alta	Bajo/Medio	Alta
	Genético^a	IMC-67	Alta		
CCN-51		Alta			

Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.)		Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo/Medio	Alta	
	Cultural		Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta
			Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta
			Nutrición integral	Alta	Medio	Alta
	Químico		Fungicidas cúpricos	Alta	Baja/Media	Alta
	Biológico		<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Media	Media
	Genético^a		Variedades locales	Alta		
		Variedades comerciales	Alta			
Mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>)		Desinfección de herramientas	Alta	Bajo/Medio	Alta	
	Cultural		Manejo de residuos de tejido afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta
			Remoción de tejido afectado	Alta	Bajo/Medio	Alta
	Químico		Cal	Alta	Bajo	Alta/Media
			IMC-67	Alta		
	Genético^a		UF-613	Alta		
			CCN-51	Alta		
			TSH-1188	Alta		
		CEPEC-2002	Alta			
Muerte regresiva (<i>L. theobromae</i>)		Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo	Alta	
	Cultural		Manejo de residuos de tejido afectado	Alta	Bajo	Alta
			Limpieza y solarización del suelo	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta/Media
	Genético^a		IMC-67	Alta		
			Variedades locales	Alta		
Chinche del cacao (<i>M. dissimulatum</i>)		Poda de especies forestales y de sombra	Alta	Medio	Alta	
	Cultural		Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta
			Eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta/Media
	Biológico		<i>Beauveria bassiana</i>	Media	Medio	Media
	Genético^a		CCN-51	Alta		
Mazorquero (<i>Carmenta</i> spp.)		Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	
	Cultural		Cosecha de frutos maduros	Alta	Bajo	Alta
			Solarización de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta
			Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta
	Biológico		<i>Beauveria bassiana</i>	Alta/Media	Medio	Medio
			<i>Bacillus thuringiensis</i>	Alta/Media	Medio	Medio

Químico	Cal	Alta/Media	Bajo	Alta
	Caldo sulfocálcico	Alta/Media	Bajo	Alta
Genético^a	CCN-51	Alta		

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Aproximadamente el 60% de los especialistas tenían conocimiento de las prácticas de manejo tanto de las plagas como de las enfermedades, más del 78% indicaron tener cinco o más años de experiencia y aproximadamente el 70% se identificaron con un único sector de trabajo. En la mayoría de los países encuestados coincidió la zona de trabajo de los especialistas con los departamentos de mayor producción de cacao en el país.

Para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), los resultados indican que los especialistas consideran al control cultural como el método más recomendado y efectivo. Dentro de las prácticas culturales se destaca la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros como las más asequibles y de menor costo para los productores. El control biológico es considerado un método efectivo a medianamente efectivo para el control de la enfermedad. *Trichoderma* y *Bacillus* fueron los microorganismos más recomendados y los de mayor efectividad para el control de la moniliasis, sin embargo, son considerados medianamente costosos y de menor asequibilidad para los productores limitando su aplicación en el cultivo. El control genético es considerado por más del 80% de los especialistas como un método que contribuye a reducir los niveles de la enfermedad, además, es una de las alternativas más recomendadas ya que reduce los costos de producción y favorece la conservación del medio ambiente. En cuanto a los productos químicos, los especialistas recomendaron los fungicidas cúpricos y la cal agrícola, los cuales son considerados entre efectivos a medianamente efectivos.

Para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), los especialistas consideran el control cultural como el método más recomendado y efectivo. Dentro de estas prácticas se destaca la remoción y manejo de tejido vegetal afectado, las podas y la nutrición integral. El control biológico se recomendó únicamente con la aplicación de *Trichoderma* spp., los cuales fueron considerados de efectividad alta a media, medianamente asequibles y de económicos a medianamente costosos. El control químico fue recomendado con la aplicación de fungicidas cúpricos, sin embargo, son

considerados menos efectivos que las prácticas culturales y más costosos que las prácticas más destacadas del control cultural, por lo que su aplicación debe realizarse bajo manejo integrado para que resulte eficaz y sostenible. El control genético fue uno de los métodos más utilizados por los especialistas, recomendando clones como el CCN-51, IMC-67 entre otros.

Para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), los especialistas consideran el control cultural como el método más recomendado y efectivo. Dentro de las prácticas se destaca la remoción de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento como los más efectivos ya que reducen directamente la fuente de inóculo del patógeno. Dentro de los microorganismos que se encuestaron, *Trichoderma* spp. fueron los únicos recomendados y considerados efectivos para el control de la enfermedad. El control químico es utilizado por el 37,7% de los especialistas, los cuales indicaron que la mayoría de los productos enlistados son recomendados y efectivos; dentro de estos se destacan los fungicidas cúpricos, los cuales son considerados de mayor difusión. Cabe resaltar que se debe priorizar el uso de productos químicos de baja toxicidad ya que los químicos nocivos generan un impacto negativo al medio ambiente y pueden contribuir al surgimiento de poblaciones del patógeno resistentes. El control genético es uno de los métodos más empleados por los especialistas, recomendando diferentes clones como el CCN-51, IMC-67 e ICS-95.

Para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.), los especialistas consideran el control cultural como el método más recomendado para combatir la enfermedad. Las prácticas culturales más recomendadas y efectivas fueron la erradicación de árboles afectados, la remoción de raíces afectadas y residuos leñosos. Aunque son prácticas efectivas y asequibles son utilizadas por una minoría de los productores. Los microorganismos *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis* fueron recomendados y considerados efectivos para el control de la enfermedad, son considerados económicos a medianamente costosos sin embargo son menos asequibles para los productores. En cuanto al control químico, únicamente la cal agrícola y los fungicidas cúpricos fueron recomendados por los especialistas y considerados de mayor asequibilidad y difusión para los productores. El control genético es el segundo método de control más utilizado por los especialistas, recomendando clones como el IMC-67 y el CCN-51.

Para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.), los especialistas consideran el control cultural como el principal método para combatir la enfermedad y evitar la diseminación del hongo en el cultivo. Las prácticas más recomendadas y efectivas son la remoción de tejido vegetal afectado y frutos afectados, poda preventiva o de mantenimiento y la nutrición integral. Dentro de estas, la remoción de tejido y frutos afectados fueron las practicas más económicas y asequibles para los productores. Dentro de los microorganismos que se encuestaron, *Trichoderma* sp. fue el único recomendado y considerado efectivo para el control de la enfermedad. En cuanto al control químico, la mayoría de los productos enlistados fueron recomendados y considerados efectivos. Dentro de estos se destacan los fungicidas cúpricos al ser menos costosos, más asequibles para los productores y de baja toxicidad.

Para el control del mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*), los especialistas consideran el control cultural y genético como los principales métodos para combatir la enfermedad. Todas las prácticas culturales fueron recomendadas y consideradas efectivas para reducir la fuente de inóculo y prevenir la diseminación del patógeno, además se consideran prácticas asequibles para los productores. En cuanto al control químico, la cal fue el producto más recomendado para disminuir la incidencia de la enfermedad. Los otros químicos se consideran medianamente costosos por lo que son utilizados por una minoría de los productores. Los clones más recomendados fueron el IMC-67, UF-613 y CCN-51.

Para el control de la muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*), los especialistas utilizan principalmente las prácticas culturales y el control genético. Dentro de las prácticas culturales los especialistas consideran la remoción y el manejo de tejido vegetal afectado como las prácticas más efectivas, económicas y asequibles para los productores. El control químico es utilizado únicamente por el 19% de los especialistas encuestados, por lo que se obtuvieron pocas respuestas para los productos químicos. El control genético fue recomendado con el clon IMC-67 y las variedades locales.

Para el control del chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*), los especialistas utilizan principalmente el control cultural para disminuir las poblaciones de estos insectos. Todas las prácticas culturales fueron recomendadas por los especialistas, los cuales las consideraron de efectividad alta, asequibles, pero medianamente costosas. El control biológico se recomendó únicamente con la especie *Beauveria bassiana*, sin embargo, fue considerada medianamente efectiva para controlar la plaga. En cuanto al control químico, se obtuvieron pocas respuestas de los productos

encuestados. El control genético es el segundo método más utilizado por los especialistas, donde el clon CCN-51 fue uno de los más recomendados.

Para el control del mazorquero (*Carmenta* spp.), los especialistas indicaron que utilizan principalmente el control cultural para disminuir las poblaciones. Dentro de estas prácticas se destaca la remoción y manejo de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros como las más efectivas. De las prácticas etológicas, únicamente la trampa amarilla con aceite agrícola y la trampa de feromonas fueron consideradas de efectividad alta, sin embargo, son poco o nada asequibles para los pequeños productores, limitando su difusión. De los agentes de control biológico encuestados, *Beauveria bassiana*, y *Bacillus thuringiensis* fueron considerados de efectividad media a alta, medianamente asequibles y medianamente costosos. En cuanto al control químico, algunos productos fueron recomendados, sin embargo, la mayoría de estos se consideran de efectividad media y pueden llegar a ser costosos al momento de su aplicación.

Para el control del barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.), los especialistas indicaron que utilizan principalmente el control cultural. Dentro de las prácticas culturales algunos especialistas recomiendan la erradicación de árboles afectados, la protección de heridas, la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales. El microorganismo más recomendado para el control de la plaga fue *Beauveria bassiana*. En cuanto a las prácticas etológicas algunos especialistas recomiendan las trampas con feromonas y con alcohol. Para el control químico se resalta la implementación de caldo sulfocálcico, pasta bordelés y extractos de Neem los cuales se recomiendan al ser químicos menos perjudiciales para el medio ambiente y para el hombre.

Para el control de la gota del cacao (*Steirastoma breve*) algunos especialistas utilizan la eliminación manual del insecto, la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales. Para el control químico algunos especialistas utilizan la cal hidratada y la pasta a base de óxido cuproso.

Para el control del picudo del cacao (*Heilipus unifasciatus*), algunos especialistas recomendaron la remoción de tejido vegetal afectado, la remoción de corteza y la protección de heridas. Para el control biológico recomendaron a *Trichoderma* sp., y para el control genético las variedades locales.

Para el control del ácaro de las yemas (*Aceria reyesi*), algunos especialistas utilizan un manejo de sombra adecuado, la remoción y quema de partes afectadas y la fertilización integral. Para el control químico algunos especialistas recomendaron productos químicos nocivos los cuales no están permitidos en la agricultura orgánica.

Para el control de los trips (*Thysanoptera*), algunos especialistas recomendaron la poda preventiva o de mantenimiento, la eliminación manual de los insectos, el control de malezas, el manejo de frutos afectados y la nutrición integral del cultivo. Dentro del control biológico se recomendó principalmente al controlador *Orius insidiosus* (Hemiptera). Para el control químico algunos especialistas utilizan los extractos de Neem los cuales se recomiendan al ser extractos naturales de plantas.

Para el control de las hormigas cortadoras (Formicidae), algunos especialistas recomendaron extractos de Neem y productos químicos nocivos los cuales no están permitidos en la agricultura orgánica.

Para el control de las aves (pájaro carpintero) los especialistas indicaron que utilizan principalmente el control cultural como método para ahuyentar a este tipo de animales. Dentro de las prácticas culturales algunos especialistas utilizan el establecimiento de espantapájaros, la siembra de especies frutales alrededor del cultivo y la protección de frutos.

Para el control de mamíferos (roedores y ardillas) los especialistas indicaron que utilizan cercas en los puntos de paso para evitar el ingreso de estos animales. También implementan la siembra de especies frutales alrededor del cultivo, la pulverización de caldas con heces de perros y las trampas con cebos.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos más importantes de la región tropical y con mayor tradición social, importancia económica, ambiental y cultural para los países donde se produce (Sánchez *et al.*, 2017). El grano de cacao es uno de los productos primarios con mayor comercialización en el mundo (Quintero & Morales, 2004). Tradicionalmente se ha utilizado para la fabricación de chocolate, pero su uso se ha extendido a la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica (Tirado-Gallego, 2016).

La producción mundial de cacao está distribuida en la región tropical, en países de América del Sur, América Central, el Caribe, África, Asia y Oceanía (Batista, 2009). En África, los cinco países mayores productores de cacao en grano son Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún y Uganda, los cuales concentran el 69% de la producción mundial. En América Latina, el cacao es cultivado desde México hasta Brasil. Los cinco países mayores productores son Brasil, Ecuador, Perú, República Dominicana y Colombia, los cuales concentran el 16% de la producción mundial (FAOSTAT, 2022).

En América Latina el cultivo de cacao tiene una historia sociocultural vinculada a los países productores, donde el 90% de la producción es realizada por pequeños agricultores mediante agricultura familiar, lo cual lo convierte en un cultivo clave para la seguridad alimentaria y el establecimiento de procesos de paz (Tirado-Gallego, 2016). El diseño y manejo de los cultivos de cacao bajo sombra o en sistemas agroforestales han permitido el uso sostenible de la tierra, la conservación de la biodiversidad y la provisión de bienes y servicios por lo que se considera una alternativa importante para enfrentar el cambio climático y la pérdida de cobertura forestal (Roa-Romero *et al.*, 2009).

En los últimos 10 años las hectáreas cultivadas de cacao han aumentado en el mundo, existiendo un incremento sostenido en la superficie del cultivo. Desde el año 2010 hasta el 2022 las hectáreas sembradas (cosechadas) han aumentado de 9´599,074 a 11´939.436 a nivel mundial, correspondiendo esta última a una producción aproximada de 5´874,581 toneladas de granos de cacao (FAOSTAT, 2022).

En América del sur, se observa un incremento de la producción de alrededor de 530 mil toneladas a cerca de 880 mil toneladas en los últimos 10 años. La producción se ha incrementado debido al aumento de la superficie de los cultivos, principalmente en países como Ecuador, Perú y Colombia y no precisamente por el aumento en el

rendimiento de los cultivos (FAOSTAT, 2022). En América Central y el Caribe se ha observado una constante fluctuación de las áreas cultivadas y de la producción de los cultivos (FAOSTAT, 2022), esto evidencia que el sector aún enfrenta grandes desafíos en el ámbito productivo, económico, social y ambiental.

Entre las principales causas que afectan la producción se encuentran las pérdidas por plagas y enfermedades, la edad avanzada de las plantaciones, el cambio climático y un manejo agronómico deficiente. En América Latina el bajo aprovechamiento de los recursos genéticos y las malas prácticas de manejo también limitan en gran medida el rendimiento de los cultivos (Sánchez *et al.*, 2019; Montealegre *et al.*, 2021).

A nivel mundial, las enfermedades del cacao pueden ocasionar pérdidas que pueden llegar al 30% o más del potencial productivo (Jaimes & Aranzazu, 2010). Dentro de las enfermedades, el género *Phytophthora* spp. causante de la pudrición parda o mazorca negra es considerada una de las enfermedades más limitantes. En total se han reportado siete especies atacando el cultivo de cacao: *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae*, *P. megasperma* y *P. arecae*, que varían principalmente por su distribución geográfica (Jaimes & Aranzazu, 2010). Dentro de estas, *P. palmivora* es la más cosmopolita al estar ampliamente distribuida en las regiones tropicales (Rodríguez-Polanco, 2013).

Los hongos fitopatógenos del género *Moniliophthora* son altamente invasivos y endémicos del cacao. Dos de las enfermedades de mayor importancia económica son la moniliasis, ocasionada por *M. roreri*, y la escoba de bruja, ocasionada por *M. perniciosa*; las cuales pueden llegar a ocasionar pérdidas de hasta el 80% de las cosechas, si no se controlan adecuadamente (Hidalgo *et al.*, 2021).

Otros hongos como *Rosellinia* spp. (Carvajal-Salazar *et al.*, 2022), *Colletotrichum* spp., *Ceratocystis cacaofunesta* y *Lasiodiplodia theobromae* son considerados patógenos secundarios. Sin embargo, el establecimiento de condiciones favorables para su desarrollo puede incrementar el inóculo, lo que conlleva a pérdidas económicas considerables.

Los insectos plagas que afectan los cultivos han aumentado en los últimos años debido al cambio climático, la globalización y el movimiento de material, ocasionando pérdidas significativas a los agricultores. En el cultivo de cacao se han reportado cerca de 53 especies de insectos atacando al cultivo, aunque muchos de ellos no causan pérdidas económicas significativas, pueden convertirse en una limitante seria cuando incrementan sus poblaciones (Carabalí *et al.*, 2018; Armengot *et al.*, 2019) o al causar daños indirectos al promover el ataque de hongos fitopatógenos.

Entre las plagas, las especies del género *Carmenta* (Lepidoptera: Sesiidae), *C. foraseminis* y *C. theobromae*, se encuentran ampliamente distribuidas en el continente americano (Benassi *et al.*, 2013; Alomía-Lucero & Carmona-Rojas, 2021). Ocasionalmente dañan a todos los estados de desarrollo del fruto. Sin embargo, *C. foraseminis* es la plaga de mayor importancia económica, al dañar la placenta y las semillas del fruto (Carabalí *et al.*, 2018; Morán-Rosillo & Castillo-Carrillo, 2020).

Los míridos del género *Monalonion* reducen significativamente los rendimientos del cultivo al succionar la savia del endocarpio de los frutos, causando lesiones que derivan en malformaciones, reducen el tamaño y provocan el aborto de frutos jóvenes (Vilca, 2018). Estos daños pueden causar entre el 15 y el 80% de pérdidas en la cosecha (Vargas *et al.*, 2005). La especie *Monalonion dissimulatum* es considerada una plaga de importancia primaria en países como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Centroamérica (Fernández & Lima, 2021). Otros insectos como los trips (Thysanoptera), escarabajos filófagos (Coleoptera), hormigas cortadoras (Hymenoptera), ácaros, entre otros, también pueden llegar a ser limitantes si no se realiza un buen manejo en el cultivo (Sánchez, 2011).

Entre los diferentes métodos de control empleados para la disminución de las plagas y las enfermedades podemos encontrar el control cultural/mecánico, biológico, etológico, genético y químico. El control cultural es uno de los métodos más empleados e importantes al utilizar prácticas agrícolas que permiten reducir o eliminar las plagas y enfermedades mediante el conocimiento de sus necesidades y hábitos y a través de la modificación del medioambiente para disminuir las condiciones favorables para su desarrollo (Sánchez *et al.*, 2017). El control mecánico incluye la eliminación manual del insecto y el uso de herramientas para controlar las plagas y enfermedades (Cañarte-Bermúdez & Navarrete-Cedeño, 2021).

El control biológico consiste en el uso de organismos vivos (microorganismos, depredadores y parasitoides) o extractos obtenidos de ellos para controlar o disminuir las plagas y enfermedades (Vinchira-Villarraga & Moreno-Sarmiento, 2019). Como manejo integrado (MIPE), es una de las técnicas más promisorias no solo por reducir y controlar patógenos, si no por contribuir en la estabilidad del ecosistema y en la reducción de pérdidas económicas para los productores (Acosta & Villa, 2017).

El control etológico implica el estudio del comportamiento de los insectos plaga con relación a su medio ambiente, por lo tanto, aprovecha los estímulos que se relacionan con el comportamiento y que sirven como atrayentes de los insectos. Este tipo de control incluye el uso de atrayentes químicos naturales o sintéticos como feromonas, trampas, cebos alimenticios, repelentes, inhibidores, entre otros (Castro-Piguave *et al.*, 2018).

El control genético emplea materiales o plantas con cierto grado de resistencia para reducir o eliminar el desarrollo de las plagas y enfermedades (Jaimes & Aranzazu, 2010). Es considerado una de las estrategias más eficientes para garantizar la sostenibilidad de los cultivos a futuro (Sánchez *et al.*, 2017; Mata-Quiróz *et al.*, 2021).

El control químico consiste en el uso de sustancias de síntesis química o natural para reducir las poblaciones de las plagas y enfermedades (Jaimes & Aranzazu, 2010). Dentro de este grupo también se incluyen los fertilizantes, fitohormonas o reguladores de crecimiento (Jaraba *et al.*, 2019). El uso de químicos no dañinos da soluciones muy importantes para el control de las plagas y enfermedades; por el contrario, el uso de químicos nocivos y en dosificación equivocada puede provocar daños al ecosistema, el suelo y a la salud humana (Sánchez *et al.*, 2017; Mata-Quiróz *et al.*, 2021).

Aunque actualmente se dispone de prácticas de manejo que son efectivas para el control de las plagas y las enfermedades, las condiciones ambientales y la alta agresividad de las especies hacen que las prácticas requieran de labores periódicas rigurosas, las cuales requieren de un alto costo de mano de obra (Rodríguez-Polanco *et al.*, 2024). Debido a esto, es indispensable identificar las prácticas más efectivas para el manejo de plagas y enfermedades y cómo es su relación costo beneficio, especialmente para pequeños productores.

Objetivo

Identificar las prácticas de manejo de las principales plagas y enfermedades del cacao más recomendables, según la percepción de especialistas en América Latina y el Caribe con experiencia empírica, considerando efectividad, asequibilidad y costo.

Objetivos específicos

1. Analizar la problemática fitosanitaria del cacao en América Latina y el Caribe.
2. Entender los factores agronómicos y socioeconómicos que afectan la percepción de la efectividad y la difusión de las prácticas de manejo.
3. Identificar las prácticas de manejo que son recomendadas por los especialistas para el control de las plagas y enfermedades, diferenciando entre métodos culturales, biológicos, químicos, etológicos y genéticos.
4. Entender como el juicio de los especialistas para recomendar (o no) un determinado método covaria con su efectividad, asequibilidad, costo y nivel de difusión percibida.
5. Reconocer los factores agronómicos y climáticos que ocasionan el aumento de las enfermedades y las plagas en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en 14 países productores de cacao de América Latina y el Caribe (figura 1): seis países de América del sur (Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y Venezuela), siete países de América Central y el Caribe (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana) y México.

Dentro de los países productores de cacao de América Latina, Brasil es el principal país productor, con una producción media de 259.607 toneladas (Tn) de granos de cacao en los últimos 10 años, seguido de Ecuador (224.335 Tn), Perú (118.612 Tn), Republica Dominicana (76.347 Tn) y Colombia (66.170 Tn). También se incluyeron otros países de América del Sur como Venezuela (27.453 Tn) y Bolivia (5.910 Tn), varios países de Centroamérica como Guatemala, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panamá y El Salvador, con un rango de producción de 745 a 11.671 toneladas en los últimos 10 años, y México con 29.430 Tn (figura 1).

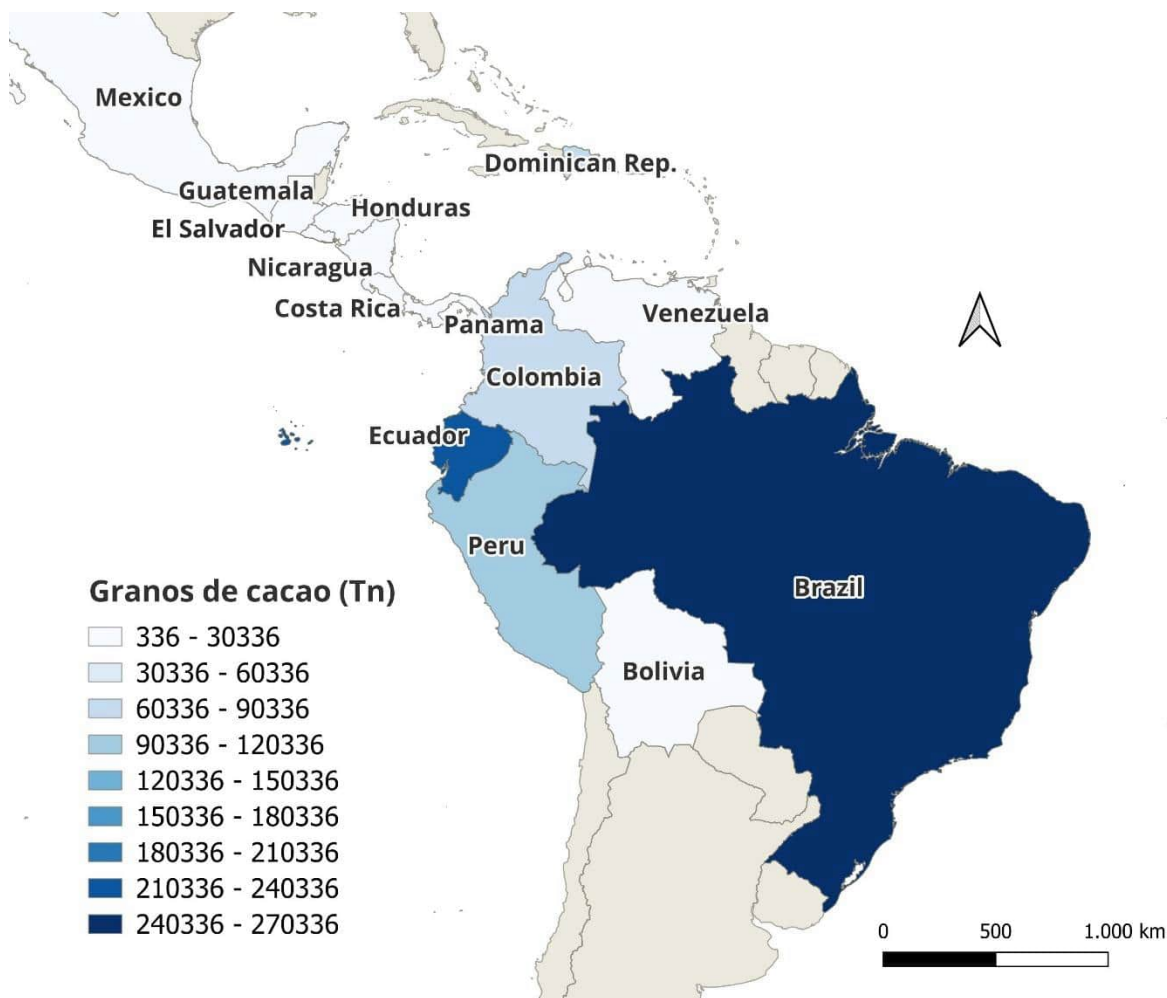


Figura 1. Países productores de granos de cacao en América Latina y el Caribe donde se realizó la investigación y producción media de granos de cacao (Tn) en los últimos 10 años (2012-2022).

Encuestas de plagas/enfermedades

Para la elaboración de las encuestas se realizó la búsqueda en literatura de las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de cacao. En base a la literatura encontrada y a las problemáticas actuales de cada uno de los países, se seleccionaron siete enfermedades y 11 plagas (tabla 2) a las cuales se les realizaron encuestas personalizadas. Si la enfermedad o la plaga no estaba reportada en determinado país o no era un problema económico, se omitió la realización de la encuesta en determinado país.

En algunos países se encuestó a nivel de especie o de género dependiendo de las condiciones fitosanitarias respectivas. Este fue el caso de las encuestas realizadas en Brasil para *Carmenta* donde se encuestó a *C. foraseminis* y de *Monalonion* donde se encuestó más de una especie *Monalonion* spp. En Bolivia, México y Brasil se realizó una encuesta para *Phytophthora* spp.

Tabla 2. Plagas y enfermedades seleccionadas para encuestar a los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

	Número	Nombre científico	Nombre común
Plagas	1	<i>Carmenta</i> spp.	Mazorquero
	2	<i>Monalonion dissimulatum</i>	Chinche del cacao
	3	<i>Heilipus unifasciatus</i>	Picudo del cacao
	4	<i>Xyleborus</i> sp.	Barrenador del cacao
	5	<i>Aceria reyesi</i>	Acaro
	6	<i>Steirastoma breve</i>	Gota del cacao
	7		Trips
	8		Homópteros
	9		Hormigas cortadoras
	10		Aves
	11		Mamíferos
Enfermedades	1	<i>Moniliophthora roreri</i>	Moniliasis
	2	<i>Moniliophthora perniciosa</i>	Escoba de bruja
	3	<i>Phytophthora palmivora</i>	Mazorca negra
	4	<i>Rosellinia</i> sp.	Pudrición negra de la raíz
	5	<i>Colletotrichum</i> spp.	Antracnosis
	6	<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>	Mal de machete
	7	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Muerte regresiva

Formato de las encuestas

Información personal: Se incluyó una sección de información personal donde se realizaron preguntas acerca del área y el perfil profesional de los especialistas.

Experiencia: En cada una de las encuestas se dio la opción de seleccionar (si) en caso de haber trabajado de primera mano con la plaga o enfermedad y (no) en caso de no haber trabajado con ella. Cuando el especialista indicaba que, si había trabajado, se le desplegaba un menú con una serie de preguntas relacionadas con la plaga o enfermedad y con las distintas prácticas de manejo utilizadas para su control.

Factores agronómicos: En cada una de las encuestas se preguntó sobre la incidencia y la severidad de la plaga/enfermedad en el país o en la zona de trabajo del especialista. Adicionalmente se preguntó sobre la etapa fenológica y la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga/enfermedad.

Métodos de control: Se encuestaron las prácticas de los métodos de control cultural/mecánico, biológico, químico, etológico y genético. El control químico se incluyó con el objetivo de comparar sus características agronómicas y socioeconómicas con los métodos de control utilizados en la agricultura orgánica.

Prácticas de manejo: Se realizó la búsqueda en la literatura científica y gris las prácticas de manejo más utilizadas para el control de las plagas y enfermedades del cacao. Se seleccionaron como máximo las 10 prácticas con mayor frecuencia en literatura para ser enlistadas en las encuestas.

En las encuestas se preguntó de manera cualitativa la percepción de los especialistas sobre la recomendación (nivel de recomendación basado en la experiencia personal) efectividad (capacidad para controlar las plagas o enfermedades), asequibilidad (facilidad con la que se puede realizar la práctica o conseguir el producto), costo (valor monetario para la elaboración de la práctica o compra de un producto), difusión (nivel de adopción o aplicación de las prácticas por parte de los agricultores) y frecuencia de aplicación (cantidad de veces que se realiza una práctica o se aplica un producto durante todo el año) de cada una de las prácticas de manejo.

Cada pregunta tenía respuestas categóricas para facilitar la recopilación de la información. Se realizaron preguntas abiertas para el método de control genético y en los casos donde no se encontraron reportadas prácticas de manejo. Se dio la posibilidad de que los especialistas respondieran las preguntas para otras prácticas que no estuvieran enlistadas.

Consideraciones generales: Se incluyó una sección de preguntas abiertas donde se preguntó la percepción del especialista sobre el aumento de la plaga/enfermedad en el futuro, los factores causales y cómo se deben aplicar los métodos de control de manera integrada.

Especialistas encuestados

La población de estudio estuvo conformada por 195 especialistas de América Latina y el Caribe, con experiencia de primera mano en el manejo de plagas y/o enfermedades del cacao (figura 2). Cada especialista respondió las encuestas en línea y los resultados fueron discutidos a través de talleres virtuales realizados por país o región. En América del Sur se realizaron 12 talleres donde participaron un total de 123 especialistas; En Centroamérica y el Caribe se realizaron cuatro talleres donde participaron 49 y 13 especialistas respectivamente; En América del Norte se realizó un taller para México donde participaron 10 especialistas (figura 2).

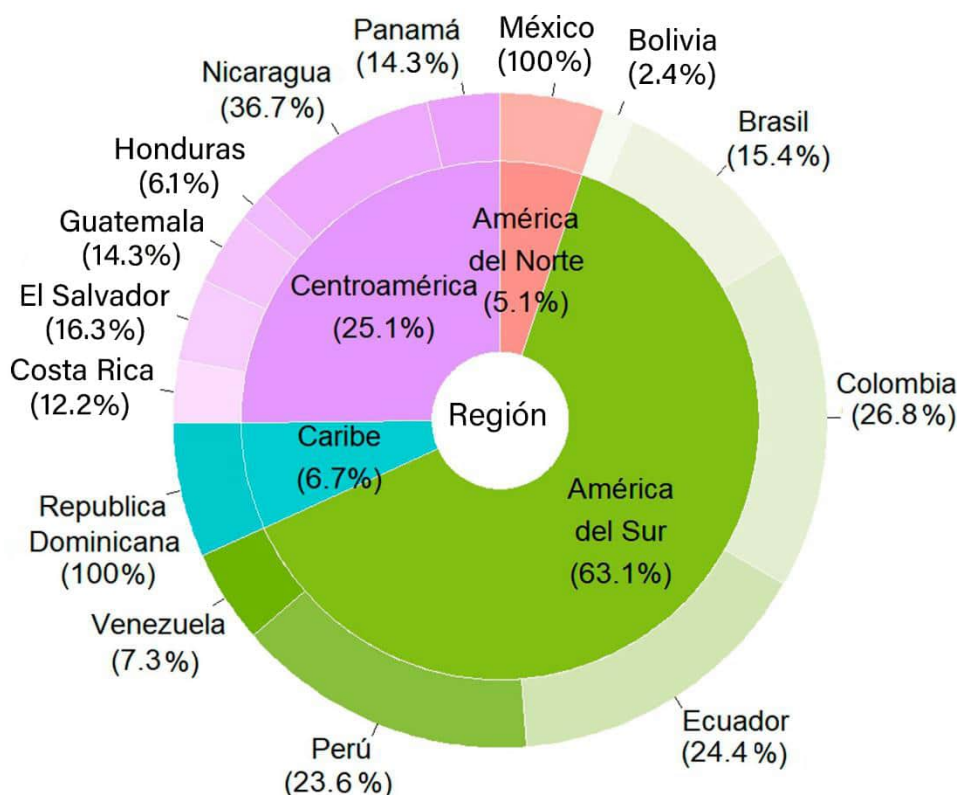


Figura 2. Región y país de trabajo de los especialistas en manejo integrado de plagas y/o enfermedades del cacao en América Latina y el Caribe.

Análisis descriptivos

A partir de los datos recopilados de las encuestas realizadas a los especialistas se realizaron análisis descriptivos, los cuales se graficaron con el programa estadístico R implementado en Rstudio. Los mapas se realizaron con el software de sistemas de información geográfica QGIS.

Se realizaron gráficos de burbujas para comparar la efectividad (eje Y) de las diferentes prácticas en términos del costo, asequibilidad y difusión (eje X), por lo tanto, los ejes X e Y representaron dos variables diferentes que permitieron ver la relación que hay entre ellos. La tercera variable se presentó mediante el tamaño de las burbujas, donde las burbujas más grandes indican un mayor número de respuestas en determinada categoría. Los cuadrantes en el gráfico se formaron por la combinación de las categorías de las variables que están en el eje X e Y: de abajo hacia arriba (efectividad baja, media y alta) y de izquierda a derecha (costo/asequibilidad/difusión baja, media y alta).

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para las prácticas de los distintos métodos de control (cultural, biológico, químico y etológico) de las plagas y enfermedades encuestadas. Los datos cualitativos se transformaron a cuantitativos para ser ingresados en la matriz de datos. Se incluyeron las variables recomendación, efectividad, difusión, asequibilidad y costo.

En las gráficas de PCA se podrá visualizar el impacto de cada una de las variables en los componentes principales (eje X e Y). Las variables tendrán más peso o ejercerán un mayor efecto sobre un eje cuando el ángulo entre la flecha de la variable sea menor. Variables cuyas flechas están perpendiculares a un eje no están correlacionadas con dicho eje. El largo de la flecha de cada variable es indicativo de su importancia. También las flechas indican en qué dirección incrementa la variable donde el centro representa los valores de la mediana.

En cuanto a las observaciones (en este caso prácticas de manejo), se podrá inferir similitudes y diferencias entre ellas y que características están influyendo, dependiendo de la distribución de los puntos en el plano. Las prácticas de manejo tienden a tener características similares cuanto más cerca estén entre sí, y sus características dependen de su posición con respecto a la dirección de la flecha de las

variables. Las prácticas de manejo que se encuentran hacia la dirección de la flecha indican cualidades positivas o deseables en las prácticas de manejo, es decir, prácticas económicas, asequibles, ampliamente difundidas, muy recomendadas y efectivas; por el contrario, las observaciones que se encuentran hacia la dirección opuesta de la flecha indican cualidades no deseables en las prácticas, es decir, prácticas muy costosas, poco asequibles, poco efectivas, que no están difundidas entre los productores y que no son recomendadas por los especialistas.

En el ejemplo de la figura 3 podemos observar que las variables asequibilidad, difusión y recomendación son las que ejercen mayor influencia sobre el primer componente, con una correlación positiva entre sí, en cambio, sobre la segunda dimensión, no necesariamente alguna de las variables ejerce un peso decisivo sobre su comportamiento. En cuanto a las observaciones, el método de control cultural al estar en dirección positiva a las flechas de asequibilidad, difusión y recomendación, indica que es un método muy recomendado por los especialistas, de alta difusión y muy asequible; el método de control químico al estar próximo y en dirección positiva a la variable costo indica que es un método más económico, pero al estar más alejado de las otras variables no es tan recomendado ni tan asequible ni difundido como el método cultural. El método biológico al ubicarse en la intersección de las líneas punteadas del eje X e Y, indica que la variable presenta valores medianos.

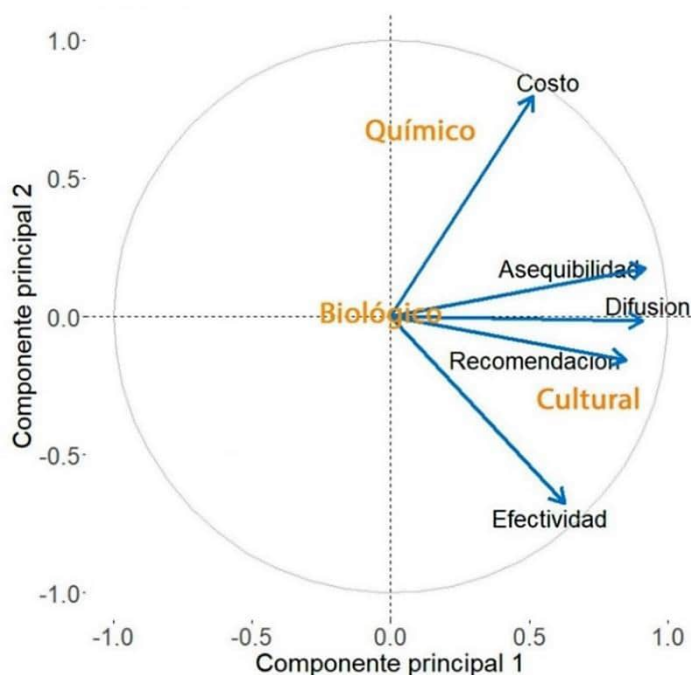


Figura 3. Ejemplo de una correlación con la proyección de las variables en el plano de dos dimensiones (determinado por los dos primeros factores). Se incluye la distribución de las observaciones (métodos de control cultural, biológico y químico).

Resultados y discusión

Características sociodemográficas

Del total de encuestados, el 94,4% de las personas respondieron la sección de información personal, por lo que los resultados presentados a continuación corresponden a las respuestas de 184 especialistas.

Área de conocimiento

Más del 60% de los especialistas indicaron tener experiencia tanto en el área de plagas como de enfermedades que afectan al cultivo de cacao (figura 4), por lo que se puede inferir que la mayoría de encuestados tienen un conocimiento integral en el manejo fitosanitario del cultivo. Por otro lado, el 21,2% de los especialistas tienen conocimiento únicamente en el área de enfermedades y el 11,4% en el área de plagas (figura 4), lo cual concuerda con el panorama fitosanitario del cultivo, donde se evidencia una mayor afectación por parte de las enfermedades, especialmente de hongos fitopatógenos.

Aunque uno de los requisitos para responder las encuestas era que los especialistas tuvieran conocimiento de primera mano en el manejo integrado de plagas y/o enfermedades, el 5,4% de los especialistas indicaron que su área de conocimiento no correspondía a ninguna de estas categorías (figura 4).

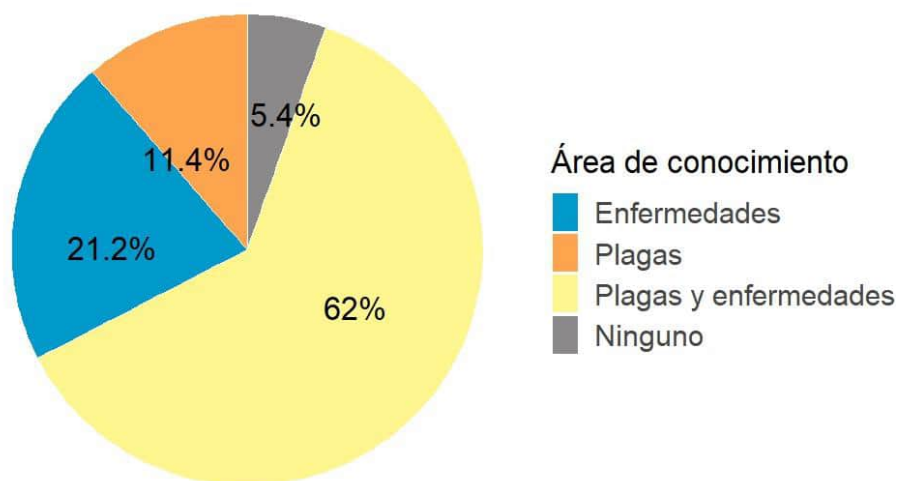


Figura 4. Área de conocimiento (plagas y/o enfermedades) de los especialistas de América Latina y el Caribe.

Años de experiencia

En cuanto a los años de experiencia de los especialistas, el rango varió entre 1 y 42 años, sin embargo, más del 78% de los especialistas encuestados indicaron tener cinco o más años de experiencia en el manejo integrado de plagas y/o enfermedades del cacao, por lo que podemos indicar que los resultados de la investigación están respaldados por profesionales con una amplia trayectoria en el manejo fitosanitario del cultivo.

En la gráfica 5 podemos apreciar los resultados obtenidos para el rango de 0 a 20 años de experiencia, donde está representado el 85% de los resultados. El mayor porcentaje estuvo representado por especialistas con cinco (12%) y 10 (11,4%) años de experiencia. De los especialistas con más de 20 años, el 3,3% tuvieron 25 años y el 2,2% 23 años de experiencia, el resto varió entre el 1,1% y el 0,5%.

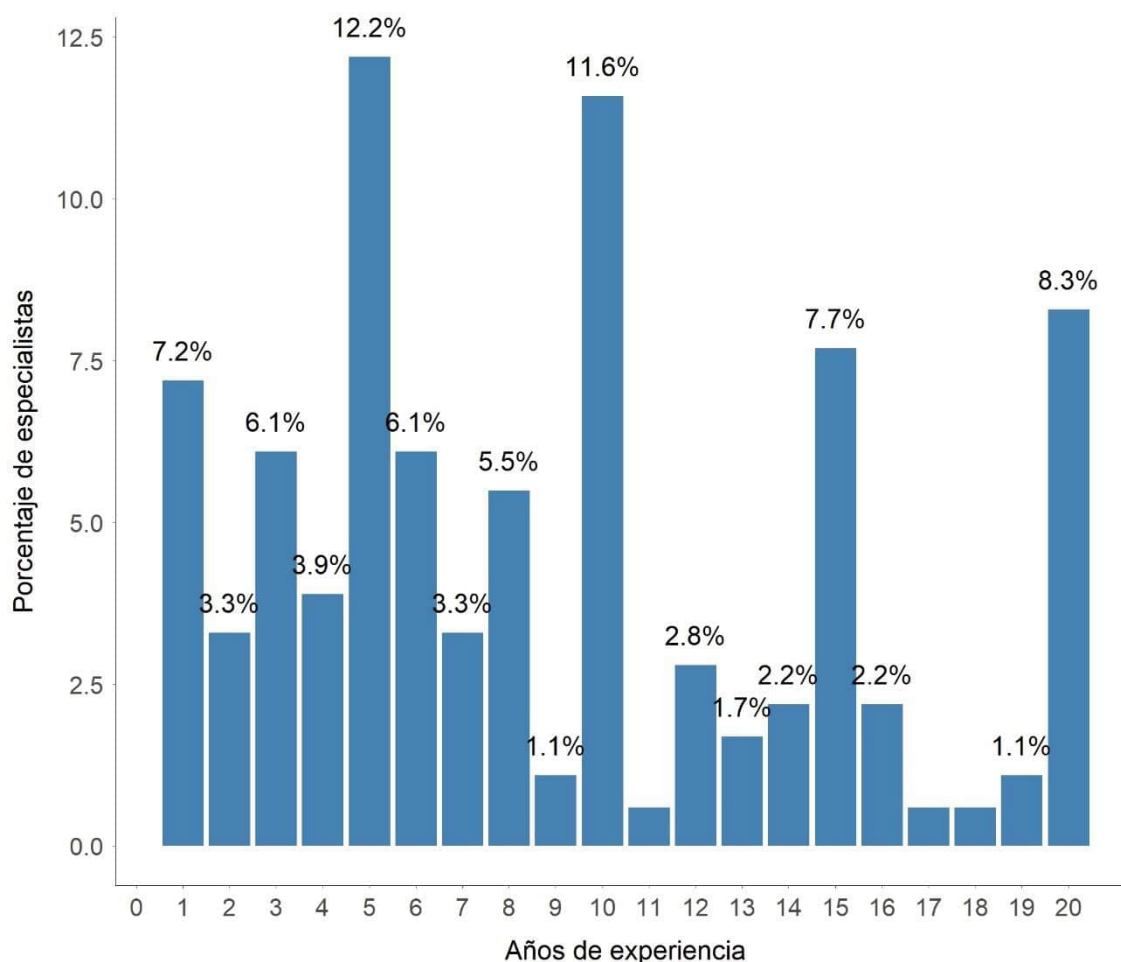


Figura 5. Años de experiencia en manejo integrado de plagas y/o enfermedades del cacao de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Sector de trabajo

En cuanto al sector de trabajo, en la figura 6a, se observa que, del total de encuestados, el 70,7% se identifica con un único sector de trabajo, de estos, el 19% de los especialistas trabajan en el sector público y el 13,6% en el sector académico: centros de investigación, universidades o escuelas. El 9,8% expresó que trabajan directamente con pequeños agricultores, el 13,5% están vinculados con asociaciones o cooperativas de agricultores (asociación de productores, cooperativa pequeña y cooperativa grande), el 7% está vinculado a empresas o fincas más estructuradas (fincas agroexportadoras y empresas privadas) y el 7,6% restante están vinculados con agencias de cooperación o ONG (figura 6a).

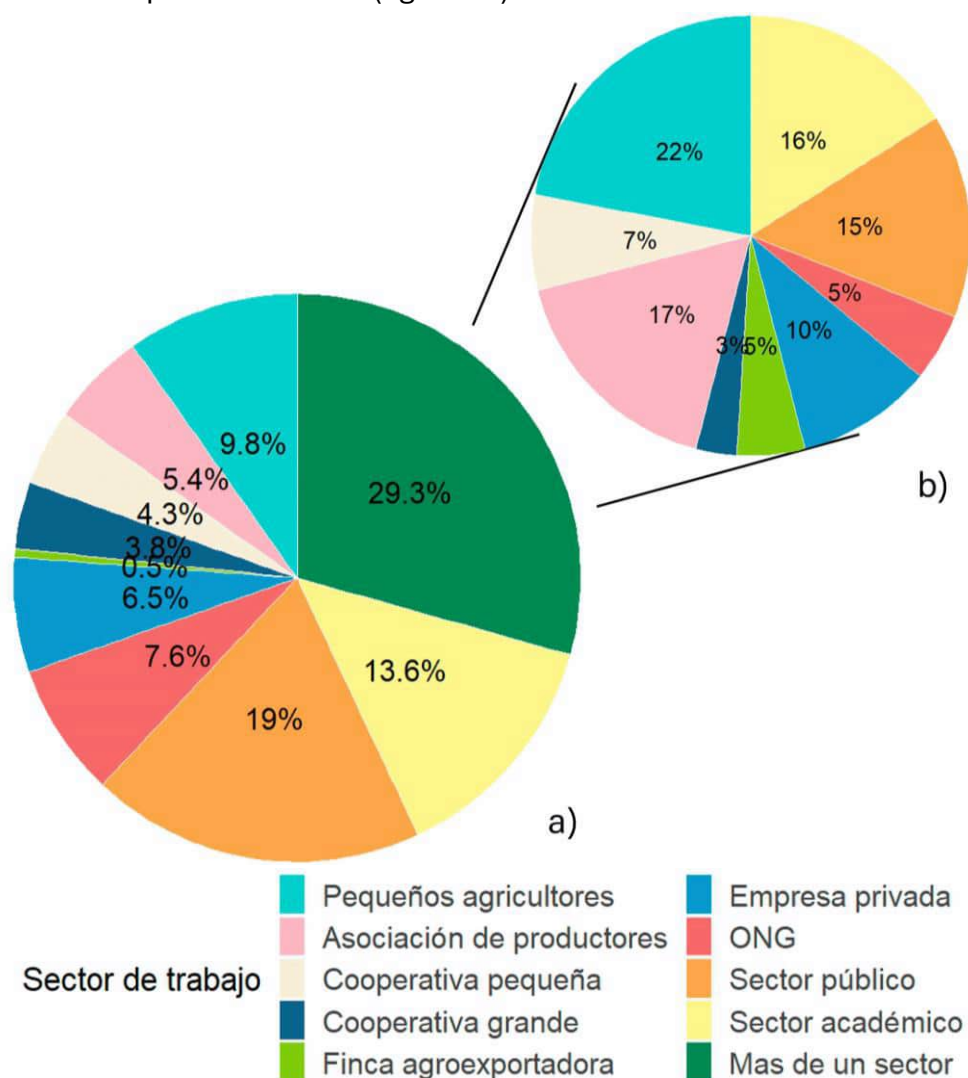


Figura 6. Sector de trabajo de los especialistas en América Latina y el Caribe. a) Sector de trabajo del total de encuestados; b) Proporción de respuestas de las personas que laboran en más de un sector de trabajo.

Del total de encuestados, el 29,3% se encuentran vinculados a más de un sector de trabajo (figura 6a); dentro de este bloque, hay cuatro grupos grandes donde se ve reflejado la vinculación de los especialistas directamente con pequeños agricultores (22%), en asociaciones de productores (17%), con el sector académico (16%) y en el sector público (15%), permitiendo una visión integral desde la parte socioeconómica y la parte fitosanitaria de las plagas y enfermedades y de las prácticas de manejo en el cultivo de cacao (figura 6b).

Capítulo Perú

Cobertura geográfica

El cacao es uno de los cultivos más importantes en la Amazonía peruana, situando a Perú como el tercer país mayor productor de granos de cacao en América Latina (Cabezas *et al.*, 2017), el segundo país más importante en la producción de cacao fino de aroma después de Ecuador y el segundo país productor de cacao orgánico a nivel mundial (Arroyo *et al.*, 2020). Perú es el centro de la diversidad de cacao con variedades nativas como el blanco de Piura y Chunchu (Thomas *et al.*, 2024), pero más de la mitad de la producción viene del híbrido comercial ecuatoriano CCN51.

Aunque el cacao se produce en 16 departamentos, aproximadamente el 95% de la producción se concentran en siete departamentos: San Martín (42,2%), Junín (17,9%), Ucayali (10,9%), Huánuco (7,3%), Cusco (7,2%), Amazonas (5,2%) y Ayacucho (4,2%) (Morales *et al.*, 2015; Villar *et al.*, 2022).

Los departamentos donde se concentra la producción de cacao en Perú también se vieron reflejados en la zona de trabajo de los especialistas que participaron en la investigación. En Perú participaron un total de 29 especialistas, los cuales han trabajado en nueve de los 24 departamentos que conforman el país (figura 7). El departamento de San Martín tuvo la mayor representación con 12 especialistas, seguido de Huánuco con siete y Junín y Ucayali con cuatro respectivamente. Piura y Cusco tuvieron dos representantes cada uno y los departamentos restantes (Pasco, Loreto y Amazonas) solo un representante por cada departamento (figura 7). Estos resultados muestran que los especialistas representaron seis de los siete departamentos que concentran la producción del país.

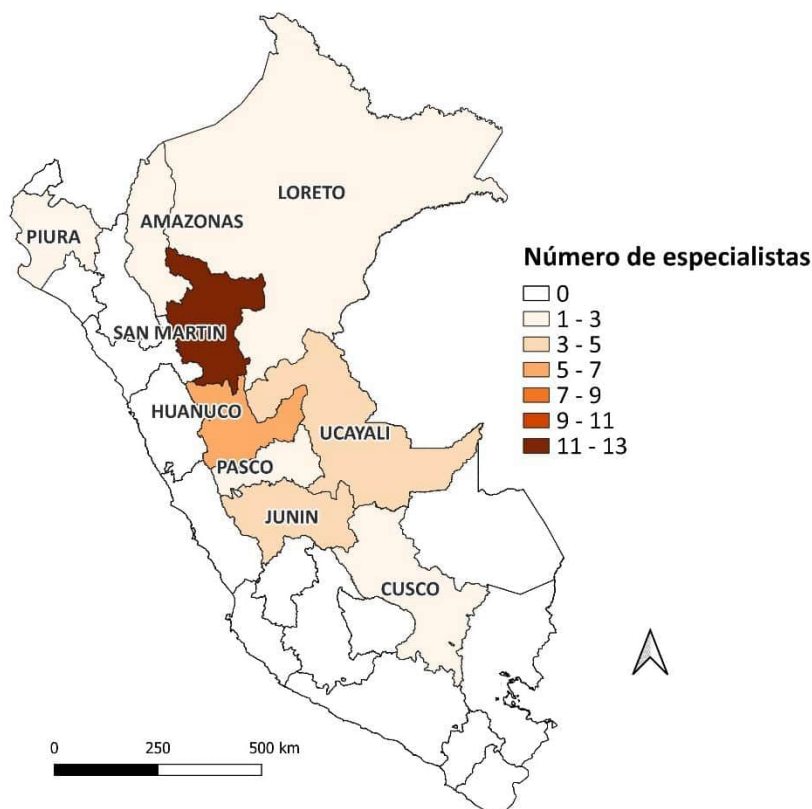


Figura 7. Departamentos de Perú donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

Respuestas por enfermedad

En Perú son varias las enfermedades que atacan al cultivo de cacao, aunque su importancia varía entre regiones según la incidencia y la severidad con la que se presenta, se puede identificar a la moniliasis (*M. roreri*), la escoba de bruja (*M. pernicioso*) y la mazorca negra (*P. palmivora*) como las enfermedades más limitantes del cultivo (Alomía *et al.*, 2021). Este panorama se evidenció en las respuestas obtenidas por los especialistas del país en cuanto a su experiencia trabajando en el control de las enfermedades.

En Perú se encuestaron seis hongos fitopatógenos (*M. roreri*, *M. pernicioso*, *Rosellinia* sp., *Colletotrichum* spp., *C. cacaofunesta* y *L. theobromae*) y un oomiceto (*P. palmivora*) que ataca al cultivo de cacao. De las siete enfermedades encuestadas, la moniliasis, la escoba de bruja y la mazorca negra fueron las enfermedades que los especialistas tenían mayor conocimiento al haber indicado que han trabajado en el control de la enfermedad (figura 8).

Las enfermedades en la que menos han trabajado los especialistas de Perú son la Antracnosis causada por *Colletotrichum* sp. y la muerte regresiva causada por *L. theobromae* (figura 8). Aunque participaron un total de 29 especialistas, se puede observar que el número de respuestas tanto afirmativas como negativas fue disminuyendo a medida que los especialistas tenían menos experiencia en el control de las enfermedades.

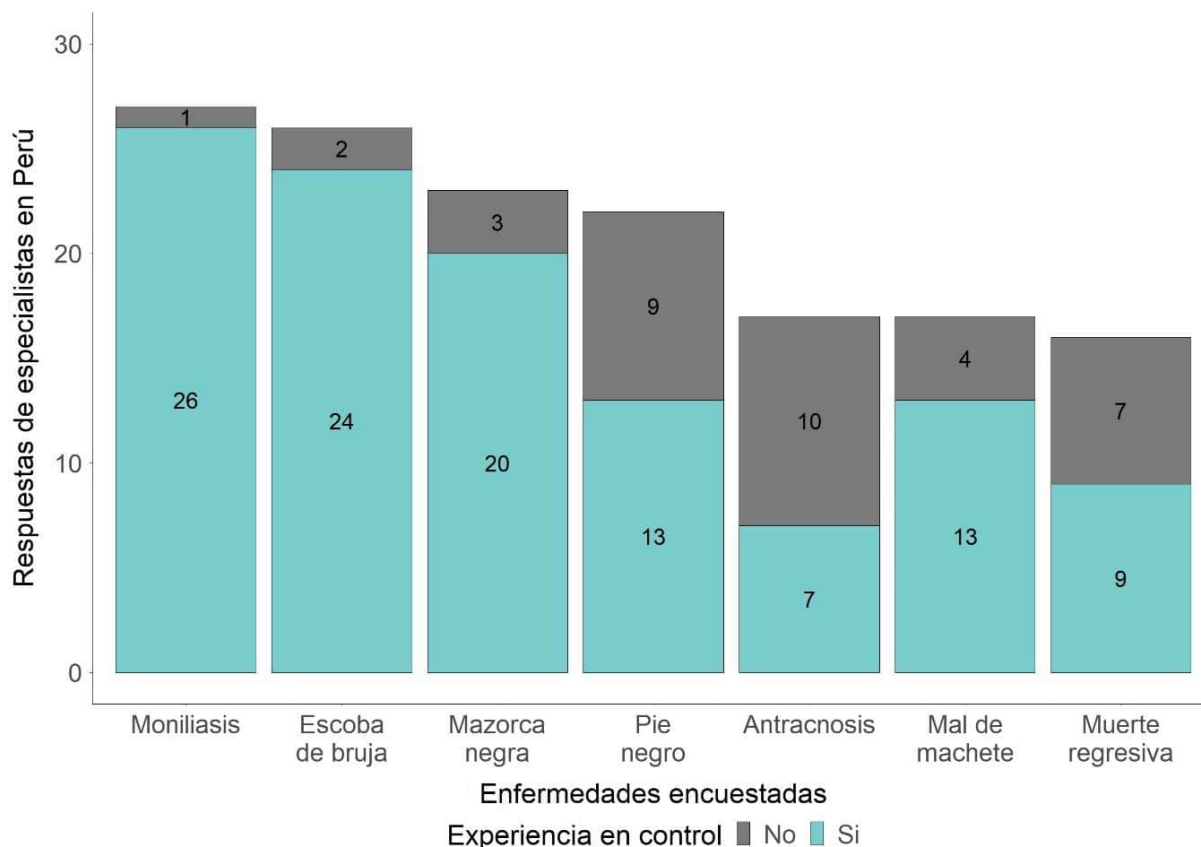


Figura 8. Respuestas de los especialistas en Perú sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

Las poblaciones de insectos plaga se han incrementado en los últimos años en Perú con una amplia diversidad de entomofauna que llegan en ocasiones a incidir considerablemente en los rendimientos de los cultivos. Entre estos insectos se destaca la presencia del mazorquero *C. foraseminis*, el cual ha incrementado sus poblaciones al punto de estimarse una incidencia de daño mayor al 34% en departamentos como San Martín y Huánuco (Alomía *et al.*, 2021).

Otro de los insectos limitantes en el cultivo es el chinche del cacao *M. dissimulatum*, el cual se ha convertido en una plaga de importancia económica en los últimos años ocasionando pérdidas del 15 al 80% en plantaciones del país (Vargas *et al.*, 2019).

La importancia de estas plagas se vio reflejada en las respuestas de los especialistas, donde aproximadamente el 72% y el 65% de las personas indicaron tener experiencia en el control de estas plagas (Figura 9). Otras plagas encuestadas como el Barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.) tuvieron una menor representación con el 34,4% de los encuestados, y plagas como el picudo del cacao (*H. unifasciatus*) y los trips con menos del 10% de experiencia por parte de los encuestados (figura 9).

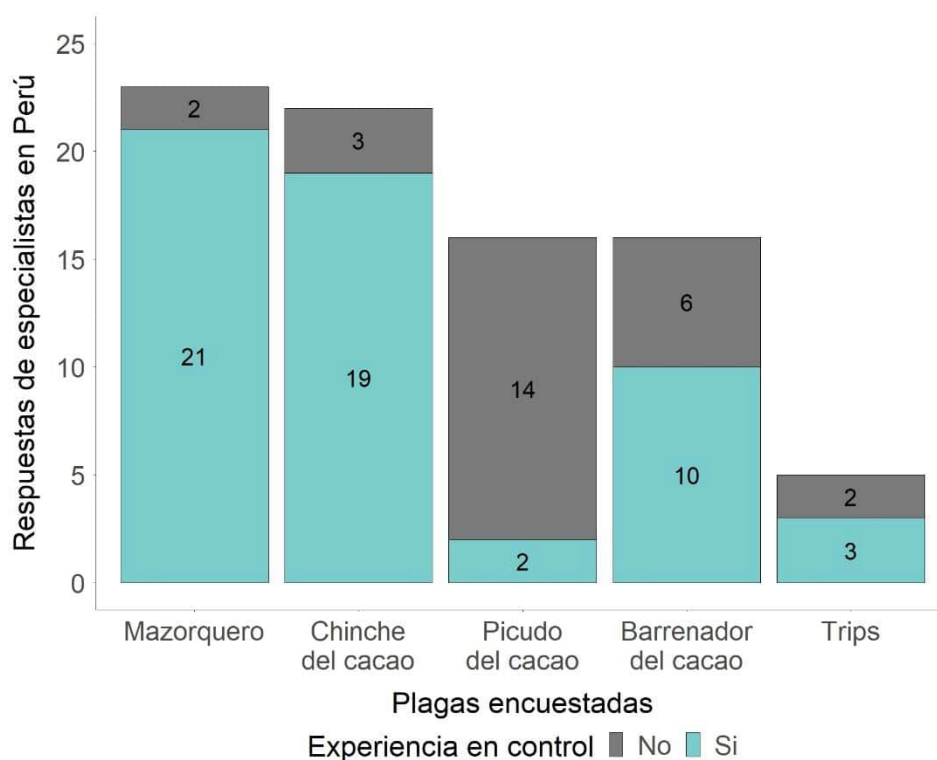


Figura 9. Respuestas de los especialistas en Perú sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Colombia

Cobertura geográfica

Colombia se posiciona como el décimo país productor de cacao a nivel mundial y el quinto en América Latina (Abbott *et al.*, 2018). El cacao es cultivado a lo largo de todo el país, aunque aproximadamente el 60% de la producción se concentra en los departamentos de Santander, Arauca y Antioquia (Pabón *et al.*, 2016; Martínez *et al.*, 2022). Los departamentos donde se concentra la producción de cacao en Colombia también se vieron reflejados en la zona de trabajo de los especialistas que participaron en la investigación (figura 10).

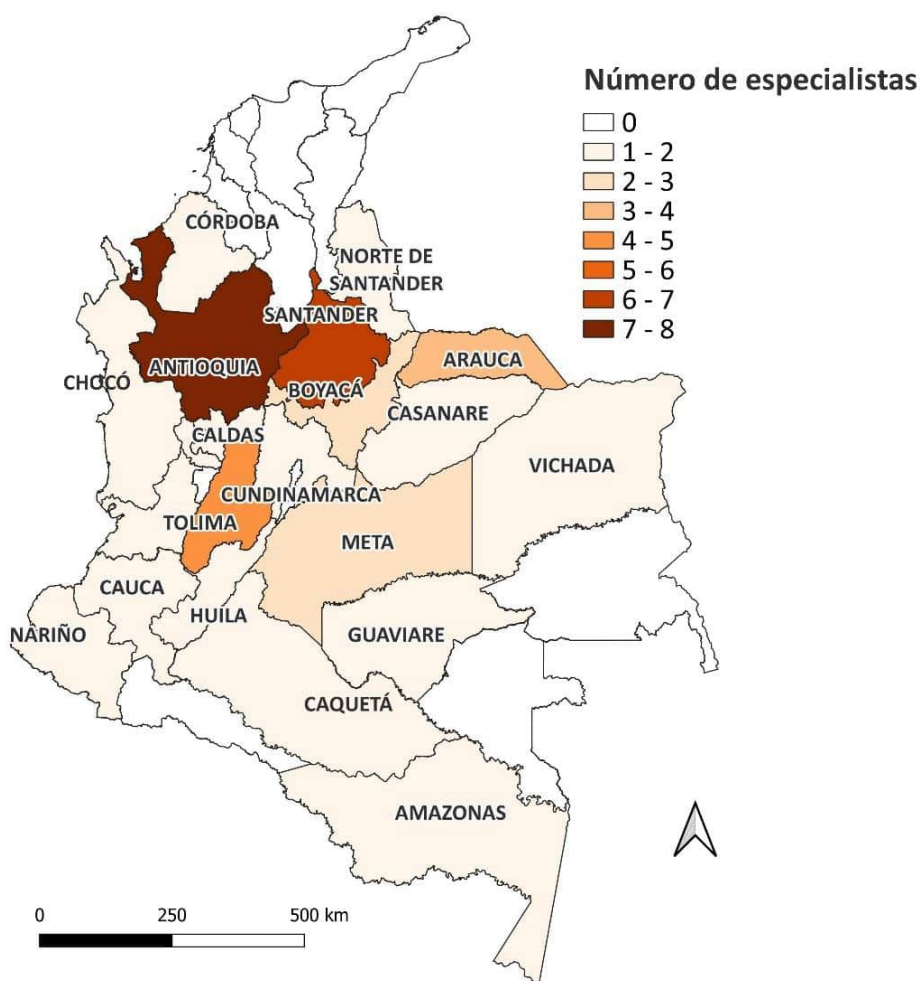


Figura 10. Departamentos de Colombia donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

En Colombia participaron un total de 33 especialistas, los cuales han trabajado en 21 de los 32 departamentos que conforman el país (figura 10). El departamento de Antioquia tuvo la mayor representación con ocho especialistas, seguido de Santander con siete, Tolima con cinco y Arauca con cuatro. El Meta y Boyacá tuvieron tres representantes cada uno y los departamentos restantes entre uno y dos especialistas (figura 10). En Colombia, se vieron representados los departamentos que mayor producen cacao en el país, pero también otros departamentos que tienen una menor producción, lo que refleja la importancia del cacao a lo largo de todo el país.

Respuestas por enfermedad

Uno de los factores que más limita la producción de cacao en el país es la presencia de enfermedades. Entre estas se destaca la presencia de la monilia (*M. rozeri*) afectando alrededor del 40% de la producción y en algunos sitios hasta el 100% debido a condiciones relacionadas con la agroecología, la severidad del inóculo y al inadecuado manejo del cultivo, por lo que es considerada la enfermedad más prevalente y severa del país (Jaimes & Aranzazu, 2010; Correa-Álvarez *et al.*, 2014). Otra de las enfermedades de mayor importancia es la escoba de bruja (*M. perniciosa*) y la mazorca negra o pudrición negra del fruto (*P. palmivora*); esta última enfermedad ha ido aumentando en los últimos años y se reporta como la más limitante en algunos cultivos monoclonales del país (Rodríguez-Polanco & Vera, 2015; Cárdenas-Prado *et al.*, 2017). Otras enfermedades como la llaga macana o el mal de machete (*C. cacaofunesta*) y la llaga estrellada o pie negro (*Rosellinia pepo*) están presentes en el cultivo de cacao, sin embargo, tienen una amplia variedad de hospederos, y pueden estar naturalmente en el suelo, por lo que solo en ciertas condiciones pueden llegar a ser limitantes y de difícil manejo en el cultivo.

Este panorama fitosanitario se vio reflejado en la experiencia de los especialistas en el control de las distintas enfermedades. En este país, se encuestaron siete enfermedades (figura 11), sin embargo, la moniliasis fue la principal enfermedad que los especialistas tenían conocimiento en su control, con respuestas afirmativas de aproximadamente el 80% de los encuestados. Los especialistas también tenían experiencia en el manejo de la escoba de bruja y la mazorca negra, con respuestas del 40 y 50% de los encuestados respectivamente. Del resto de las enfermedades, los especialistas tenían menor conocimiento sobre su manejo, posiblemente por la menor incidencia de las enfermedades en los cultivos del país (figura 11).

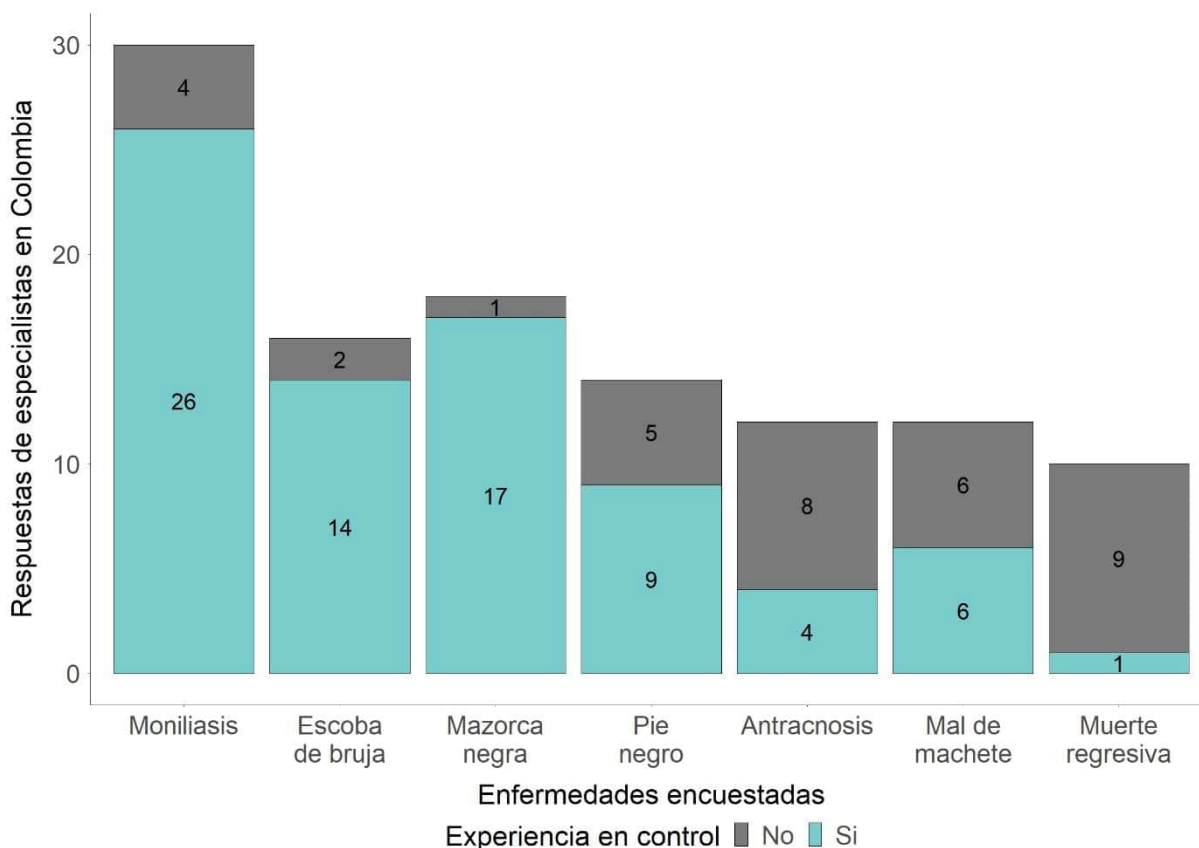


Figura 11. Respuestas de los especialistas en Colombia sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

En Colombia se ha considerado al insecto *M. dissimulatum* como la plaga más importante en el cultivo de cacao del país, sin embargo, en los últimos años, se ha emitido una alerta por el incremento del perforador de la mazorca *C. foraseminis* en las zonas productoras del país, confirmando su presencia en departamentos como Santander, Risaralda, Cauca, Magdalena, Boyacá, entre otros, registrando pérdidas del 27,4% en departamentos como Antioquia (Gutiérrez *et al.*, 2017).

Aunque en Colombia los sistemas agroforestales tienden a mantener una riqueza alta de especies arbóreas proporcionando una alta diversidad de fauna, se pueden encontrar distintas especies de escolítidos causando daño a los cultivos de cacao. Dentro de este grupo, los géneros *Xyleborus* e *Hypothenemus* son los más importantes. El principal problema que causan es generar lesiones que permiten la entrada de hongos fitopatógenos como *C. fimbriata* (Bernal, 2021).

Estas plagas de importancia económica fueron encuestadas en Colombia, junto con el barrenador y el picudo del cacao y los trips, para un total de cinco plagas encuestadas (figura 12). De estas, el mazorquero y el chinche del cacao fueron las plagas donde los especialistas tenían mayor conocimiento en su control con aproximadamente el 33 y el 24% de los encuestados. Pese a la importancia de estas plagas, consideradas como las más limitantes, el número de respuestas de los especialistas fue baja, ya que se obtuvieron respuestas únicamente del 50% de ellos. En cuanto al resto de plagas, la experiencia en el control de estos insectos fue menor al 12%. El picudo del cacao fue la única especie donde todos los especialistas que respondieron la encuesta (24% del total de encuestados) indicaron no tener experiencia en el control de la plaga (figura 12).

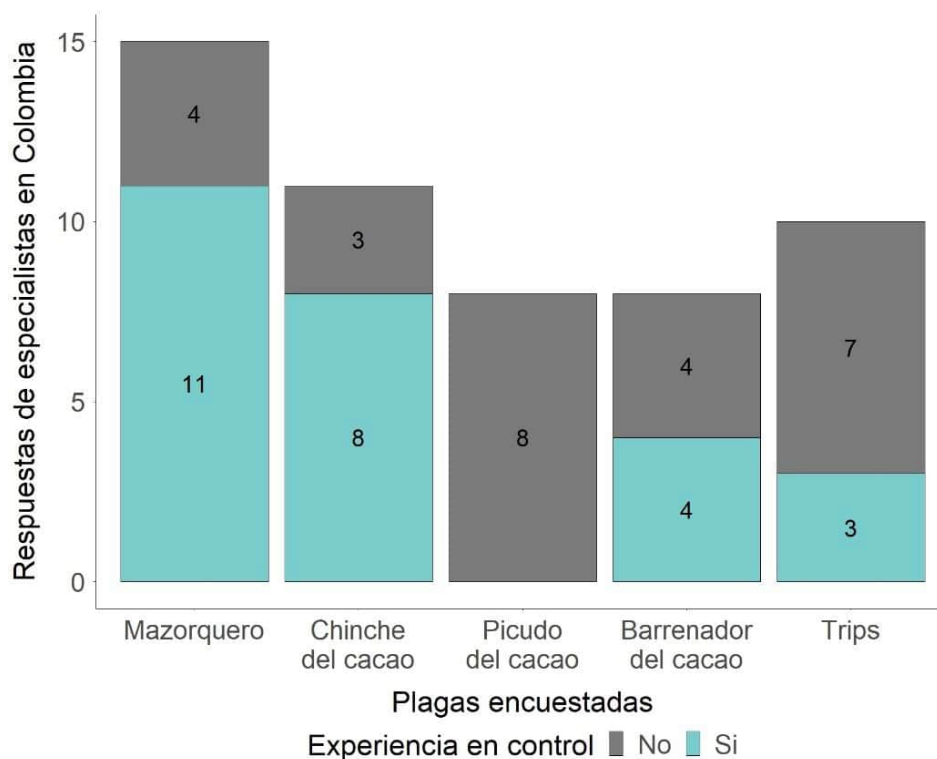


Figura 12. Respuestas de los especialistas en Colombia sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Ecuador

Cobertura geográfica

Ecuador es el principal país productor de granos de cacao en América y el cuarto país productor a nivel mundial según el último reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022). En Ecuador se produce principalmente dos variedades de cacao, Nacional Arriba (fino) y CCN-51 (Thomas *et al.*, 2024), los cuales se concentran principalmente en las provincias de la costa por la naturaleza de la planta (García-Briones *et al.*, 2021; Coll & Dilas-Jiménez, 2022). La producción de cacao se concentra en 21 de las 24 provincias que tiene el país. Las provincias que tienen las mayores áreas de producción son Los Ríos, Manabí y Guayas con superficies sembradas que varían de 120.000 a 131.000 hectáreas, seguido de Esmeraldas, con cerca de 70.000 hectáreas sembradas. Otras provincias como Sucumbíos, Orellana, Santo Domingo de los Tsáchilas y Bolívar presentan áreas entre los 18.000 a 30.000 hectáreas y el resto de las provincias tienen menos de 11.000 hectáreas sembradas (Coll & Dilas-Jiménez, 2022).

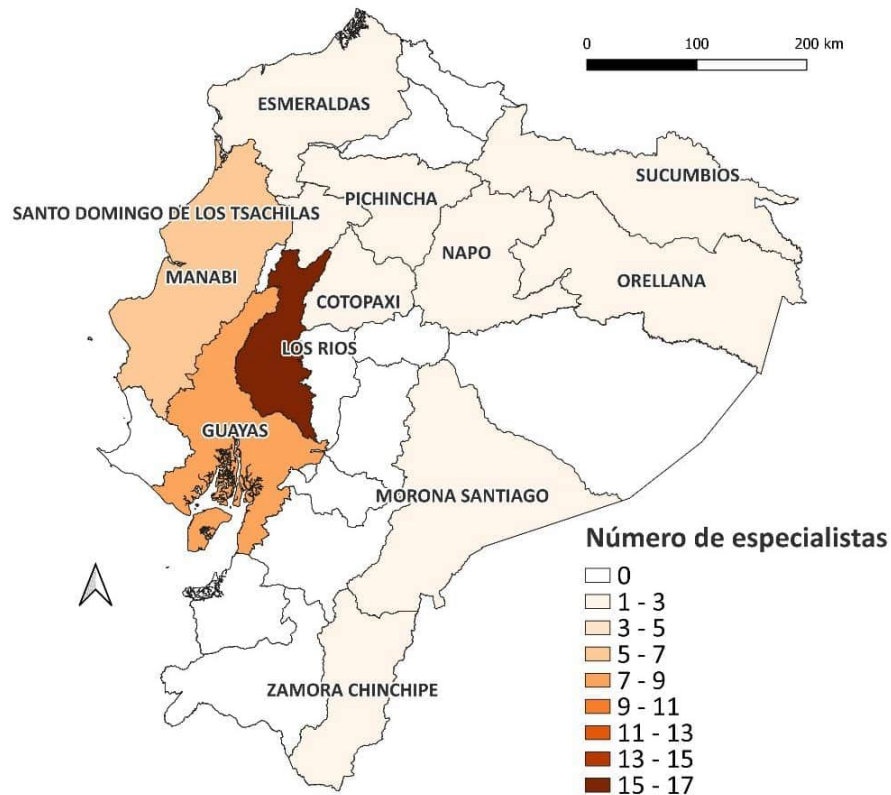


Figura 13. Provincias de Ecuador donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

En Ecuador participaron un total de 30 especialistas, los cuales han trabajado en 12 de las 24 provincias que tiene el país (figura 13). La provincia donde más especialistas han trabajado es en Los Ríos con 17 personas, seguido de Guayas con ocho y Manabí con siete. El resto de las provincias estuvo representado por tres especialistas (Esmeraldas y Orellana), dos especialistas (Santo Domingo de los Tsáchilas) y un especialista (Sucumbíos, Napo, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Cotopaxi y Pichincha). Esta tendencia concuerda con la concentración de la producción de cacao, reflejando la importancia que tiene el cacao para estas tres provincias y para el país en general (figura 13).

Respuestas por enfermedad

En Ecuador el cultivo de cacao es principalmente atacado por dos enfermedades primarias y endémicas, la escoba de bruja (*M. perniciososa*) y la moniliasis (*M. rozeri*), las cuales pueden causar pérdidas de hasta el 80% en las plantaciones. En la última década también se ha visto la incidencia de otras enfermedades como la mazorca negra originada por un complejo de especies del género *Phytophthora*, el mal de machete producido por *C. cacaofunesta* y la muerte regresiva ocasionada por *L. theobromae*, las cuales se consideran de importancia secundaria (Virginio Filho *et al.*, 2014; Sánchez Cuevas *et al.*, 2015; Solís *et al.*, 2021).

De las enfermedades encuestadas en este país, la moniliasis fue la enfermedad que los especialistas tenían mayor experiencia en el control, con aproximadamente el 85% de respuestas afirmativas del total de encuestados (figura 14), resultados que concuerdan con la importancia de la enfermedad en el país. Otras enfermedades como la escoba de bruja, la mazorca negra y el mal de machete que también son consideradas enfermedades importantes en Ecuador, estuvieron representadas por el 30 al 40% de los especialistas encuestados (figura 14). La muerte regresiva, el pie negro y la antracnosis fueron las enfermedades con menor número de respuestas, coincidiendo con la relevancia de la enfermedad en los cultivos del país (figura 14).

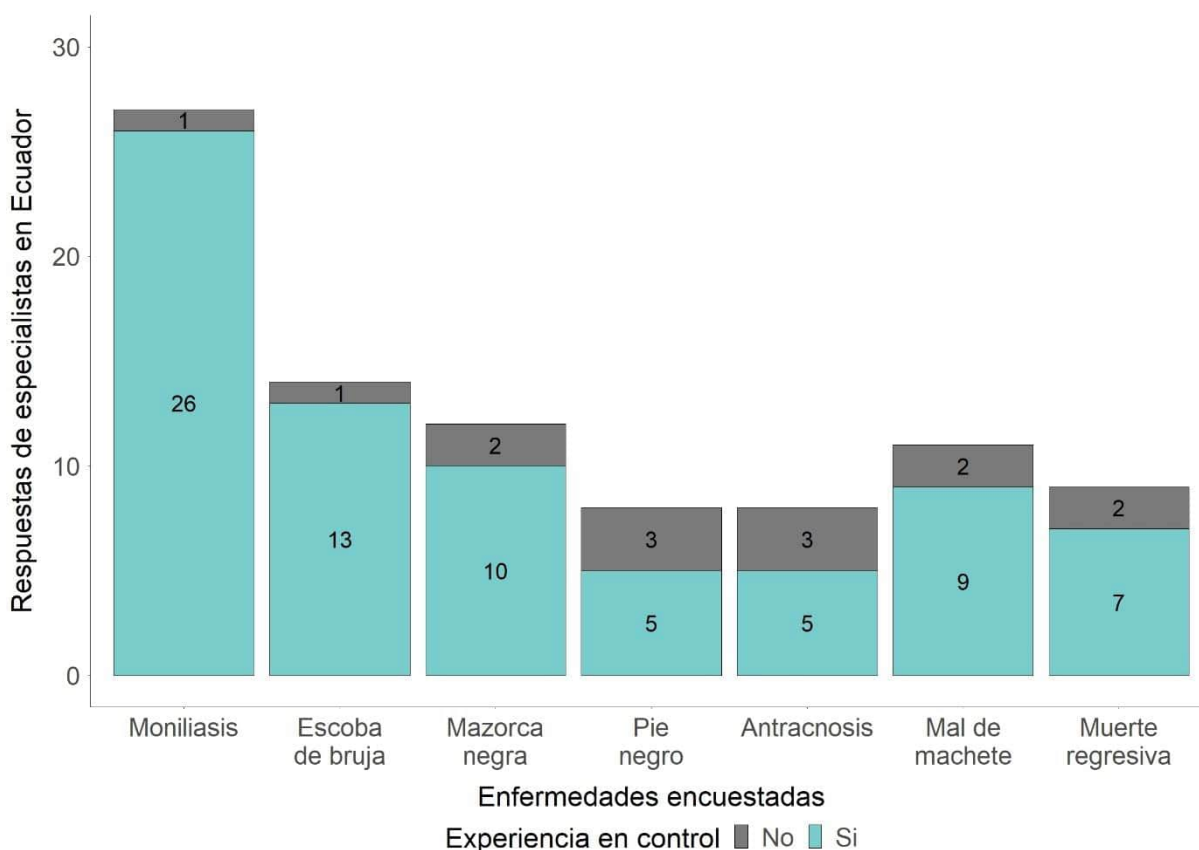


Figura 14. Respuestas de los especialistas en Ecuador sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

El cacao en Ecuador generalmente se siembra en ecosistemas con una gran diversidad de especies vegetales, por lo que la presencia de controladores biológicos, depredadores, parasitoides y entomopatógenos contribuyen al control natural de las poblaciones de artrópodos plaga. Dentro de los principales artrópodos plaga se encuentran los insectos que atacan los frutos como el chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) y el chinche negro (*Antiteuchus* sp.); dentro de los que afectan la raíz y el tallo se encuentra la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), el barrenador del cacao (*Xyleborus ferrugineus*), las termitas (*Nasutitermes* sp.) y el picudo del cacao (*Heilipodus* spp.); dentro de los chupadores de hojas, flores y frutos se encuentra *Toxoptera aurantii* y los trips (*Selenothrips rubrocinctus*), entre otros (Cañarte-Bermúdez & Navarrete-Cedeño, 2021).

En la investigación se encuestó al chinche, el picudo y el barrenador del cacao, y a los trips, plagas consideradas de importancia económica para el país. También se incluyó al mazorquero (*Carmenta* sp.) considerada una plaga importante en países de América del Sur como Perú y Colombia. Los resultados mostraron que el chinche, el barrenador del cacao y los trips, fueron los artrópodos plaga para cuales los especialistas tenían mayor experiencia en el control, siendo el chinche del cacao la plaga más relevante con aproximadamente el 40% de respuestas afirmativas del total de encuestados (figura 15). Por otro lado, en las encuestas del picudo del cacao y el mazorquero solo se obtuvieron dos y tres respuestas afirmativas respectivamente (figura 15). La poca experiencia que tienen los especialistas de este país en el control del mazorquero coincide con los reportes donde se muestra que *Carmenta* sp. no parece ser una plaga principal para Ecuador.

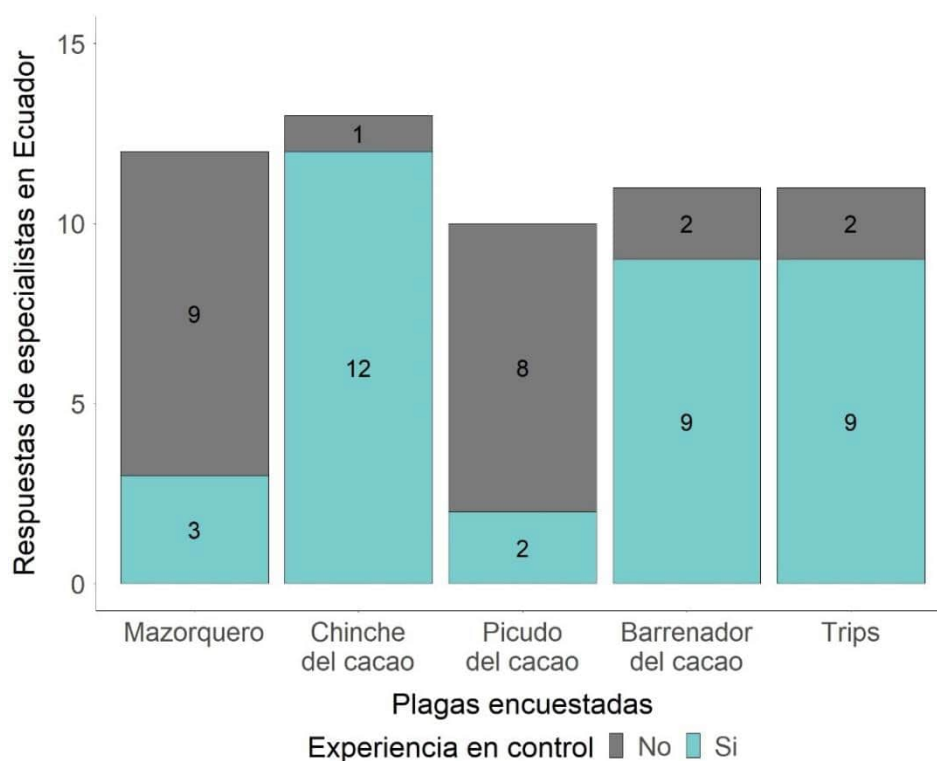


Figura 15. Respuestas de los especialistas en Ecuador sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Brasil

Cobertura geográfica

Brasil es el segundo país productor de grano de cacao de América Latina según el último reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022). El cacao se cultiva en Brasil desde el siglo XVII, inicialmente en la región Norte en el estado de Pará y posteriormente en el sur de Bahía gracias a las condiciones favorables para su desarrollo. Las plantaciones de cacao se encuentran tradicionalmente en las zonas más septentrionales de Brasil, en las regiones del Norte y Nordeste del país. En la región Nordeste, Bahía es el único estado productor, el cual concentra aproximadamente el 69,7% de la superficie nacional. En la región norte, Pará es uno de los principales estados productores de cacao y junto a Bahía producen alrededor de 242 mil toneladas (Santos *et al.*, 2023). En el Sudeste la producción se concentra en las provincias de Minas Gerais y Espírito Santo, con un 2,8% del área cosechada nacional, lo que equivale al 94,7% del área de cosecha del Sudeste, y que representa la segunda zona de mayor exportación de cacao en Brasil (Brainer, 2021).

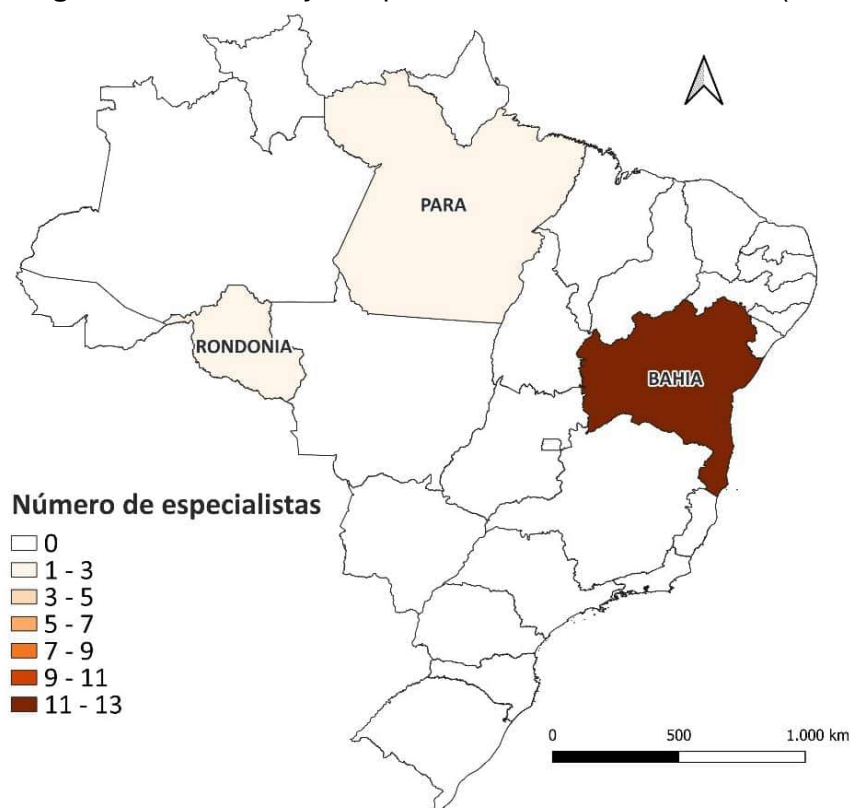


Figura 16. Estados de Brasil donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

En Brasil respondieron esta pregunta únicamente 15 de los 20 especialistas que participaron de la investigación, los cuales indicaron que han trabajado en tres de los 24 estados que conforman el país (figura 16). Bahía fue el estado donde más especialistas han trabajado en el manejo integrado de plagas y enfermedades del cacao, con un total de 13 especialistas, esto concuerda con la concentración de la producción y del área cosechada en el país. En la región norte los estados de Pará y Rondonia estuvieron representados por un especialista respectivamente (figura 16). En la región Sur y Sudeste no hubo participantes, pese a la importancia de estados como Minas Gerais y Espírito Santo en la producción nacional.

Respuestas por enfermedad

En Brasil la pudrición parda ocasionada por diferentes especies del género *Phytophthora* (*P. palmivora*, *P. capsici* y *P. citrophthora*) se consideró por mucho tiempo como la enfermedad más importante de la región sur de Bahía, con pérdidas de alrededor del 20 y el 30% de la producción anual. Sin embargo, desde la diseminación de la escoba de bruja (*M. pernicioso*) en este estado, la incidencia de la pudrición parda disminuyó (mayor frecuencia en sistemas de vivero), posicionando esta enfermedad como la más limitante para la producción de cacao en el país. Otras enfermedades importantes son la marchitez por *Ceratocystis* y por *Verticillium*, el chancro ocasionado por *Lasiodiplodia* y la podredumbre de raíces negras causada por *Rosellinia pepo* (de Oliveira & Luz, 2005). La moniliasis (*M. roreri*) también es considerada una enfermedad limitante y de gran amenaza en este país, al ser detectada en el año 2021 en los estados de Acre y Amazonas (Nestlé, 2023).

En Brasil se encuestaron siete enfermedades que afectan al cultivo de cacao (figura 17). Dentro de estas, las enfermedades más importantes como la escoba de bruja y la mazorca negra también fueron aquellas donde un mayor número de especialistas indicaron tener experiencia en su control. En las encuestas de moniliasis y mal de machete se obtuvieron respuestas afirmativas del 35 y el 40% del total de encuestados respectivamente. Por otro lado, enfermedades como la antracnosis, la muerte regresiva y el pie negro tuvieron baja representación, al ser consideradas menos limitantes para las plantaciones de este país (figura 17).

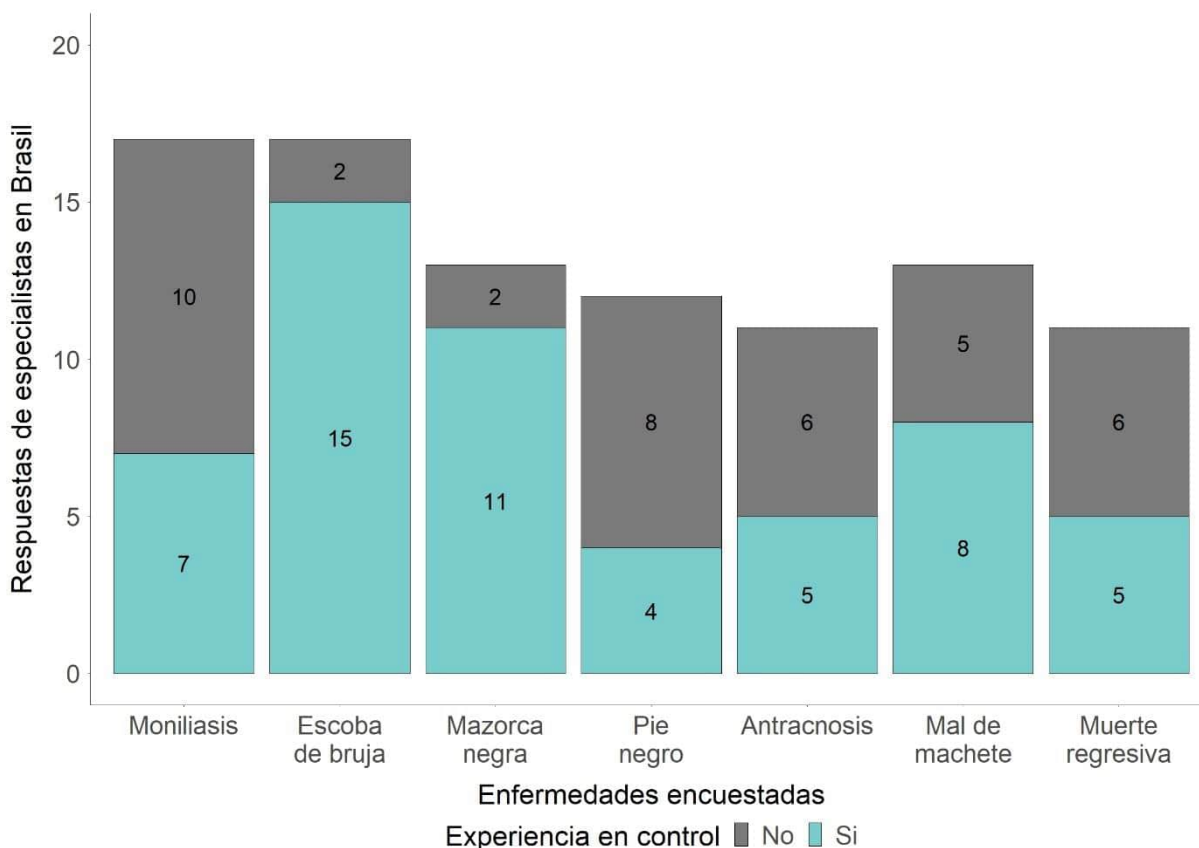


Figura 17. Respuestas de los especialistas en Brasil sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

En cuanto a las plagas, Brasil reporta una amplia variedad de artrópodos atacando al cultivo de cacao, donde se incluyen insectos como los trips (*Selenothrips rubrocinctus*), crisomélidos (*Percolaspis ornata*, *Taimbezinhia theobromae* y *Colaspis* spp.), la broca del cacao (*Xylosandrus morigeras*), picudos del cacao (*Naupactus bondari*, *Lordops aurosa*, *Lasiopus cilipes* y *Heilipodus clavipes*), la broca del fruto del cacao (*Carmenita foraseminis*), las cochinillas (Homoptera), las hormigas cortadoras de hojas, entre otros (Nestlé, 2023). De esta lista se destacan los trips, los crisomélidos y los ácaros como uno de los principales artrópodos plagas que afectan la producción del cacao en el país (Miranda & Campelo, 2023).

En la investigación se incluyó la encuesta del ácaro del cogollo del cacao (*Aceria reyesi*) al ser identificado recientemente como el agente causal de la “engurruñadera”, provocando grandes afectaciones al cultivo, llegando incluso a causar la muerte de las plantas cuando hay alta incidencia (Santos *et al.*, 2023).

En Brasil se realizaron siete encuestas de plagas (figura 18) abarcando la mayor variedad de plagas que se encuentran en el cultivo. Pese a la amplia variedad de encuestas, las respuestas de los especialistas que indicaron tener experiencia en el control de las plagas no superaron el 20% del total de encuestados y, por el contrario, el número de respuestas negativas fue mucho mayor en todas las encuestas (figura 18). Estos resultados podrían indicar que en Brasil las plagas en la mayoría de los casos se encuentran por debajo del nivel de daño económico.

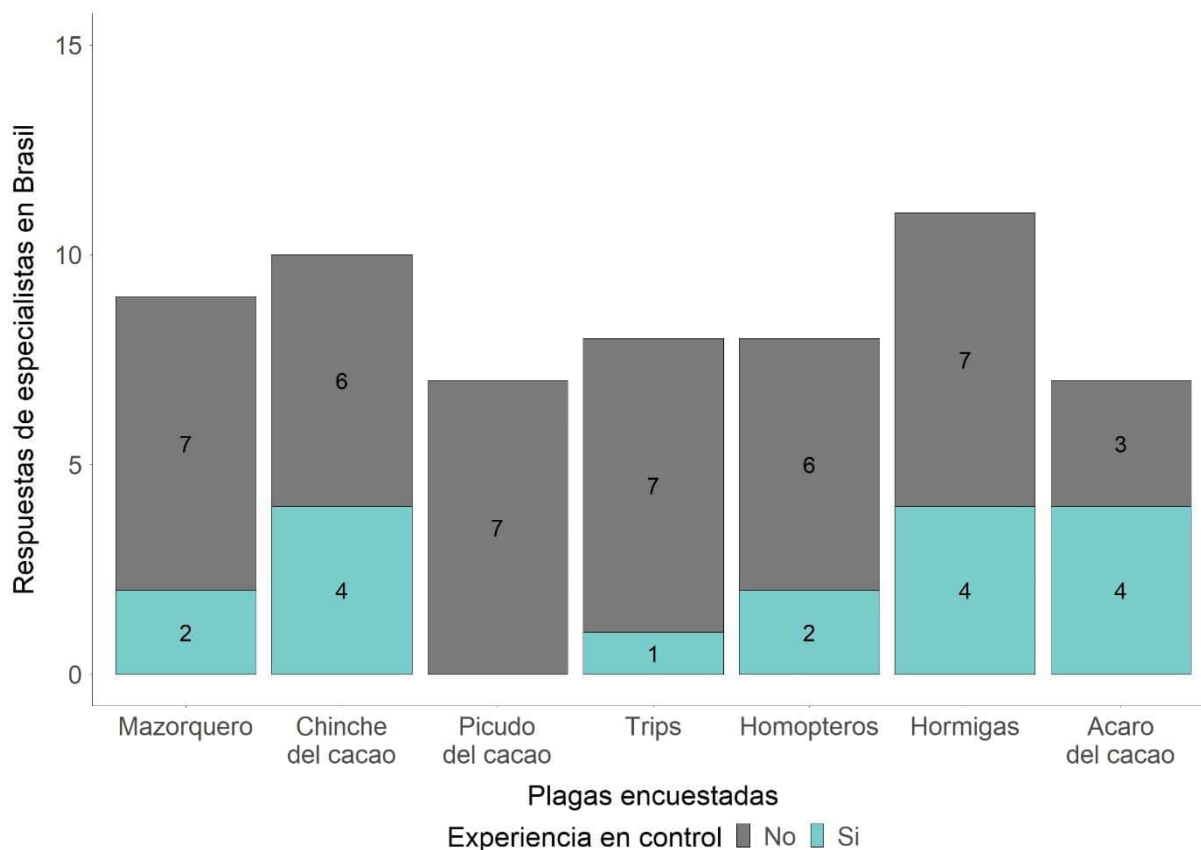


Figura 18. Respuestas de los especialistas en Brasil sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Bolivia

Cobertura geográfica

El cultivo de cacao en Bolivia se produce en las zonas tropicales y subtropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Cochabamba y Santa Cruz. La región de Alto Beni (La Paz) es considerada una de las zonas cacaoteras más grandes del país, produciendo anualmente cerca de 2000 toneladas de cacao (Maldonado-Fuentes, 2015). Dentro de las variedades que produce el país, se destaca la presencia del cacao silvestre, denominado comúnmente como cacao nacional boliviano (Estivarez-Copa & Maldonado-Fuentes, 2019).

En Bolivia participaron un total de tres especialistas, los cuales indicaron trabajar en tres de los nueve departamentos que tiene el país. De los departamentos productores, La Paz y Beni estuvieron representados por dos especialistas y Cochabamba por un único especialista (figura 19).

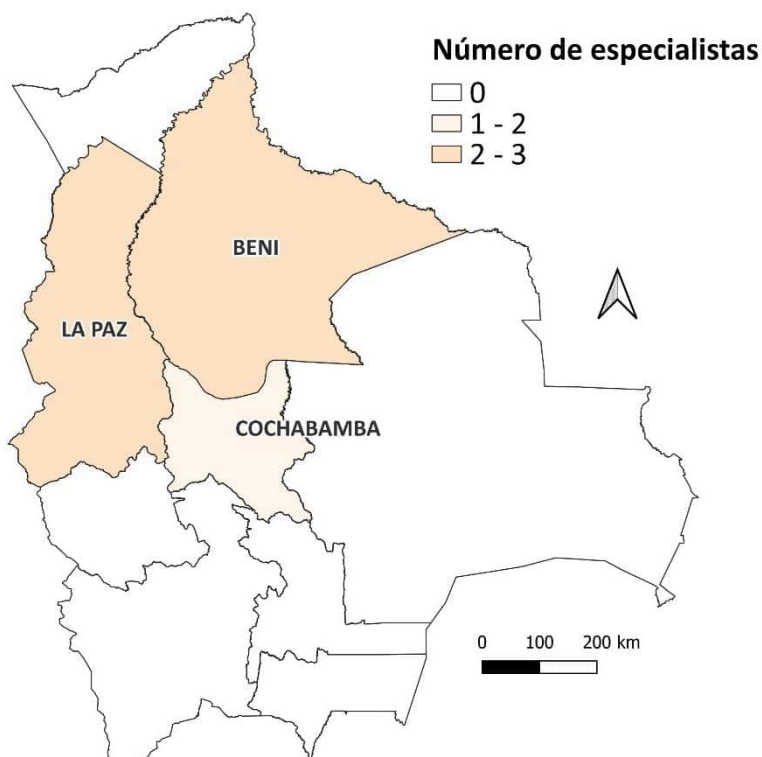


Figura 19. Departamentos de Bolivia donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

Respuestas por enfermedad

En Bolivia se destacan las enfermedades escoba de bruja (*M. pernicioso*), mazorca negra (*P. palmivora*) y moniliasis (*M. rozeri*) como las principales enfermedades que afectan al cultivo de cacao, ocasionando en conjunto pérdidas de hasta un 80% de la cosecha si no se realiza un manejo adecuado. De estas, la monilia es la enfermedad más limitante al afectar la mayoría de los clones establecidos en la región de Alto Beni (Paredes-Aruquipa, 2014).

En este país se encuestaron siete enfermedades que afectan en diferentes niveles al cultivo de cacao, sin embargo, únicamente se obtuvieron respuestas afirmativas de las tres principales enfermedades que afectan al cultivo en el país (figura 20). La moniliasis fue la única enfermedad donde los tres especialistas encuestados indicaron tener experiencia en su control (figura 20).

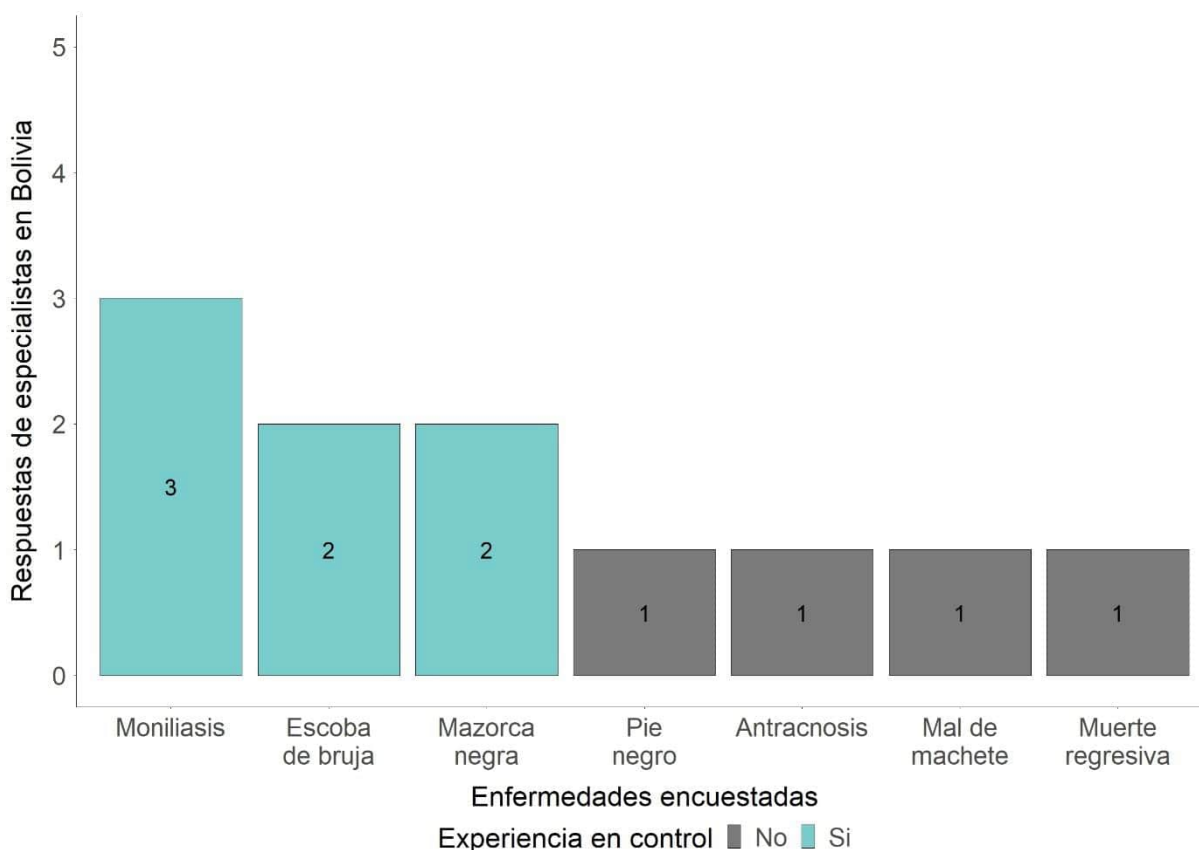


Figura 20. Respuestas de los especialistas en Bolivia sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

En cuanto a las plagas, el chinche del cacao (*M. dissimulatum*) es la principal plaga que ataca al cultivo, causando pérdidas en el municipio de Alto Beni de aproximadamente el 50% de los rendimientos (Ferrari *et al.*, 2014; Huaycho-Callisaya *et al.*, 2017). La importancia de esta plaga se vio reflejada en las respuestas de los especialistas que participaron de la investigación, ya que el chinche del cacao fue la única especie que indicaron tener experiencia en su control (figura 21).

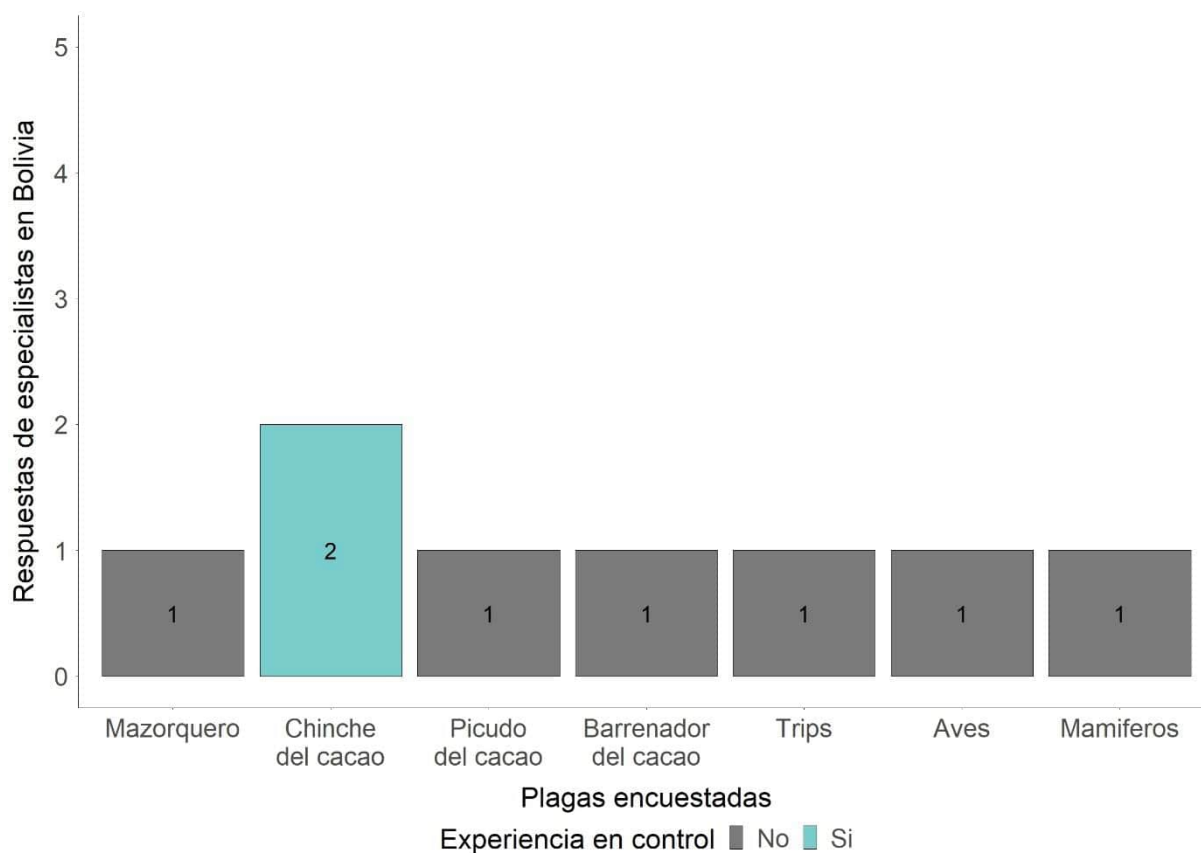


Figura 21. Respuestas de los especialistas en Bolivia sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Venezuela

Cobertura geográfica

En Venezuela se cultiva tradicionalmente el cacao fino de aroma, contribuyendo a nivel mundial en el 0,64% de la producción de cacao aromático (García & Montilla, 2010). Aunque el cultivo de cacao forma parte de la tradición nacional, solamente un tercio del grano es consumido internamente, por lo que el resto se comercializa en el mercado internacional. En este país se reconocen tradicionalmente tres regiones productoras de cacao, las cuales presentan una superficie aproximada de 75000 hectáreas de cacao: La región suroccidental, que comprende los estados de Zulia, Mérida, Táchira, Apure y Barinas; La región centro-norte-costera con los estados de Miranda, Aragua, Carabobo, Guárico y Yaracuy, los cuales ocupan el 38% de la superficie y la región nororiental con los estados de Sucre, Monagas y Delta Amacuro, los cuales ocupan el 47% de la superficie sembrada (Navarro *et al.*, 2004; Parra *et al.*, 2009).

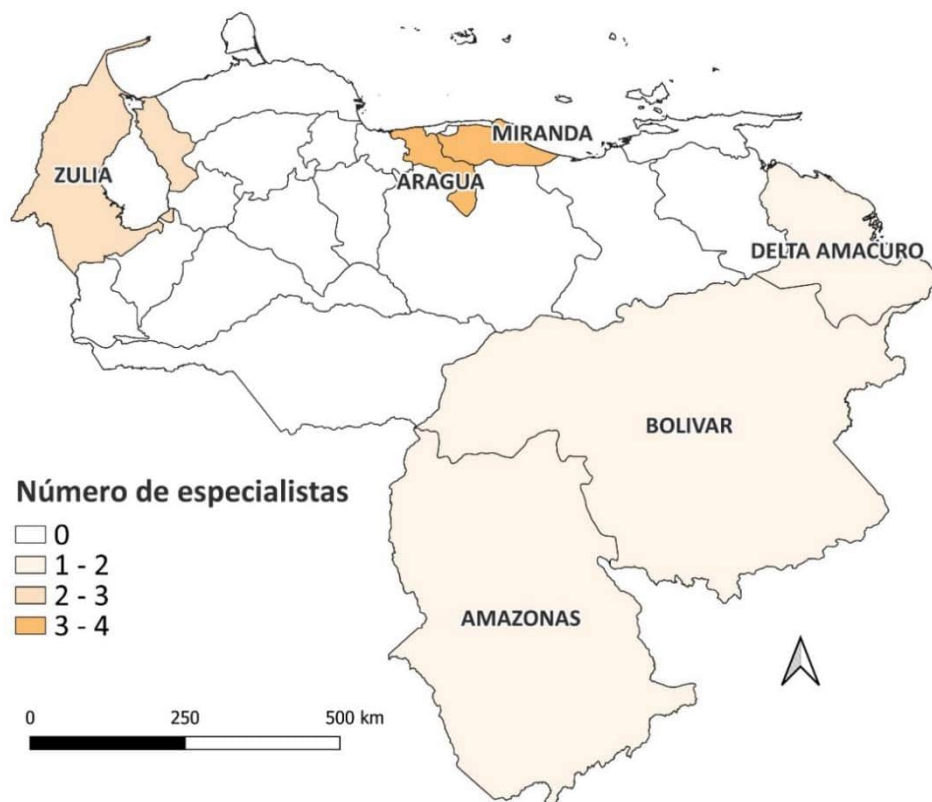


Figura 22. Estados de Venezuela donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

En Venezuela participaron un total de 11 especialistas, los cuales han trabajado en seis de los 23 estados que tiene el país. De las zonas productoras de cacao, al menos un estado estuvo representado en cada una de las tres regiones cacaoteras. Por parte de la región suroccidental, en el estado de Zulia han trabajado dos especialistas en el manejo de plagas y enfermedades; en la región centro-norte-costera, los estados de Miranda y Aragua tuvieron la mayor representación con tres especialistas cada uno, y la región nororiental con el estado de Delta Amacuro un solo especialista (figura 22).

Respuestas por enfermedad

Dentro de las enfermedades se destaca la presencia de *Phytophthora* sp., *M. perniciosa* y *M. royeri* como las más limitantes para el país (Parra *et al.*, 2009; Hernández-Villegas, 2016). Otra de las enfermedades que se pueden encontrar en todas las regiones y provocan pérdidas considerables al cultivo es la pudrición carbonosa de la mazorca (*L. theobromae*), la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en hojas y frutos (Parra *et al.*, 2009) y las agallas en cojines florales (*Fusarium decemcellulare*).

En la región occidental, en los estados de Mérida y Zulia se ha identificado a la moniliasis y la pudrición negra como las enfermedades de mayor importancia; en la región centro norte costera, en el estado de Aragua, las enfermedades más comunes son el complejo de agallas y la muerte regresiva. En Cumboto, Choroní y Cuyagua se pueden destacar las enfermedades de la pudrición parda, pudrición carbonosa y la antracnosis. En la región oriental se ha identificado la presencia de la mancha de agua (*P. megasperma*), especialmente en el sector de Bojordal posiblemente por la humedad relativa alta que hay en la zona (Parra *et al.*, 2009).

En cuanto a las encuestas de enfermedades, en Venezuela se realizaron un total de cinco encuestas (figura 23). La encuesta de moniliasis fue la única donde participaron aproximadamente el 80% de los encuestados de este país, sin embargo, únicamente el 45% de los encuestados indicaron tener experiencia en el control de esta enfermedad. En el resto de las encuestas únicamente el 36% de los participantes respondieron a la pregunta en alguna de las dos categorías (con experiencia o sin experiencia en el control). De las enfermedades mencionadas, el pie negro (*Rosellinia* sp.) fue la única enfermedad en la que solo un especialista indicó tener experiencia en su control (figura 23). Esto era previsible ya que el pie negro no se considera una enfermedad relevante para el país.

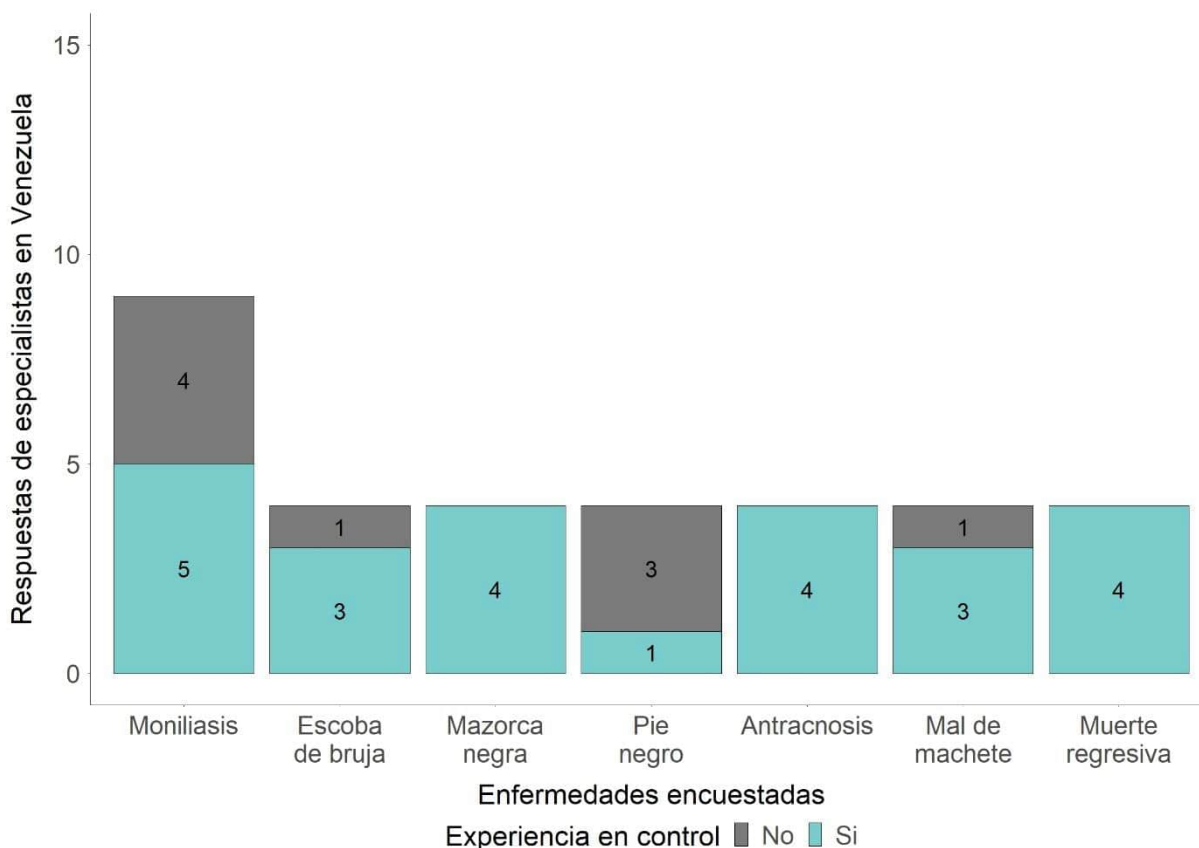


Figura 23. Respuestas de los especialistas en Venezuela sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

En Venezuela se destaca la presencia de insectos perforadores del tallo de la familia Scolytidae, ocasionando daños a las plantaciones de cacao. Se han identificado especies como *Premnobius caviperennis*, *Xyleborus ferrugineus*, *Sampsonius dampfi*, *Xylosandrus morigerus*, *X. spinulosus*, *Hypothenemus eruditus* e *H. buscki* en plantaciones de Ocumare de la Costa (Aragua), sin embargo, se destaca la presencia de *H. eruditus*, *X. ferrugineus* y *X. vespatorius* por su alta incidencia en los cultivos y por su asociación con hongos fitopatógenos como *L. theobromae* (Navarro & Liendo, 2010).

Otros insectos del orden Lepidoptera, también son considerados de importancia económica al perforar los frutos de cacao; dentro de estos, se destaca la presencia de los géneros *Carmenta*, *Stenoma* y *Ecdytolopha*, los cuales pueden causar daños en frutos pequeños hasta maduros. La especie *C. foraseminis* es la más limitante al

alimentarse de las semillas del fruto ocasionando mayores daños (Sánchez, *et al.*, 2011). La gota del cacao (*Steirastoma breve*), también es una plaga de importancia ya que puede ocasionar el anillado de tallos y ramas, lesiones que pueden causar la muerte de la planta (Morillo *et al.*, 2008).

En Venezuela se encuestaron seis insectos plaga (figura 24). Dentro de estas, los especialistas encuestados únicamente tenían experiencia en el control del mazorquero (perforadores del fruto), el barrenador del cacao y la gota del cacao, plagas que son consideradas de importancia para el país. El resto de las plagas encuestadas no figuran como plagas principales para Venezuela, lo que posiblemente limitó su experiencia en el control de ellas.

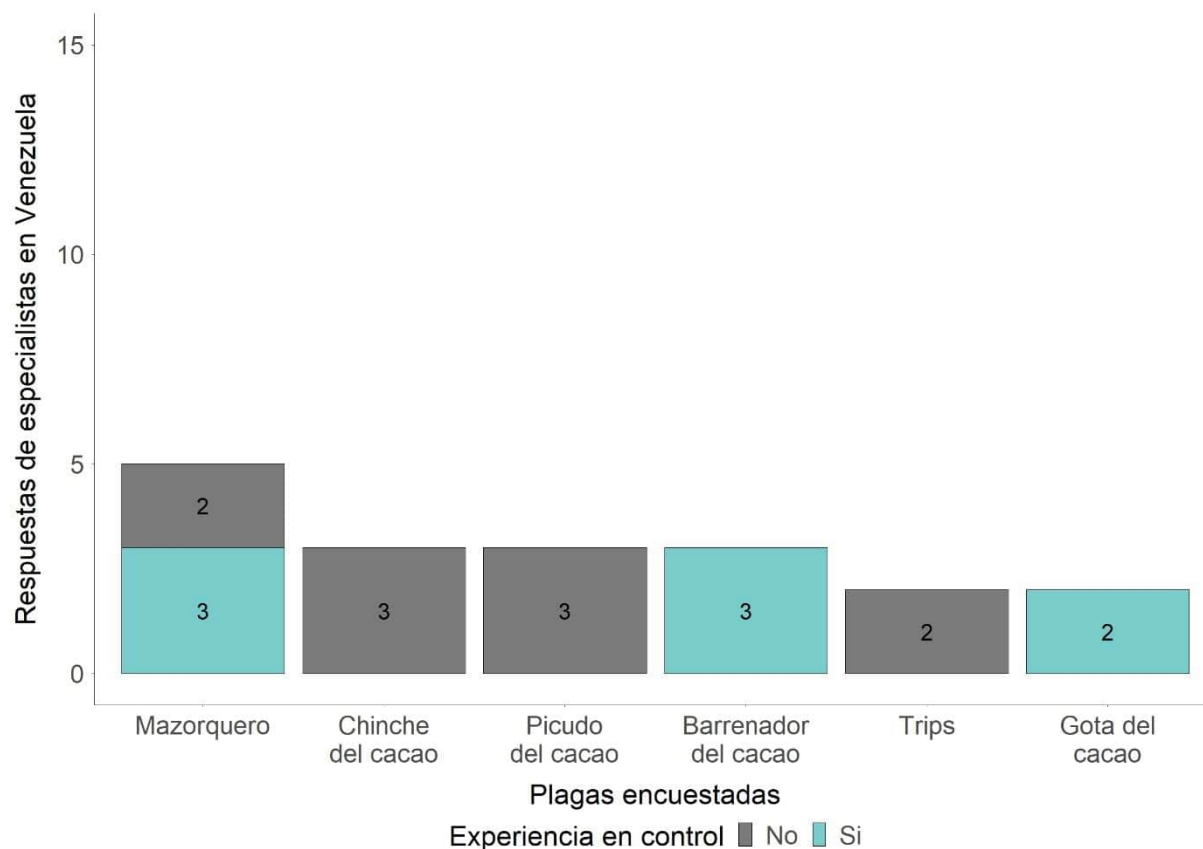


Figura 24. Respuestas de los especialistas en Venezuela sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo México

Cobertura geográfica

En México el cacao es un producto de gran valor socioeconómico debido a la gran cantidad de familias que se benefician de su producción y comercialización (Tadeo-Sánchez & Tolentino-Martínez, 2021; Castillo-Méndez *et al.*, 2024). De acuerdo con estudios genéticos se pueden encontrar tres tipos de variedades de cacao: criollo (antiguo y moderno), forastero y trinitario (Rivera-López *et al.*, 2024). En México el cacao se produce principalmente en los estados de Tabasco con el 67,3% de la superficie dedicada al cultivo y el 80% de la producción nacional y Chiapas con el 32,7% de la superficie dedicada al cultivo (Córdova-Ávalos *et al.*, 2001; Hernández-Gómez *et al.*, 2015).

Los estados donde se concentra la producción de cacao en México también se vieron reflejados en la zona de trabajo de los especialistas que participaron en la investigación. En México participaron un total de 11 especialistas, los cuales han trabajado en tres de los 32 estados que conforman el país (figura 25). El estado de Tabasco tuvo la mayor representación con 5 especialistas, seguido de Chiapas con tres y Ciudad de México con un especialista (figura 25).

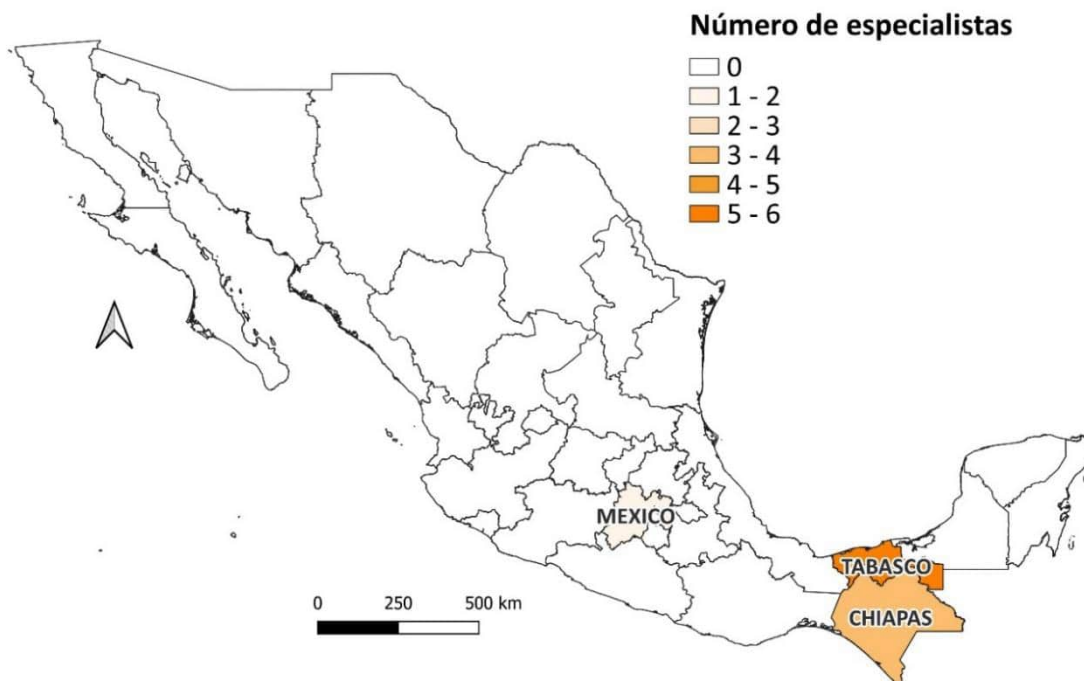


Figura 25. Estados de México donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

Respuestas por enfermedad

La moniliasis (*M. roleri*) es la principal enfermedad del cultivo de cacao en México. Esta especie se reportó por primera vez en el año 2005 y actualmente se encuentra ampliamente distribuida en todas las plantaciones del país. En Tabasco, la moniliasis ha causado pérdidas de más de 75% y en algunos casos donde las plantaciones están sin manejo alcanzan el 100% (Ortiz-García *et al.*, 2015). Otra de las enfermedades de importancia económica es la mazorca negra (*Phytophthora capsici*), *Fusarium sp.*, el mal de machete (*C. cacaofunesta*) y la antracnosis (*Colletotrichum spp.*) (Hernández-Gómez *et al.*, 2015).

En México se encuestaron a los especialistas siete enfermedades que afectan al cultivo de cacao (figura 26). Dentro de estas, la moniliasis fue la enfermedad donde un mayor número de especialistas indicaron tener experiencia en su control, con aproximadamente el 80% de respuestas afirmativas del total de encuestados. Esto concuerda con la importancia de la enfermedad en el país, al ser una de las más limitantes.

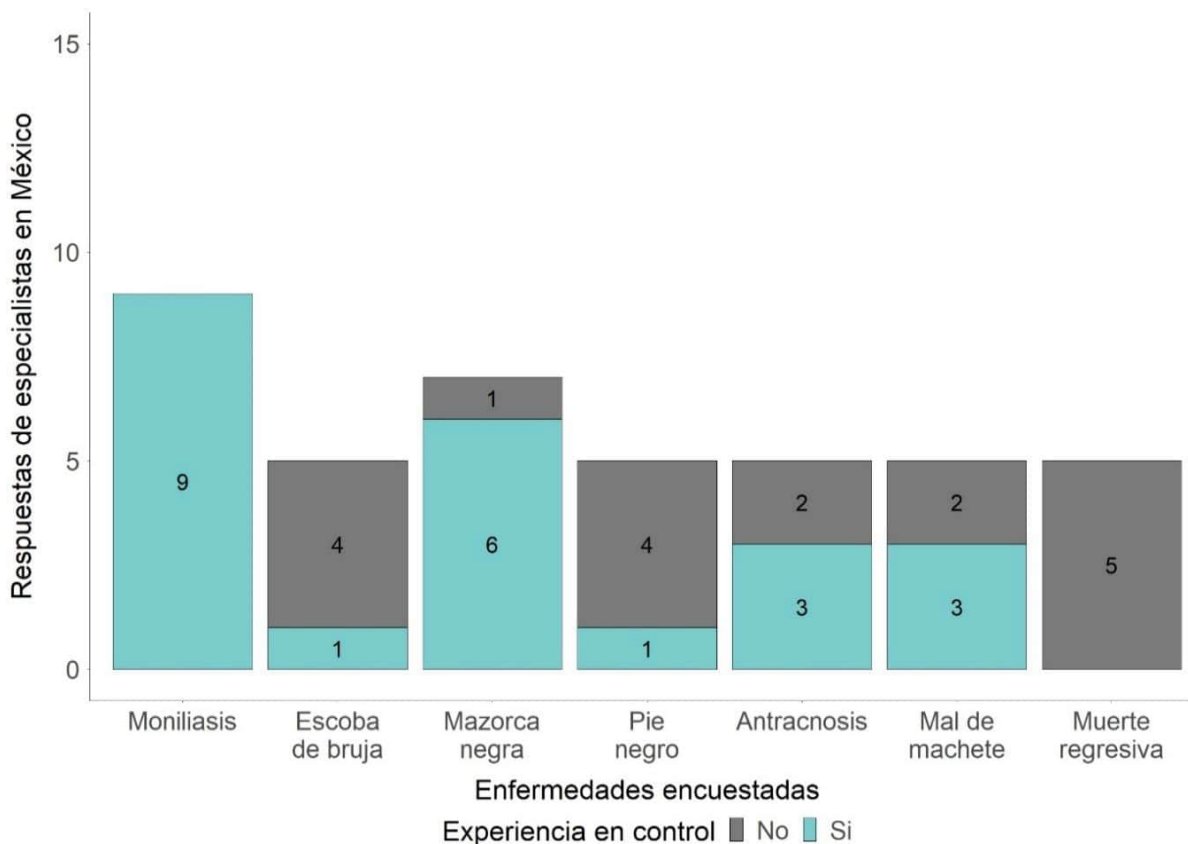


Figura 26. Respuestas de los especialistas en México sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

La mazorca negra fue la segunda enfermedad que los especialistas tenían mayor experiencia en su control, representado por el 54% de las personas encuestadas en este país. Otras enfermedades como la antracnosis y el mal de machete tuvieron tres respuestas afirmativas y la escoba de bruja y el pie negro una respuesta respectivamente (figura 26).

Respuestas por plaga

En cuanto a las plagas, en México se reporta la presencia de trips (*Selenothrips rubrocintus*), hormigas cortadoras de hojas (*Atta* sp.), una amplia variedad de coleópteros barrenadores, entre los que se destacan especies del género *Xyleborus* e *Hypothenemus* y la presencia de pájaros y mamíferos plaga afectando al cultivo de cacao (Hernández-Gómez *et al.*, 2015). También se ha reportado la presencia del salivazo (*Clastoptera laenata*) como una especie que succiona la savia de las flores, llegando a ocasionar la marchitez de hasta el 75% de las flores afectadas (López *et al.*, 2013).

En México se encuestaron a los especialistas siete plagas que atacan al cultivo de cacao (figura 27). Dentro de estas, los especialistas indicaron tener experiencia en el control del barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.) y los trips, con representación del total de encuestados del 36% y el 27% respectivamente (figura 27).

La experiencia en el control de las plagas coincidió con las de mayor representación en el país, sin embargo, otras plagas que cada vez cobran más importancia, como lo son las aves y los mamíferos, los especialistas indicaron no tener experiencia en su control (figura 27), este panorama concuerda con la falta de información que se puede encontrar en literatura, ya que son pocos los estudios donde se reporta métodos de control para estas especies.

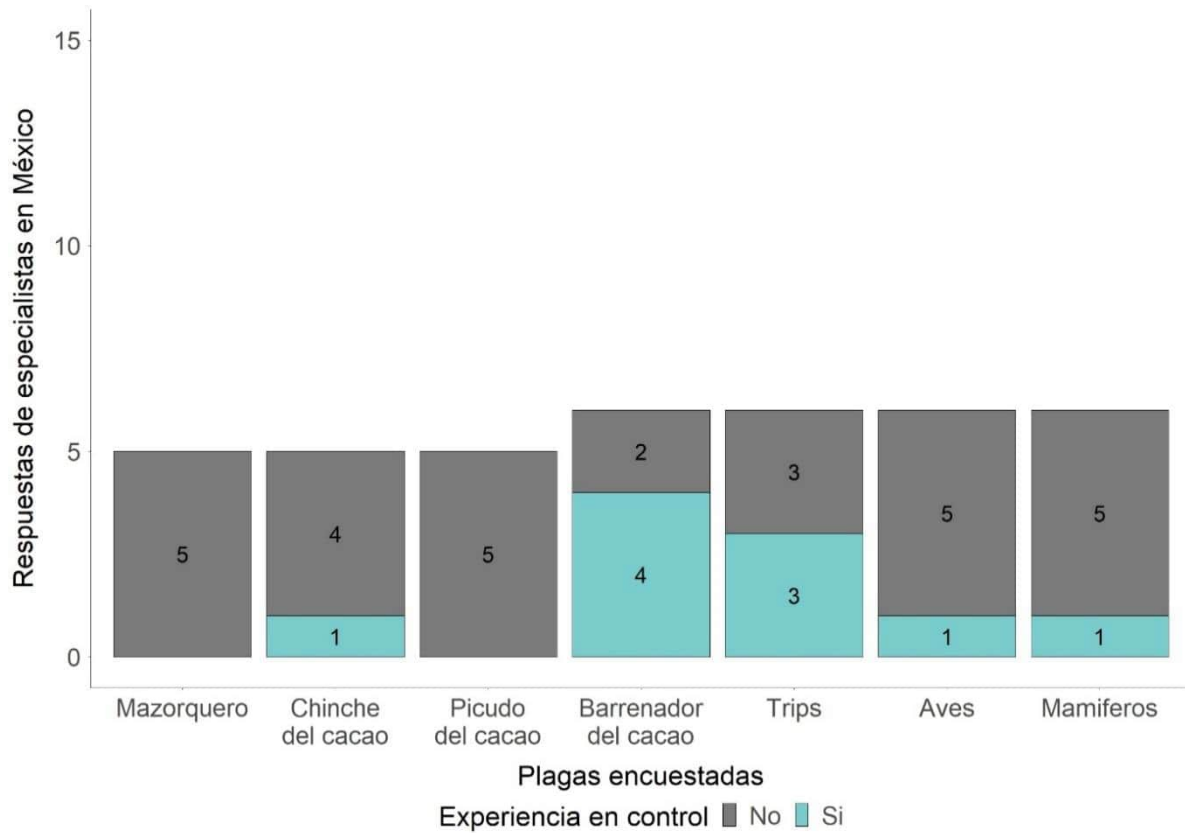


Figura 27. Respuestas de los especialistas en México sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Capítulo Centroamérica y el Caribe

Cobertura geográfica

En Centroamérica y el Caribe se destaca a República Dominicana como el noveno país mayor productor de granos de cacao a nivel mundial según el último reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022) y el principal país productor de cacao orgánico a nivel mundial (Arvelo *et al.*, 2016; Arroyo *et al.*, 2020). En Centroamérica y el Caribe participaron un total de 62 especialistas, los cuales representaron a los países de República Dominicana, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras, Costa Rica y Panamá (figura 28).

En República Dominicana la distribución de la producción se encuentra concentra en 28 provincias de las regiones nordeste, este, central, norte y norcentral, donde más del 60% de la producción proviene del nordeste, especialmente de las provincias de San Francisco de Macorís, Castillo y Nagua (Arvelo *et al.*, 2016). En este país participaron un total de 13 especialistas, los cuales han trabajado principalmente en la provincia de Monte Plata y Sánchez Ramírez con un total de tres especialistas respectivamente. Las provincias de Monseñor Nouel estuvieron representadas con dos especialistas y María Trinidad Sánchez, El Seybo, Duarte, Hato Mayor y Espaillat un especialista cada uno (figura 28). Aunque en República Dominicana no se vieron reflejadas las principales provincias productoras, fue uno de los países de América Latina y el Caribe donde más especialistas participaron de la investigación, representando ocho de las 28 provincias que tiene el país.

En Guatemala la producción de cacao se concentra en ocho de las 22 provincias que tiene el país, de estas, tres provincias (Alta Verapaz, Petén e Izabal) concentran dos tercios de la superficie de producción, mientras que el restante se encuentra en las provincias de Suchitepéquez, San Marcos, Retalhuleu, Escuintla y Quetzaltenango. Aunque Quetzaltenango es una de las provincias con menor superficie del cultivo, actualmente es el principal departamento productor de chocolate (Heinrichs & Conde, 2024). En este país participaron un total de siete especialistas, de los cuales cinco han trabajado en alguna de las tres provincias productoras de cacao más importantes para el país (Petén y Alta Verapaz dos especialistas cada uno e Izabal un especialista). Los otros dos especialistas restantes han trabajado en Escuintla y Suchitepéquez respectivamente (figura 28).

En El Salvador, de los 14 departamentos, solo se produce cacao en dos de ellos: La Unión y Chalatenango, aunque también se puede identificar una producción mínima en Cuscatlán, Cabañas y San Salvador. En este país, participaron un total de ocho especialistas, los cuales han trabajado en las provincias de San Miguel y Morazán tres especialistas cada uno, Ahuachapán y Sonsonate dos especialistas cada uno y las provincias de Usulután, La Libertad y San Salvador con un especialista respectivamente (figura 28).

En Honduras, los principales departamentos productores son Cortés, Atlántida, Colón, Yoro, Gracias a Dios, Olancho, Santa Bárbara y Copán, sin embargo, aproximadamente el 70% de la superficie de producción se concentra en Cortés, Atlántida, Colón y Santa Bárbara. En este país participaron únicamente tres especialistas, los cuales han trabajado en las provincias de Gracias a Dios, Cortes y Yoro respectivamente (figura 28).

En Costa Rica la producción de cacao se concentra en pequeños productores localizados en las regiones Caribe, especialmente en Talamanca y Limón, Huetar Norte en Upala y Guatuso (Furcal-Beriguete & Torres-Morales, 2020). Dentro de las provincias con mayor producción, Limón fue la única en la que han trabajado los especialistas que participaron en la investigación (tres especialistas), las otras provincias fueron Puntarenas, San José y Cartago con un solo especialista cada uno, para un total de seis personas que participaron en la investigación (figura 28).

En Panamá la provincia de Bocas del Toro es la principal zona productora de cacao con alrededor de 6500 hectáreas sembradas (Gutiérrez, 2020). En este país participaron un total de siete especialistas, los cuales han trabajado en las provincias de Bocas del Toro, Ngäbe Bugle y Colón dos especialistas cada uno y en Panamá un solo especialista (figura 28).

En Nicaragua, el cacao tradicionalmente es un cultivo productivo a pequeña escala, sobre todo en los departamentos de la zona central y norte del país (Johnson *et al.*, 2008), sin embargo, en los últimos años, ha ido incrementando las áreas sembradas de cacao, logrando que se posicione en el mundo por producir cacao de buena calidad (Ruiz, 2018). Nicaragua fue el país de Centroamérica donde más especialistas participaron. La provincia del Atlántico Norte fue la de mayor representación con 13 especialistas, seguido de Matagalpa y Río San Juan con dos especialistas respectivamente, para un total de 18 personas encuestadas (figura 28).

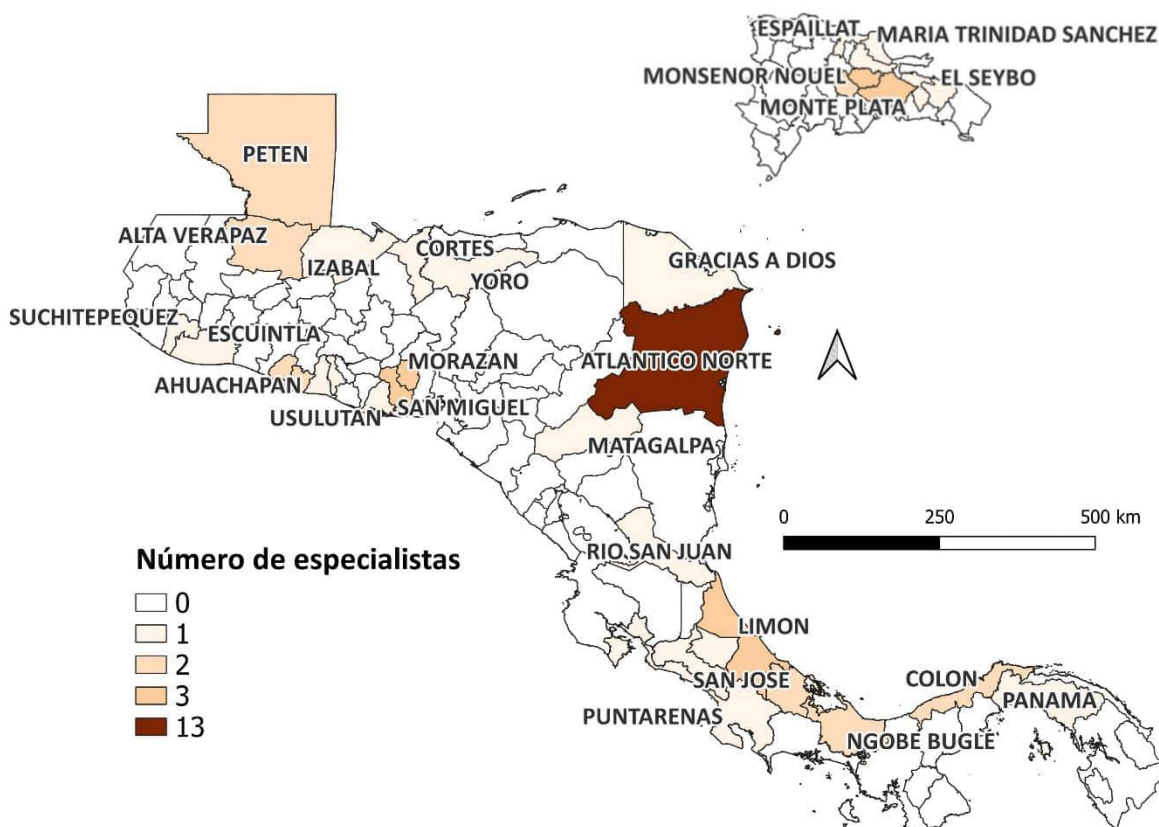


Figura 28. Países y provincias de Centroamérica y el Caribe donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.

Respuestas por enfermedad

En Centroamérica y el Caribe la moniliasis (*M. rozeri*) es la enfermedad más limitante, llegando a causar pérdidas de hasta el 80% de los frutos, seguido de la mazorca negra causada por especies del género *Phytophthora*, los cuales pueden afectar distintas partes de la planta ocasionando pérdidas importantes al cultivo (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009). Otras enfermedades como el pie negro (*Rosellinia pepo*), el mal de machete (*C. cacaofunesta*) y la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) también se encuentran presentes en el cultivo de cacao y pueden causar pérdidas cuando las condiciones favorecen la proliferación de la enfermedad (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009).

De las enfermedades encuestadas, la moniliasis y la mazorca negra fueron las enfermedades que un mayor número de especialistas (aproximadamente el 70%) indicaron tener experiencia en su control (figura 29), resultados que concuerdan con la

importancia de las enfermedades en la región. En cuanto a la enfermedad mal de machete, los resultados indicaron que los especialistas de la región tienen poca experiencia en su control, ya que únicamente el 25% del total de encuestados indicó tener experiencia y, por el contrario, aproximadamente el 32% indicó no tenerla (figura 29).

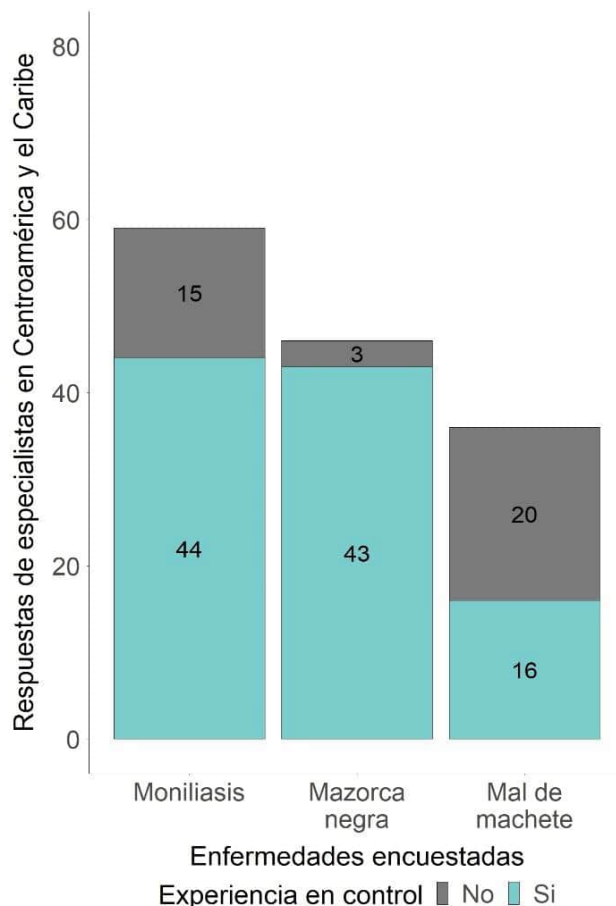


Figura 29. Respuestas de los especialistas en Centroamérica y el Caribe sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.

Respuestas por plaga

En Centroamérica y el Caribe se destaca la presencia del barrenador del cacao *Xyleborus* spp., causando daños principalmente en el tallo y en las ramas de los árboles de cacao, y la gallina ciega *Phyllophaga* sp. afectando al cacao principalmente por la alimentación de las raíces y secundariamente por la proliferación de hongos fitopatógenos (Arguello-Chávez, 2017).

En la investigación se encuestó al barrenador del cacao, considerada una de las plagas de importancia económica en la región y a las aves y los mamíferos debido a la creciente preocupación de los especialistas por el aumento en la incidencia de este grupo de animales (figura 30).

Los resultados mostraron que, menos del 30% del total de especialistas encuestados en la región indicaron tener experiencia en el control de estas plagas (figura 30). En comparación con el número de respuestas obtenido para las encuestas de moniliasis y mazorca negra, donde aproximadamente el 70% del total de especialistas indicaron tener experiencia en su control, podemos indicar que posiblemente las enfermedades están afectando con mayor severidad a los cultivos de cacao en la región. Dentro de las plagas, el barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.) fue la especie con mayor número de respuestas (figura 30).

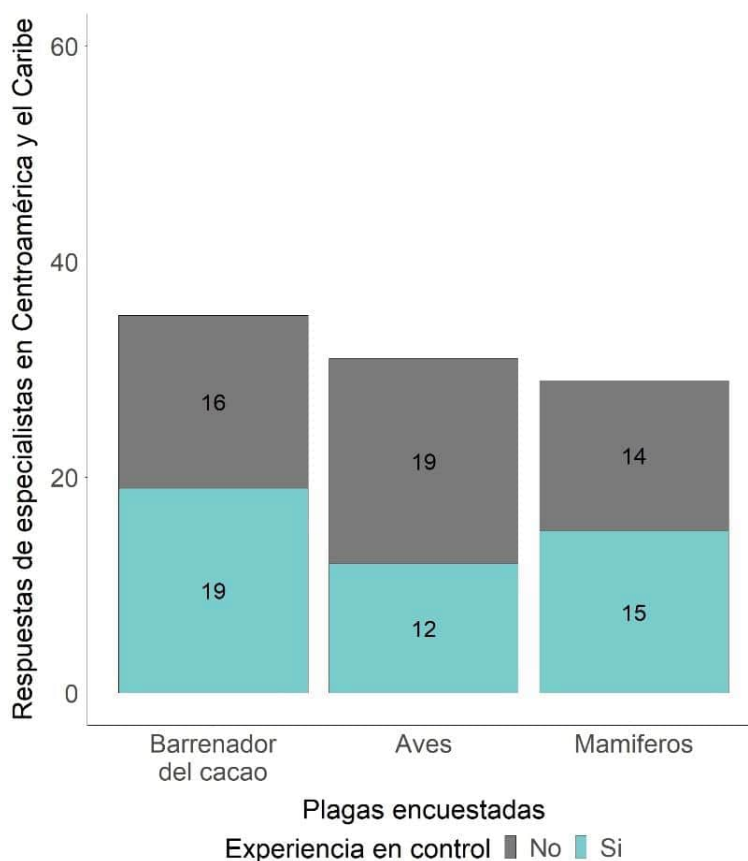


Figura 30. Respuestas de los especialistas en Centroamérica y el Caribe sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.

Control de enfermedades en la región

Las enfermedades son una de las principales limitantes que tiene el cultivo de cacao, ocasionando pérdidas en la producción y disminuyendo la calidad de los productos. Los factores que favorecen la presencia de las enfermedades son las condiciones climáticas, la susceptibilidad del material y el manejo agronómico inadecuado (Jaimes & Hernández, 2010). Las prácticas de manejo juegan un papel importante para la gestión y manejo eficiente de los cultivos de cacao. Los productores deben reconocer como primera medida los síntomas y manifestaciones que producen las enfermedades en las plantas, además de comprender las causas y la biología de los microorganismos que las generan (Sánchez *et al.*, 2017).

El control cultural es uno de los métodos más utilizados y recomendados tradicionalmente para el control de las enfermedades del cacao ya que sus prácticas permiten disminuir la fuente de inóculo del patógeno y la creación de condiciones desfavorables para ellos (Leandro-Muñoz & Cerda, 2021). El control biológico implica la implementación de microorganismos los cuales pueden actuar como antagonistas inhibiendo el crecimiento de los patógenos mediante la producción de antibióticos o toxinas o por competencia de espacio y nutrientes limitando su crecimiento (Jaimes & Hernández, 2010). Para el control químico se debe priorizar el uso de productos de bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y de bajo impacto para los insectos benéficos como los polinizadores. Antes de utilizarlos se debe leer en la etiqueta el nivel de toxicidad, las indicaciones para su uso, periodo de carencia, precauciones entre otros (Soto *et al.*, 2017; Soto *et al.*, 2022).

En cuanto al control genético, diferentes estudios han demostrado la importancia de la interacción entre los genotipos, el ambiente y el manejo agronómico. Estos estudios resaltan la importancia de determinar el comportamiento de los genotipos en diferentes ambientes ya que la expresión de los atributos no suele ser uniforme, por lo tanto, se recomienda utilizar genotipos que se haya comprobado su efectividad en la región donde se desea implementar (Rodríguez-Medina *et al.*, 2023).

El control regulatorio, también es una medida indispensable para evitar que materiales contaminados con patógenos sean transportados desde una zona afectada a otra que no tiene la enfermedad. Una sola planta infectada puede actuar como fuente de infección para toda la finca y el transporte de partes de un injerto como patrones o varetas infectadas puede diseminar la enfermedad a otras zonas del país o hacia otros países donde no estaban presentes (Sánchez *et al.*, 2017).

Moniliophthora roreri

Monilia o moniliasis



Foto: Díaz Valderrama Jorge Ronny



Foto: Murrieta Medina Edgardo

La monilia o moniliasis es una de las enfermedades del cacao más importantes en América Latina y el Caribe. Es producida por el hongo basidiomycota *Moniliophthora roreri*, el cual ocasiona la pudrición de los frutos, afectando la producción en un 35% a 100% según la época y el manejo que se realice en el cultivo (Pilaloo *et al.*, 2021).

La enfermedad fue reportada por primera vez en el suroccidente de Ecuador en 1909, por lo que fue considerado por muchos años como el centro de origen de la enfermedad. Sin embargo, se han encontrado reportes en Colombia desde el año 1817, por lo que estudios moleculares han indicado que posiblemente el origen de la enfermedad es en este país. En Venezuela fue reportada en el año 1941, en Perú en 1950 y en Panamá en 1959, país que se considera el punto inicial para la propagación de la enfermedad en mesomérica. En Costa Rica se reportó en el año 1978, Nicaragua en 1980, Honduras en 1997, Guatemala en el 2002, Belice en 2004 y México en 2005 (Jaimes & Hernández, 2010; Álvarez *et al.*, 2014).

Las condiciones ambientales juegan un papel importante para el desarrollo de la enfermedad, la cual se ve favorecida por el exceso de sombra, humedad relativa alta (entre 80 y 90%) y temperaturas entre los 25 y 27°C. Este hongo ataca únicamente al

fruto, pero puede afectarlo a cualquier edad, siendo más susceptibles los frutos jóvenes (Rumbos *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2017).

El ciclo de vida de este patógeno dura entre 45 a 90 días. Las esporas pueden estar presentes en la superficie de los frutos en cualquier época del año. Una vez se presentan las condiciones adecuadas (humedad alta) inicia la infección donde la hifas del hongo penetran en la epidermis del fruto propagándose en los tejidos (fase biotrófica). Posteriormente comienza el desarrollo de la necrosis desde el interior hacia la epidermis impidiendo el crecimiento de los frutos (fase necrótica) (Jaimes & Hernández, 2010; Ali *et al.*, 2015; Leandro-Muñoz & Cerda, 2021; Díaz-Valderrama *et al.*, 2022).

Estas esporas pueden ser transportadas por el viento, la lluvia y actividad humana hacia frutos inmaduros y cherelles. Las esporas llegan a nuevos frutos infectándolos al entrar en contacto con la superficie. Aunque a veces hay evidencia que los frutos ya se encuentran con la enfermedad, en la mayoría de los casos no se ve ningún síntoma externo hasta que llega a formar lesiones necróticas de nuevo. Hay dos tipos de esporas: las que son delgadas con poca sobrevivencia, y las que son gruesas y puede quedarse hasta 9 meses en un tipo de dormancia en el suelo o en las mazorcas viejas. Así se puede infectar las cherelles de la próxima campaña (Bailey *et al.*, 2017).

Externamente la infección aparece como puntos aceitosos muy pequeños los cuales se convierten en manchas de color amarillo y marrón; finalmente sobre las lesiones se evidencia el micelio blanco con esporas infectivas las cuales son de color crema a marrón (Jaimes & Hernández, 2010; Leandro-Muñoz & Cerda, 2021).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América del Sur la incidencia de la moniliasis tiende a ser de moderada a alta principalmente en los países de Colombia, Brasil y Ecuador y de moderada a leve en Perú y Bolivia. En Venezuela un mayor número de especialistas consideran que la incidencia es de alta a extrema (figura 31).

En Centroamérica y el Caribe se observó una clara distinción entre los países que indicaron tener una incidencia baja y leve, como en el caso de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y República Dominicana, y una incidencia de alta a moderada como en el caso de Costa Rica y Panamá. En México, un mayor número de especialistas indicaron tener una incidencia de alta a extrema (figura 31).

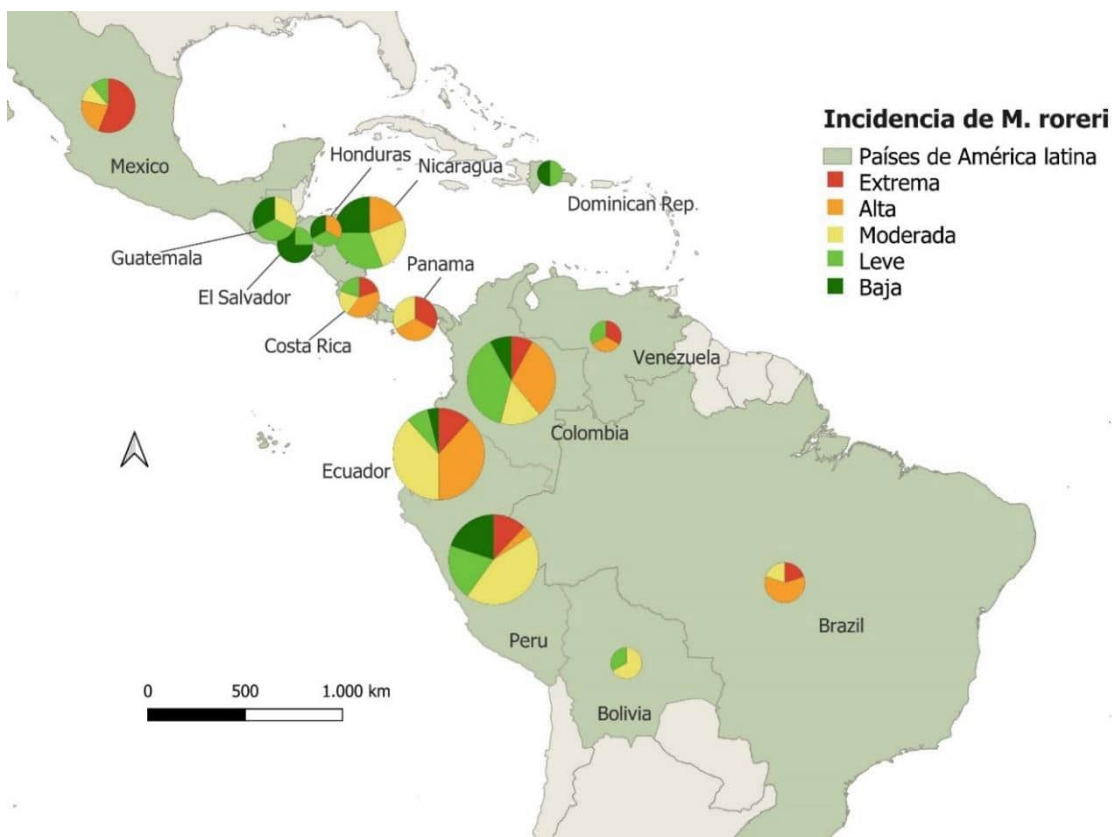


Figura 31. Incidencia de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

En cuanto a la severidad de la monilia, los resultados indicaron un panorama similar al obtenido en la distribución de la incidencia, donde se puede apreciar que la severidad tiende a ser de moderada a alta en la mayoría de los países encuestados de América del Sur excluyendo a Bolivia donde la mayoría de los especialistas indicaron que es moderada y a Venezuela donde indicaron que puede ser leve, alta o extrema (figura 32). En Centroamérica y el Caribe la severidad tiende a ser de baja a leve en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y República dominicana y de moderada a alta en Costa Rica y Panamá. En México, los especialistas indicaron que la severidad es de alta a extrema (figura 32).

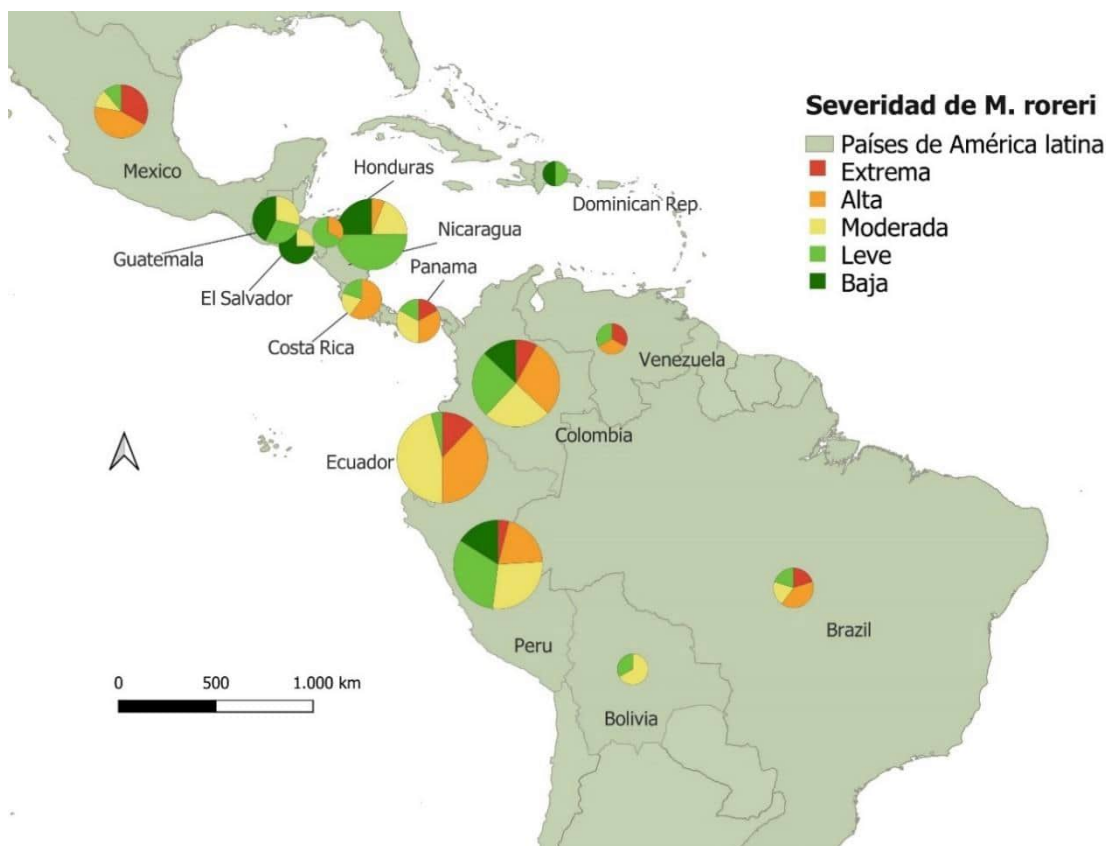


Figura 32. Severidad de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 69,7% de las respuestas indicaron que aumenta en época de lluvia (figura 33). Esto concuerda con la información encontrada en literatura, donde se ha documentado que condiciones de humedad relativa alta favorecen el desarrollo del patógeno (Rumbos *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2017). También se encontró un porcentaje significativo de respuestas que indicaron que la enfermedad puede aumentar en época de cosecha (16,1%) y en cualquier época del año (12,3%).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, el 92,7% de las respuestas indicaron que la enfermedad aumenta en la etapa de fructificación. En condiciones de campo, la enfermedad se ha encontrado únicamente sobre frutos del cacao; la infección puede ocurrir durante cualquier fase de desarrollo del fruto, pero son más susceptibles los primeros estados (Jaimes & Aranzazu, 2010; Soto *et al.*, 2017).

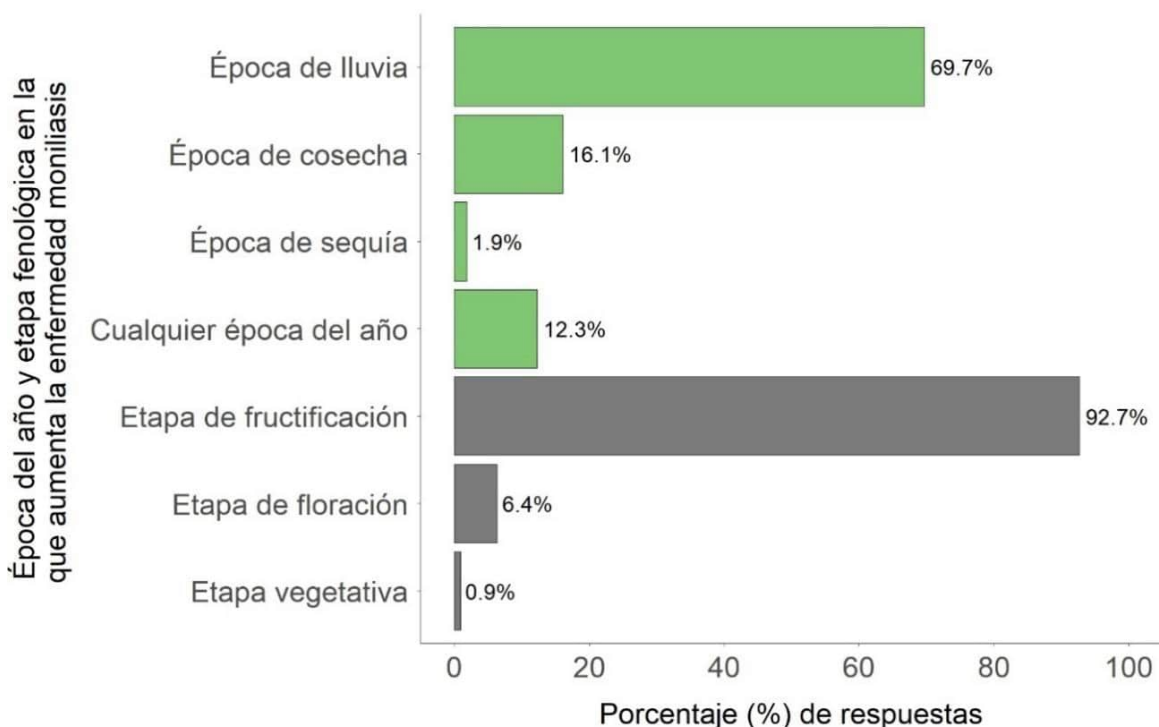


Figura 33. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina y el Caribe respondieron a la encuesta de moniliasis un total de 183 especialistas, de los cuales 148 respondieron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, más del 90% indicaron que utilizan el control cultural y el control genético para disminuir la incidencia de la enfermedad en el cultivo. En cuanto al control biológico y químico, más de la mitad de los especialistas (54%) indicaron que no los utilizan para el control de la enfermedad (figura 34).

Estos resultados concuerdan con lo reportado en literatura, donde el control cultural, biológico y genético son la base del manejo integrado (Mora & Fiallos, 2012; Cubillos, 2019). Pese a la importancia del control biológico, estos resultados reflejan la falta de difusión y asequibilidad de los agentes de biocontrol, pero también de calidad y de resultados positivos, lo que posiblemente limita su aplicación en el cultivo (Murrieta & Palma, 2018; Palma, 2019).

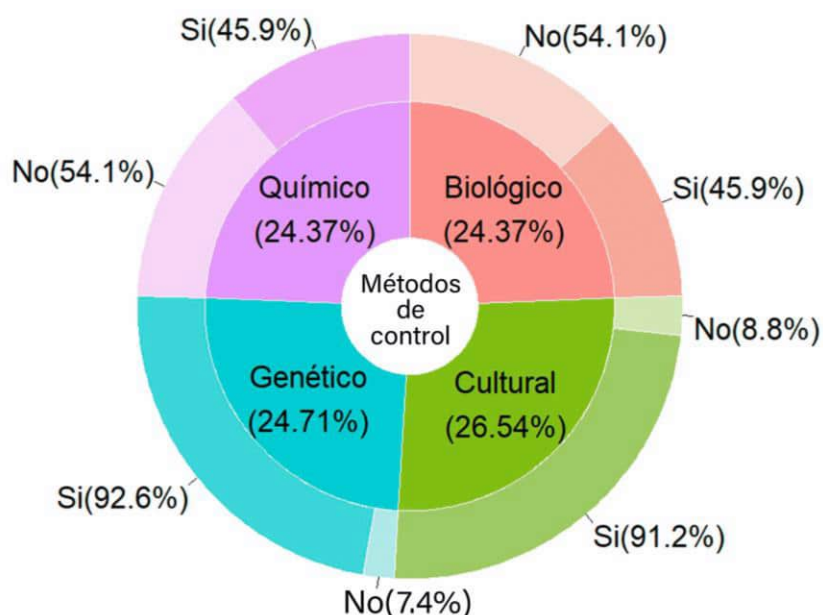


Figura 34. Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas en América Latina y el Caribe para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

La aplicación de productos químicos nocivos (etiqueta roja y amarilla) está siendo cada vez más restringida debido al aumento de los controles en el mercado internacional. El uso de químicos no permitidos en la agricultura orgánica o la contaminación cruzada ha llevado a que se encuentren trazas de estos químicos en lotes para la venta bajo la certificación orgánica, lo que ha llevado a que estos lotes tengan que ser vendidos a mercados convencionales menos estrictos. Además, se ha documentado que su uso muchas veces aumenta los costos de producción, puede aumentar la presencia de nuevas plagas y enfermedades y contaminar el medio ambiente, reduciendo las poblaciones de insectos benéficos (Murrieta & Palma, 2018; Palma, 2019).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la moniliasis en América Latina y el Caribe, se puede observar que la mayoría de las prácticas fueron muy recomendadas por los especialistas encuestados (figura 35). Estos resultados

coinciden con lo reportado en literatura donde se considera que es el método de control más importante para disminuir el inóculo de la enfermedad y reducir las pérdidas en el cultivo (Jaimes & Aranzazu, 2010).

Dentro de las prácticas culturales, la remoción de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento fueron las que obtuvieron los porcentajes más altos de la categoría muy recomendable con valores superiores al 75%. El control de malezas tuvo el menor porcentaje dentro de la categoría muy recomendable, sin embargo, más del 50% de los especialistas la consideran de categoría recomendable (figura 35).

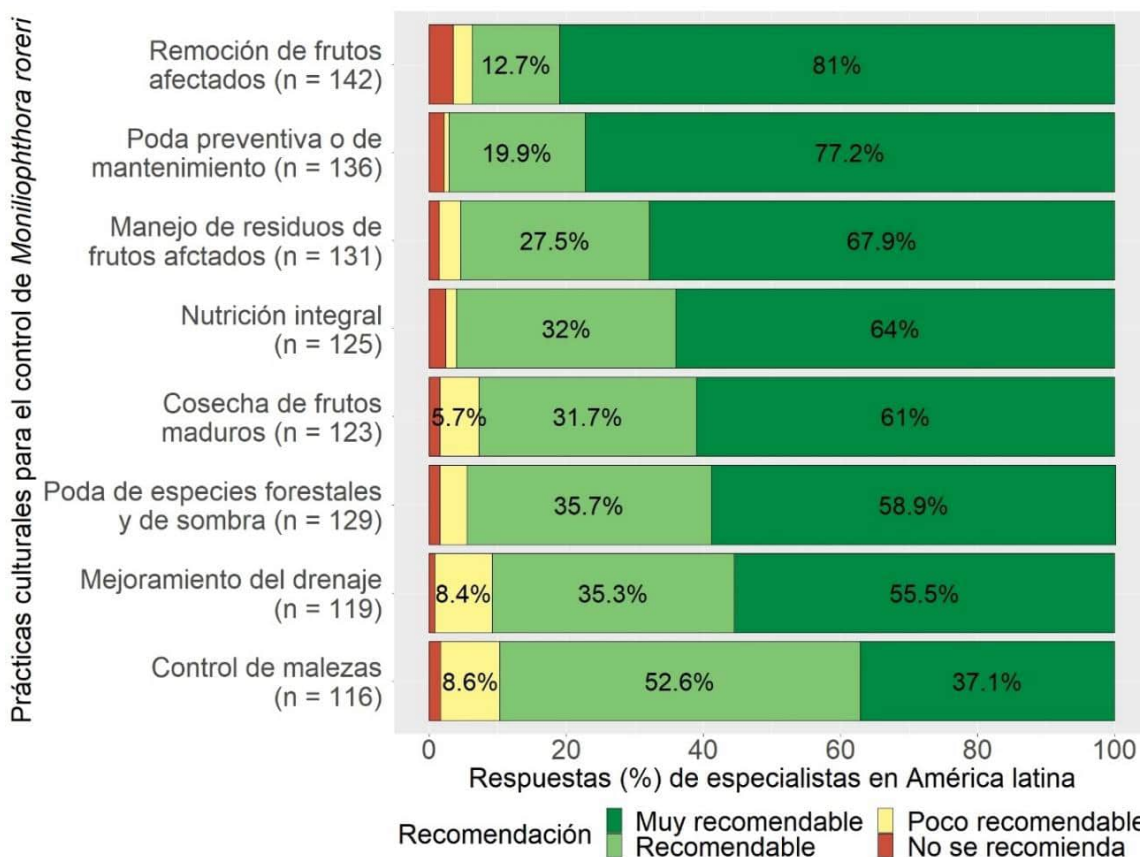


Figura 35. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora rozeri*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la mayoría de las prácticas culturales fueron catalogadas como de efectividad alta para el control de la moniliasis. Los porcentajes de efectividad alta variaron entre el 41 y el 83%, indicando que la mayoría de las prácticas

se consideraron, por un mayor grupo de especialistas, como altamente eficientes (figura 36). Dentro de estas prácticas podemos destacar la remoción de frutos afectados, la poda preventiva o de mantenimiento, la nutrición integral, la cosecha de frutos maduros y el manejo de residuos de frutos afectados como las prácticas más efectivas con porcentajes de efectividad alta superiores al 70% (figura 36).

Otras prácticas como la poda de especies forestales y de sombra y el mejoramiento del drenaje fueron consideradas efectivas, sin embargo, aproximadamente el 30% de los especialistas la consideran de efectividad media (figura 36). Esto se debe posiblemente a que son prácticas preventivas las cuales no intervienen directamente con el control del inóculo de la enfermedad.

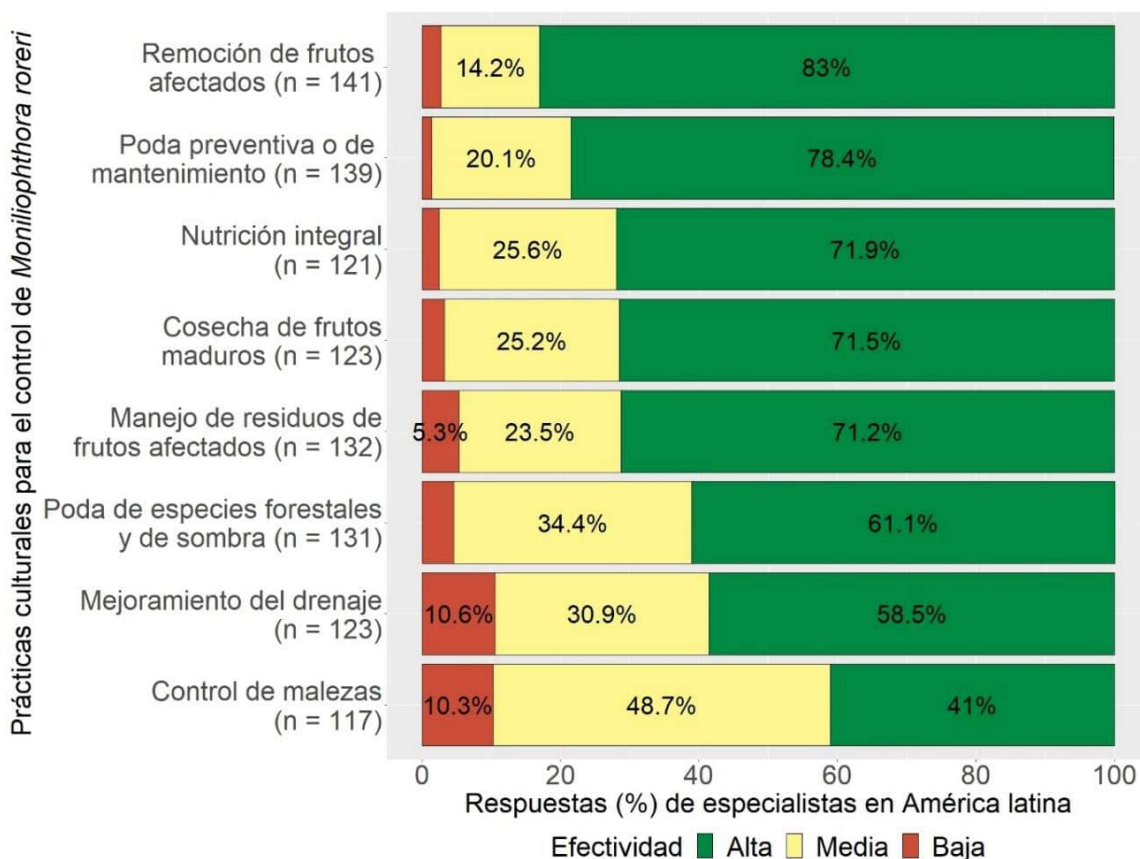


Figura 36. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

En la literatura se considera la remoción de frutos afectados como la práctica más eficiente para el control de la enfermedad al reducir directamente la cantidad de inóculo infeccioso y al disminuir la contaminación de frutos en formación. Esta práctica debe combinarse con otras estrategias como las podas dirigidas a crear condiciones desfavorables para el hongo (Cubillos, 2019; Rodríguez-Polanco *et al.*, 2024).

En cuanto al control de malezas, aproximadamente el 50% de los especialistas indicaron que tiene una efectividad media. Aunque el control de malezas no interviene directamente en la disminución de la enfermedad en la literatura se resalta su importancia para evitar el exceso de humedad en el ambiente y facilitar la circulación de aire, reduciendo la presencia de enfermedades (PROCACAHO, 2015).

Para el control de malezas en la literatura se recomienda principalmente el uso del control manual o mecánico para reducir la aplicación de productos químicos que provoquen la contaminación del suelo y el aumento en los costos de manejo. También se resalta la presencia de hierbas nobles o arvenses que funcionan como cobertura viva evitando el crecimiento de hierbas dañinas, protegen el suelo de la erosión, mejoran la estructura del suelo y aportan al desarrollo de la microfauna (Estrada *et al.*, 2011).

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas culturales, más del 50% de los especialistas encuestados identificaron la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros, como prácticas económicas para el control de la monilia (figura 37).

Entre el 58% y el 62% de los encuestados catalogaron las prácticas de control de malezas, poda preventiva o de mantenimiento y poda de especies forestales y de sombra, como prácticas que tienden a ser medianamente costosas para los productores. El mejoramiento del drenaje y la nutrición integral fueron consideradas entre medianamente costosas (entre el 55 y el 60%) a muy costosas (entre el 30 y el 35%) por los especialistas (figura 37).

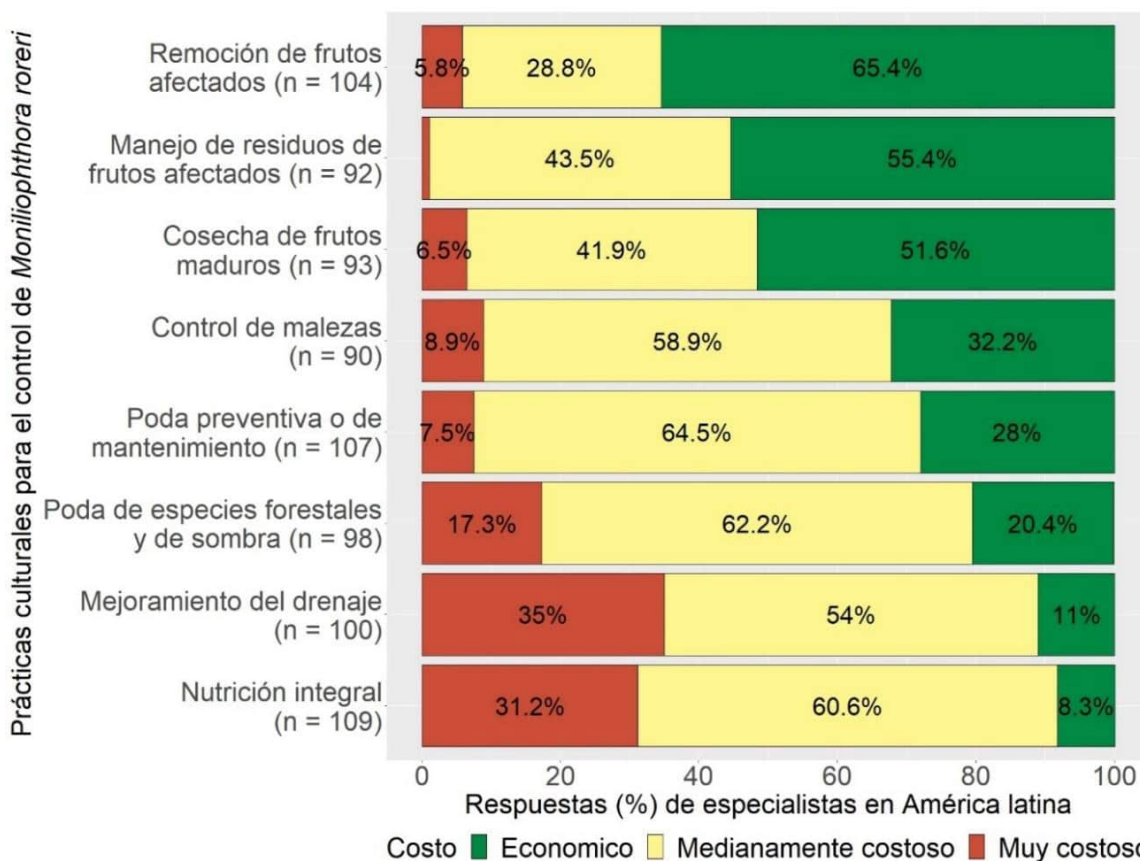


Figura 37. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas culturales fueron catalogadas como muy asequibles para los productores con porcentajes entre el 60 y el 75% (figura 38). Las prácticas de poda de especies forestales, nutrición integral y mejoramiento del drenaje fueron consideradas medianamente asequibles con porcentajes entre el 40 y el 43% (figura 38).

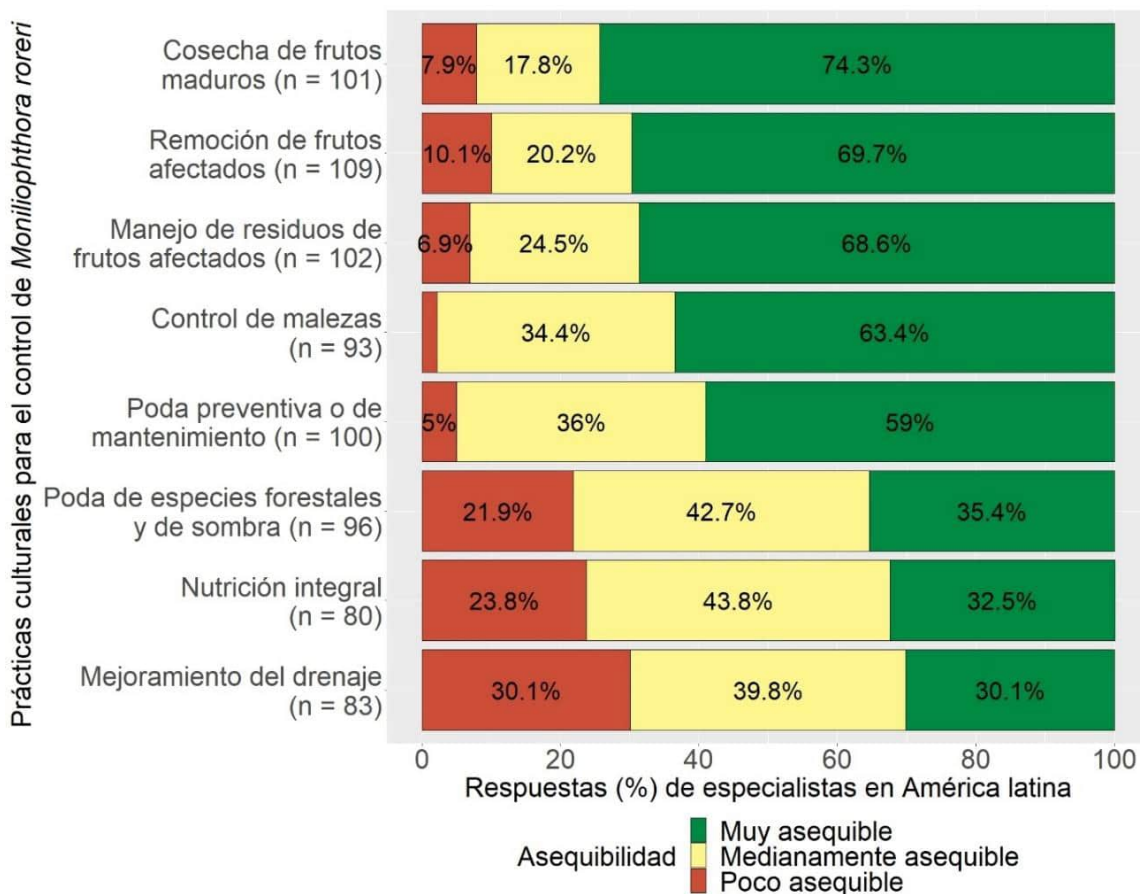


Figura 38. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de las prácticas podemos observar que la cosecha de frutos maduros y el control de malezas fueron consideradas por los especialistas como las de mayor difusión entre los productores (figura 39). La poda preventiva o de mantenimiento y la remoción de frutos afectados difirieron con resultados que se aproximaron al 50% entre una difusión alta y media.

Las otras prácticas culturales (manejo de los residuos de los frutos afectados, poda de especies forestales y de sombra, nutrición integral y mejoramiento del drenaje), se consideraron de difusión media, es decir, que son utilizadas por una minoría de los productores (figura 39).

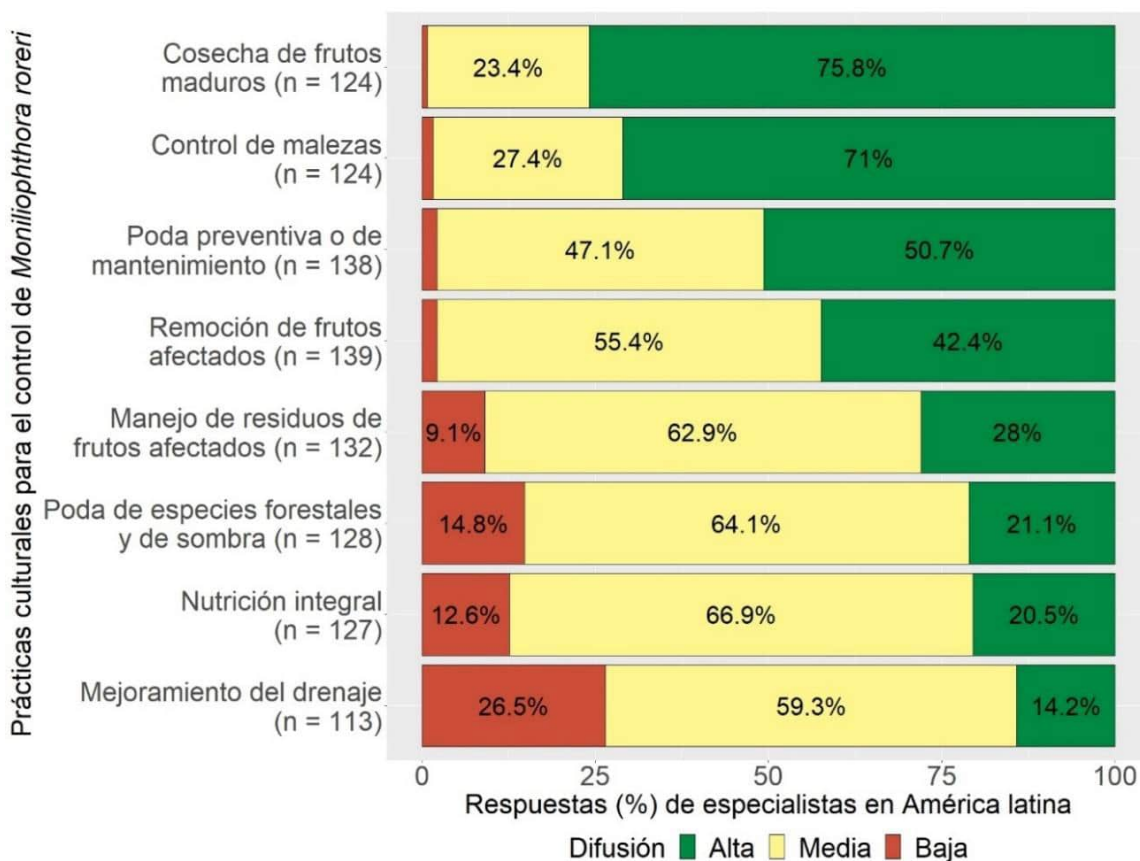


Figura 39. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

Cabe resaltar que algunas prácticas forman parte de un manejo adecuado del cultivo y no son específicas para el control de la monilia, por lo que la nutrición integral, mejoramiento del drenaje, cosecha de frutos maduros, poda de árboles y control de malezas son utilizadas ampliamente para tener un cultivo sano.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con la percepción de los especialistas, las prácticas culturales remoción de frutos afectados y manejo de residuos de frutos afectados, deben realizarse en el cultivo de cacao con una frecuencia semanal (entre el 45 y el 36% respectivamente) y quincenal (entre el 33 y el 31% respectivamente). La cosecha de frutos maduros es otra de las actividades que se debe realizar periódicamente, con una frecuencia semanal a quincenal (27 y 57% respectivamente) (figura 40). En la literatura se recomienda la remoción de los frutos afectados y su manejo una vez cuajada la cosecha cada 7 días,

hasta su finalización o al cumplir un periodo de tres meses (Mora & Fiallos, 2012; Cubillos, 2019; Rodríguez-Polanco *et al.*, 2024).

En cuanto a la nutrición integral y la poda preventiva o de mantenimiento, la mayoría de los especialistas indicaron que debe realizarse trimestralmente. En cuanto al mejoramiento del drenaje, las respuestas variaron entre su realización trimestral o semestral y dependerá en parte al comportamiento de las lluvias a lo largo del año (figura 40). Para la práctica de control de malezas, una mayor proporción de especialistas indicaron que debe realizarse anual o semestralmente en el cultivo. Por último, más de la mitad de los especialistas indicaron que la poda de especies forestales y de sombra debe realizarse anualmente para mantener una adecuada regulación del sombrío en las plantaciones (figura 40).

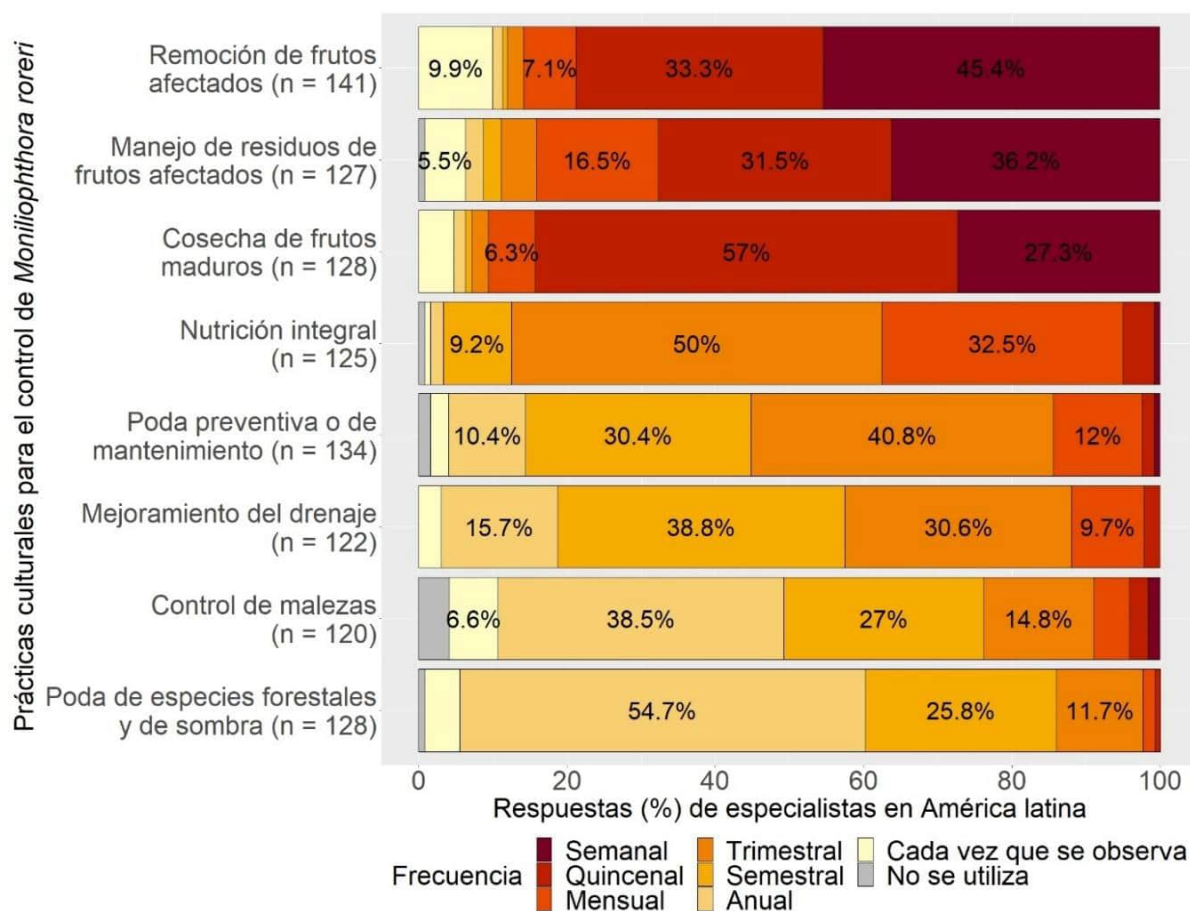


Figura 40. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas eficientes y económicas a medianamente económicas (figura 41). La remoción de frutos afectados fue la práctica donde se identificó una mayor correlación entre la efectividad alta y un bajo costo de la práctica, seguido del manejo de residuos de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros. La correlación efectividad alta y costo medio se vio reflejada en mayor proporción en las prácticas de poda preventiva o de mantenimiento y la cosecha de frutos maduros. La correlación efectividad alta y costo medio se vio reflejada en mayor proporción en las prácticas de poda preventiva o de mantenimiento y nutrición integral (figura 41).

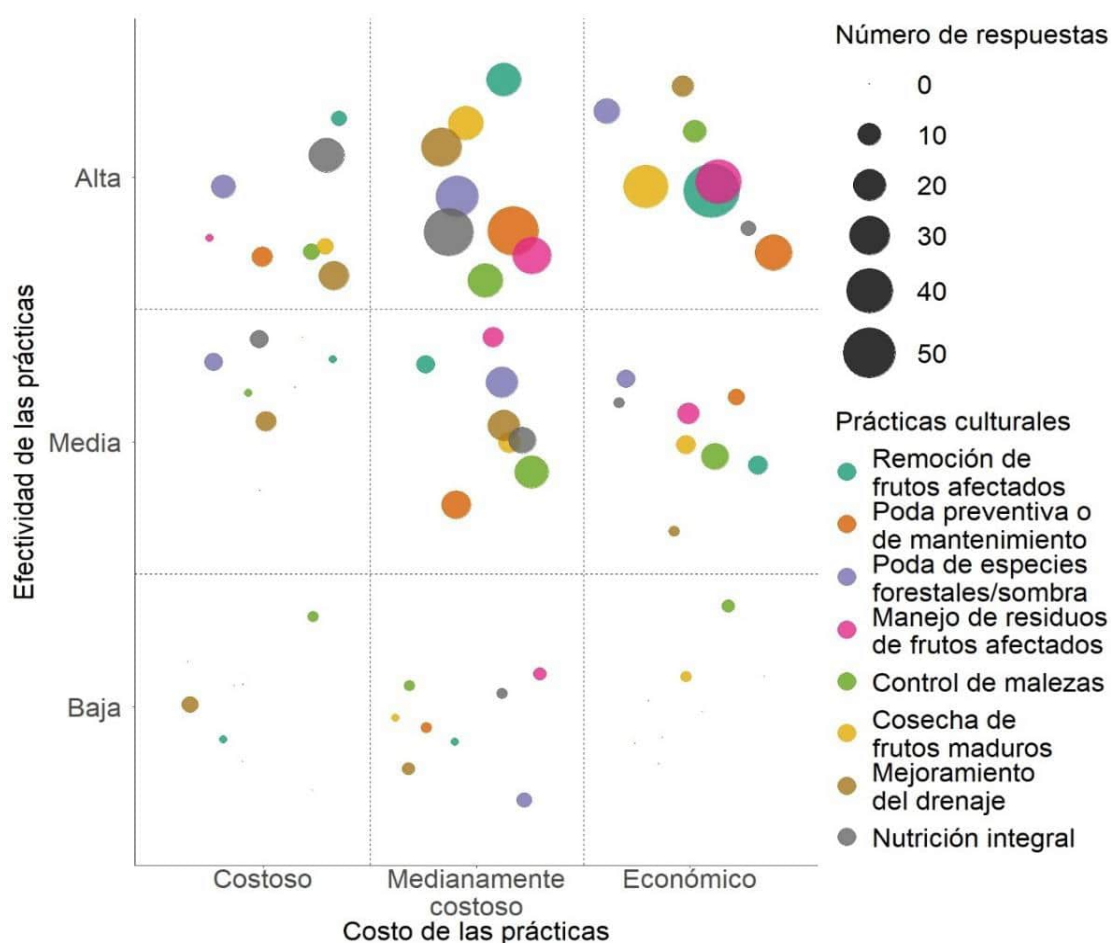


Figura 41. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequebilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas eficientes y asequebles (figura 42). La remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros fueron las prácticas donde un mayor número de especialistas la asociaron como altamente efectivas y muy asequebles para los productores (figura 42).

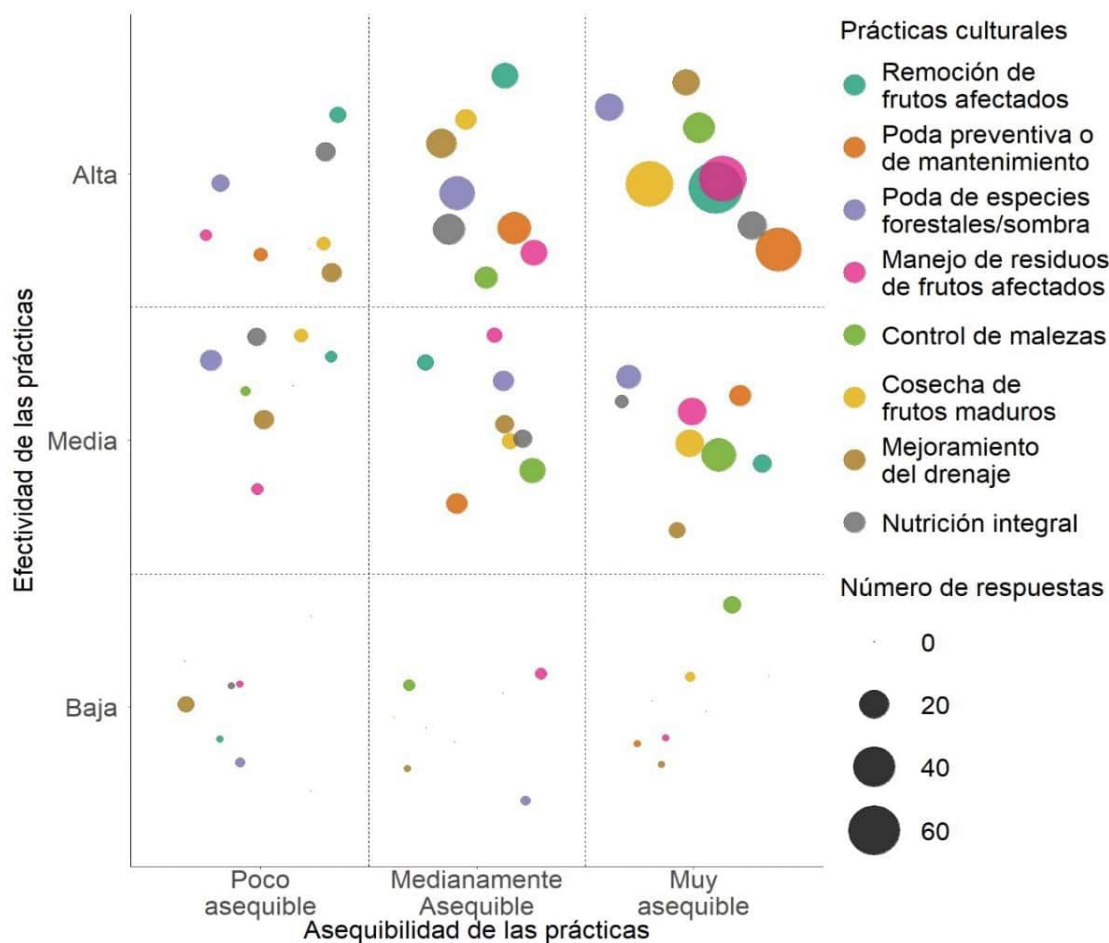


Figura 42. Correlación entre la efectividad y la asequebilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad alta y una difusión de media a alta (figura 43). Este fue el caso de la remoción de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento consideradas por aproximadamente un mismo número de especialistas como de difusión media y alta. La cosecha de frutos maduros se correlacionó con una efectividad alta y una difusión alta. Las prácticas nutrición integral, poda de especies forestales y de sombra y el manejo de residuos de frutos afectados se correlacionaron en mayor proporción con una efectividad alta y una difusión media entre los productores. Por otro lado, el control de malezas difirió entre una efectividad alta y media con aproximadamente el mismo número de respuestas (figura 43).

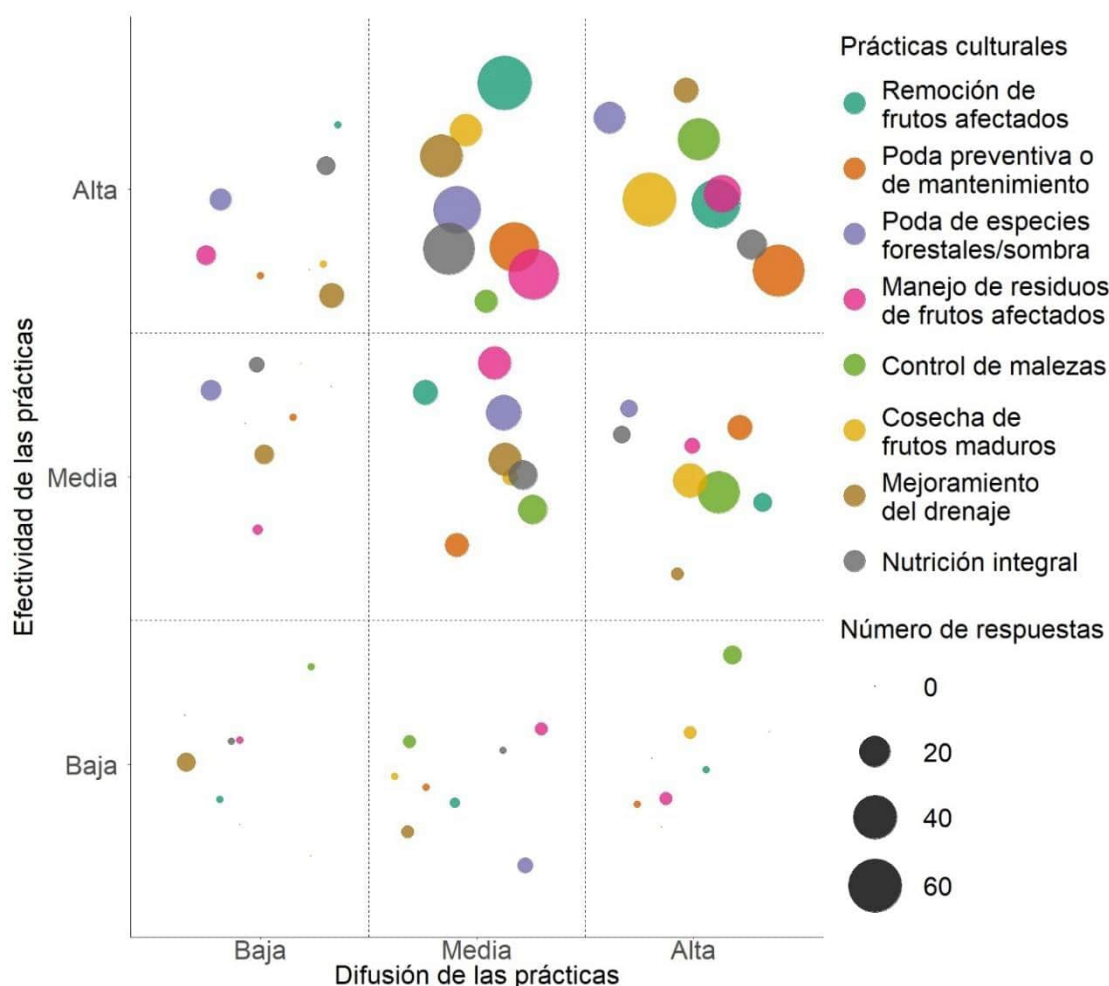


Figura 43. Correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Dentro del manejo de residuos de frutos afectados algunos especialistas indicaron que realizan las siguientes actividades:

- **Embolsado y solarización de frutos enfermos:** Considerado de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso y difusión media. Se recomienda su aplicación quincenal.
- **Cubrir los frutos enfermos con hojarasca.**
- **Descomposición de frutos enfermos fuera de la parcela.**

Otras prácticas culturales que algunos especialistas utilizan para el control de la moniliasis son:

- **Reducir la altura de los árboles:** Recomendado por un mayor número de especialistas, es considerada una práctica de efectividad alta, medianamente asequible, muy costosa y de difusión media (utilizada por una minoría de productores). Se recomienda su aplicación anual.
- **Establecimiento de árboles forestales y de sombra.**
- **Protección de heridas:** Considerado de efectividad alta, económico y de difusión alta (utilizado por la mayoría de los productores). Se recomienda su aplicación anual.
- **Desinfección de herramientas:** Considerado de efectividad media, muy asequible, económico y de difusión baja (Ninguno de los productores la usa). Se recomienda su aplicación cada vez que se observe la enfermedad.

Control biológico

I. Recomendación

En cuanto a los agentes de control biológico únicamente los géneros *Verticillium* y *Trichoderma* fueron catalogados como muy recomendados por más del 60% de los especialistas. Las especies *Bacillus* sp. y *Bacillus subtilis* fueron catalogadas entre recomendadas a muy recomendadas con porcentajes de respuesta similares en ambas categorías (figura 44). Otros géneros que se encuestaron como *Acremonium*, *Paecilomyces*, *Aspergillus* y la especie *Bacillus brevis* no se recomendaron para el control de la moniliasis por más del 50% de los especialistas (figura 44).

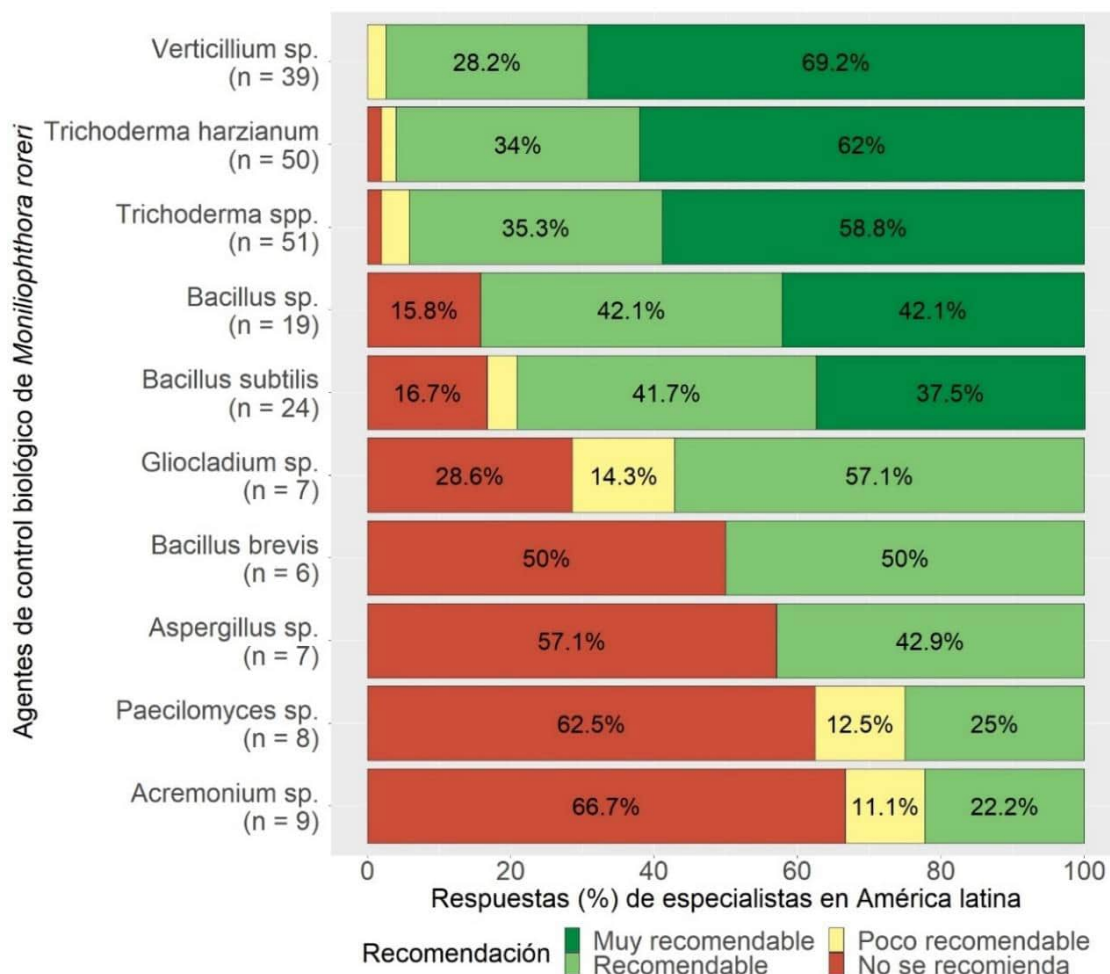


Figura 44. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control biológico, *Trichoderma* spp. y *Trichoderma harzianum* fueron considerados como los microorganismos de mayor efectividad en el control de la moniliasis, con valores de efectividad alta superiores al 55%. Las especies de *Bacillus* variaron entre una efectividad media con respuestas entre el 40 y el 50% a efectividad alta con respuestas entre el 37 y el 45% (figura 45). Otros géneros como *Paecilomyces*, *Verticillium* y *Gliocladium*, fueron considerados por el 40 al 67% de los especialistas como de efectividad baja (figura 45).

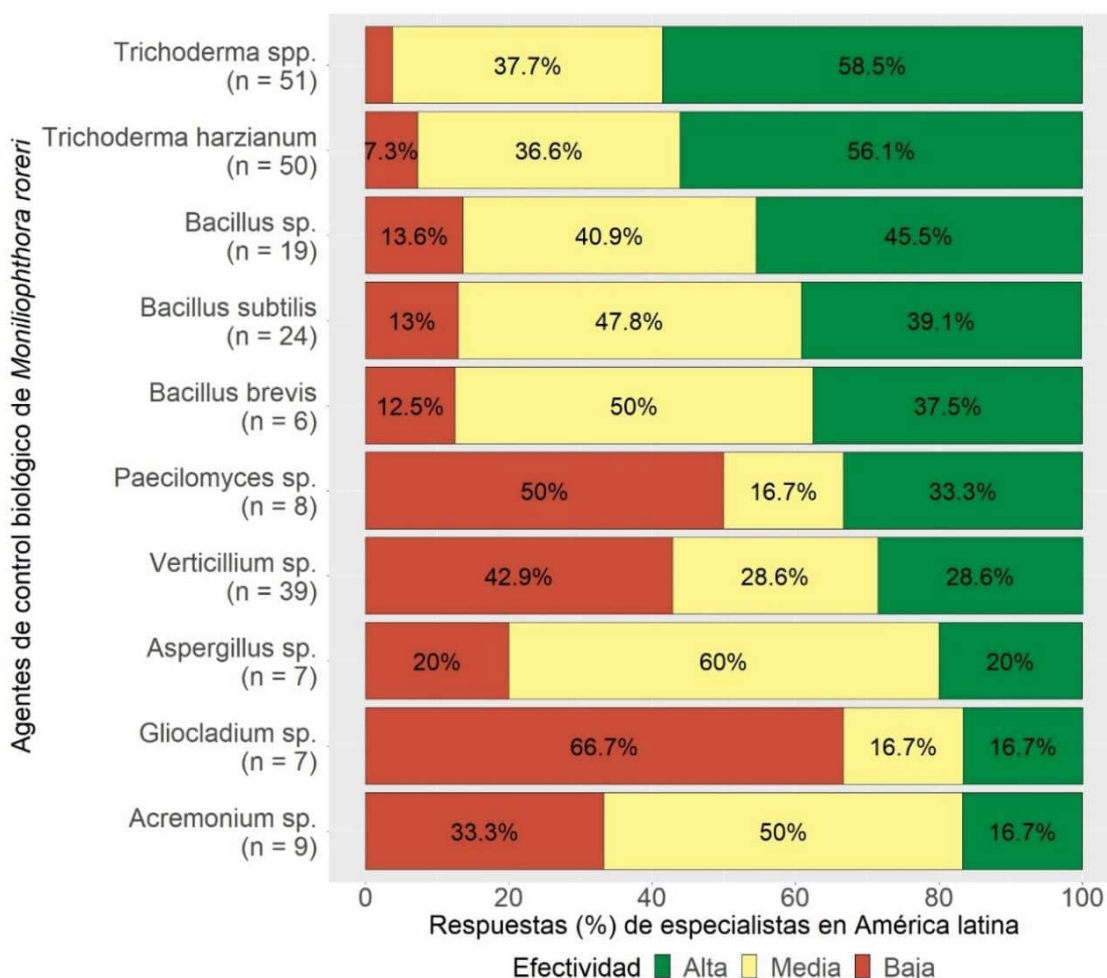


Figura 45. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

Aunque en la literatura se reporta una amplia variedad de antagonistas *in vitro* que son potenciales controladores, hacen falta más estudios que comprueben su efectividad en campo (Mora & Fiallos, 2012). Esto se evidencia en los resultados obtenidos, donde la mayoría de los antagonistas son considerados de efectividad media a baja (figura 45). Entre estos, *Trichoderma* es el género más estudiado y del cual se conocen más cepas del hongo que son efectivas para el control de la moniliasis a nivel de campo. El uso de bacterias como *Bacillus* spp. aún está muy reciente, pero los estudios indican que pueden tener potencial en el control de la enfermedad (Anzules-Toala *et al.*, 2019).

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes biológicos, la mayoría de los especialistas indicaron que los microorganismos utilizados para controlar la moniliasis son medianamente costosos, especialmente el género *Bacillus* y sus diferentes especies donde más del 50% de los encuestados las catalogaron como medianamente costosas (figura 46).

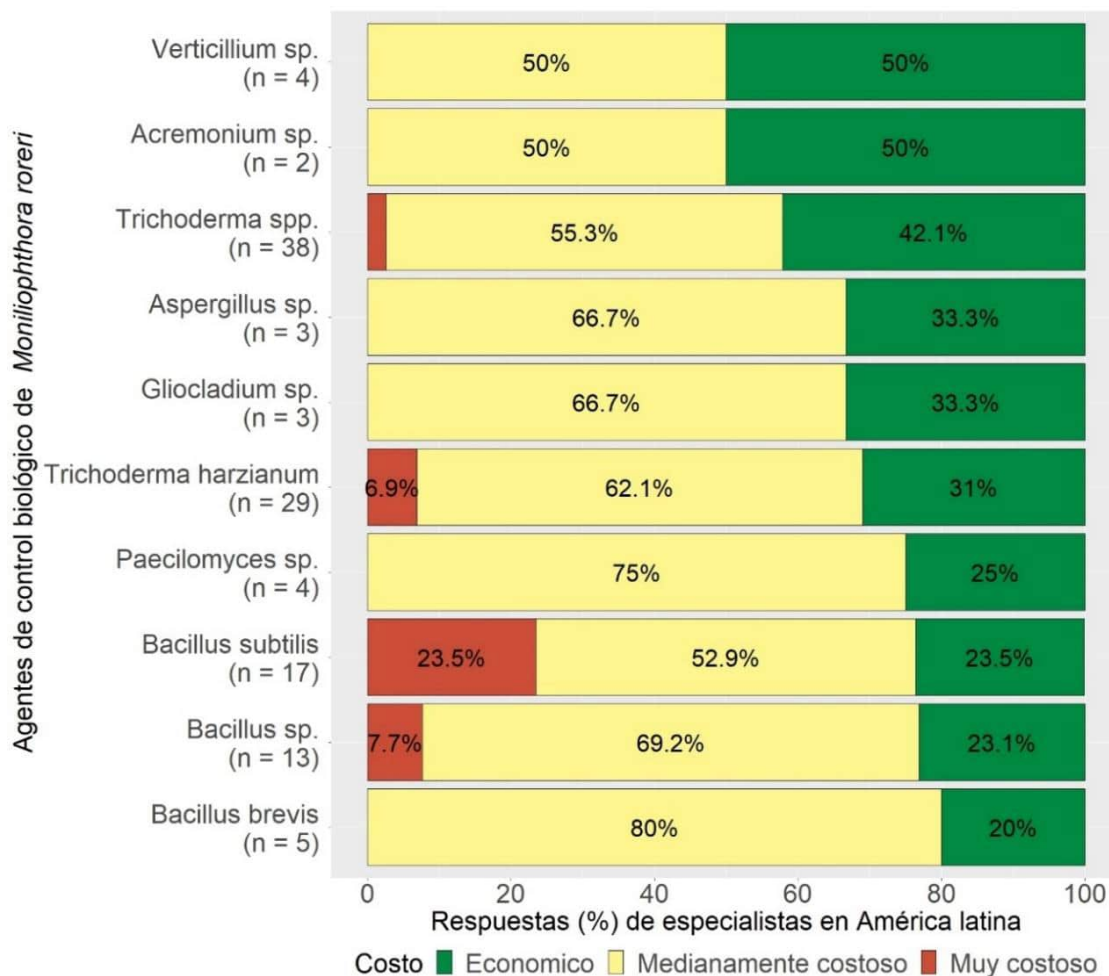


Figura 46. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la facilidad de adquirir estos agentes de control biológico, los especialistas indicaron en términos generales que son poco asequibles para los productores. Entre estos, los géneros *Trichoderma* y *Verticillium* son los más asequibles con porcentajes de asequibilidad alta del 33 al 41%. Los géneros *Paecilomyces* y *Gliocladium* son considerados medianamente asequibles por el 50% de los especialistas. Los géneros *Bacillus*, *Aspergillus* y *Acremonium* son considerados poco asequibles por más del 80% de los encuestados (figura 47).

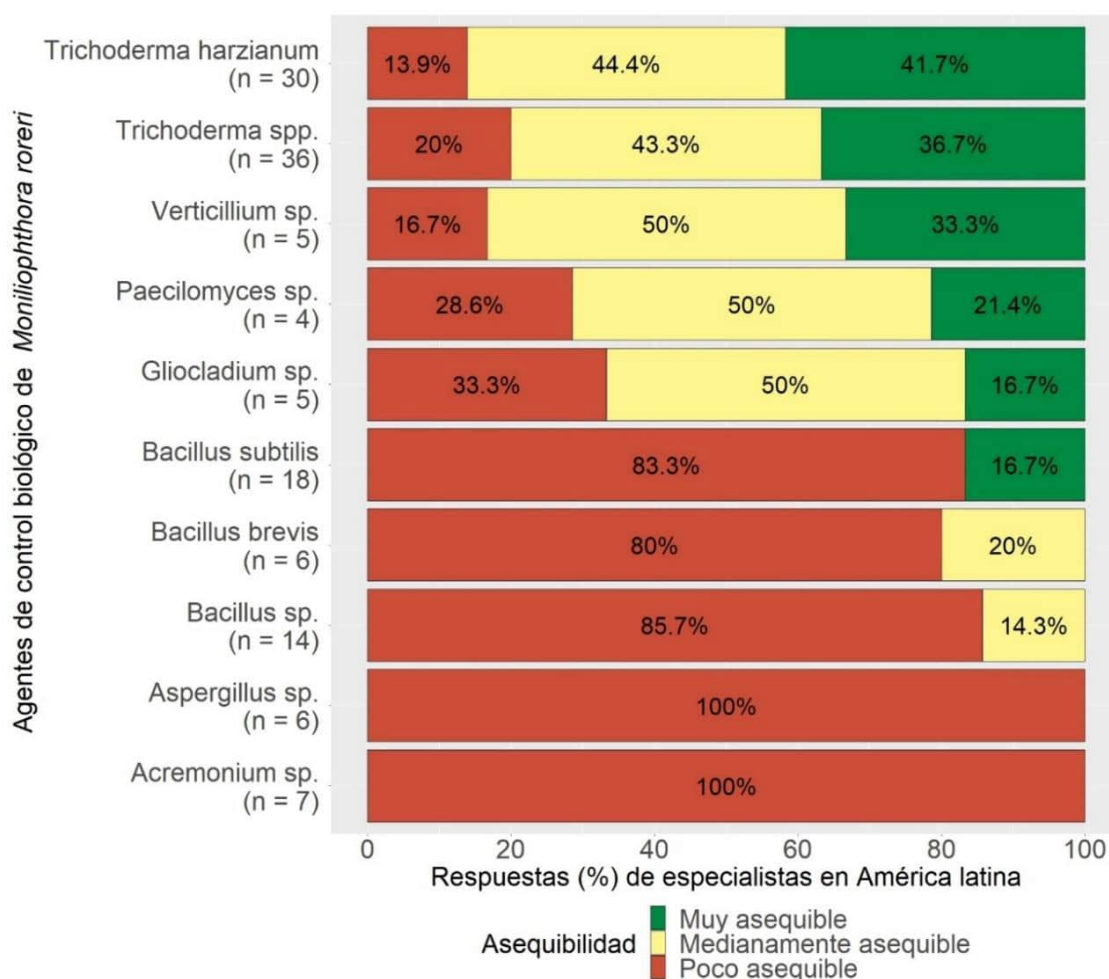


Figura 47. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

La misma tendencia se observó con los resultados de difusión de los agentes de control biológico, donde se observó una difusión entre media y baja. Los géneros *Gliocladium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Paecilomyces* y *Verticillium* fueron considerados de efectividad baja en proporciones mayores al 64%.

Pese al mayor conocimiento de microorganismos como *Trichoderma* en el control de hongos fitopatógenos, la difusión de este microorganismo sigue siendo baja entre productores, considerándose por más del 75% de los especialistas como de difusión media, indicando que son utilizados por una minoría de los productores (figura 48).

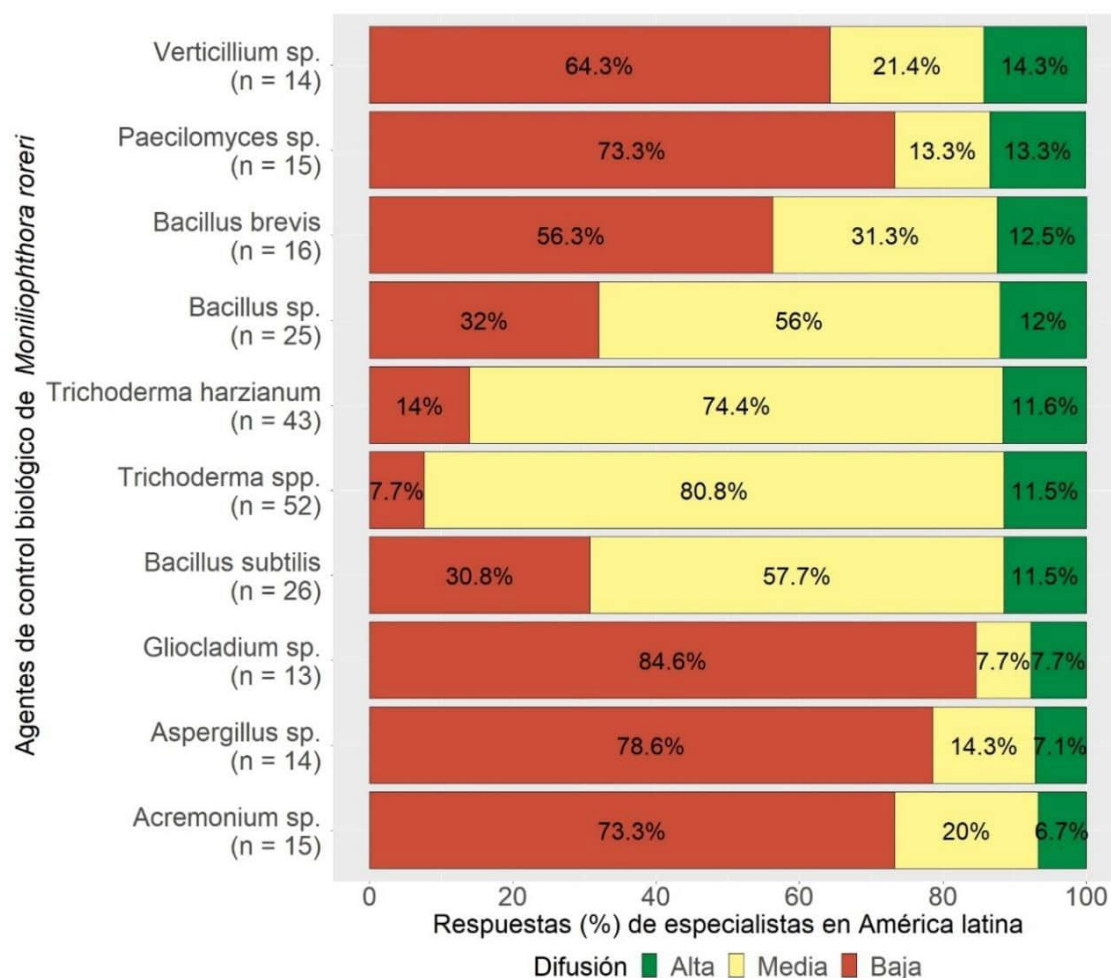


Figura 48. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con los especialistas, la frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico *Trichoderma* spp., y *T. harzianum* debe realizarse mensualmente con respuestas entre el 25 y el 31% y trimestralmente con respuestas entre el 25 y el 30%. La frecuencia de aplicación de *Bacillus* sp. y *B. subtilis* varió de mensual a trimestral, sin embargo, entre el 40 y 47% de los especialistas consideraron que no se utiliza para el control de la moniliasis. En cuanto a los otros microorganismos, la mayoría de encuestados consideraron que no se utilizan para el control de esta enfermedad (figura 49).

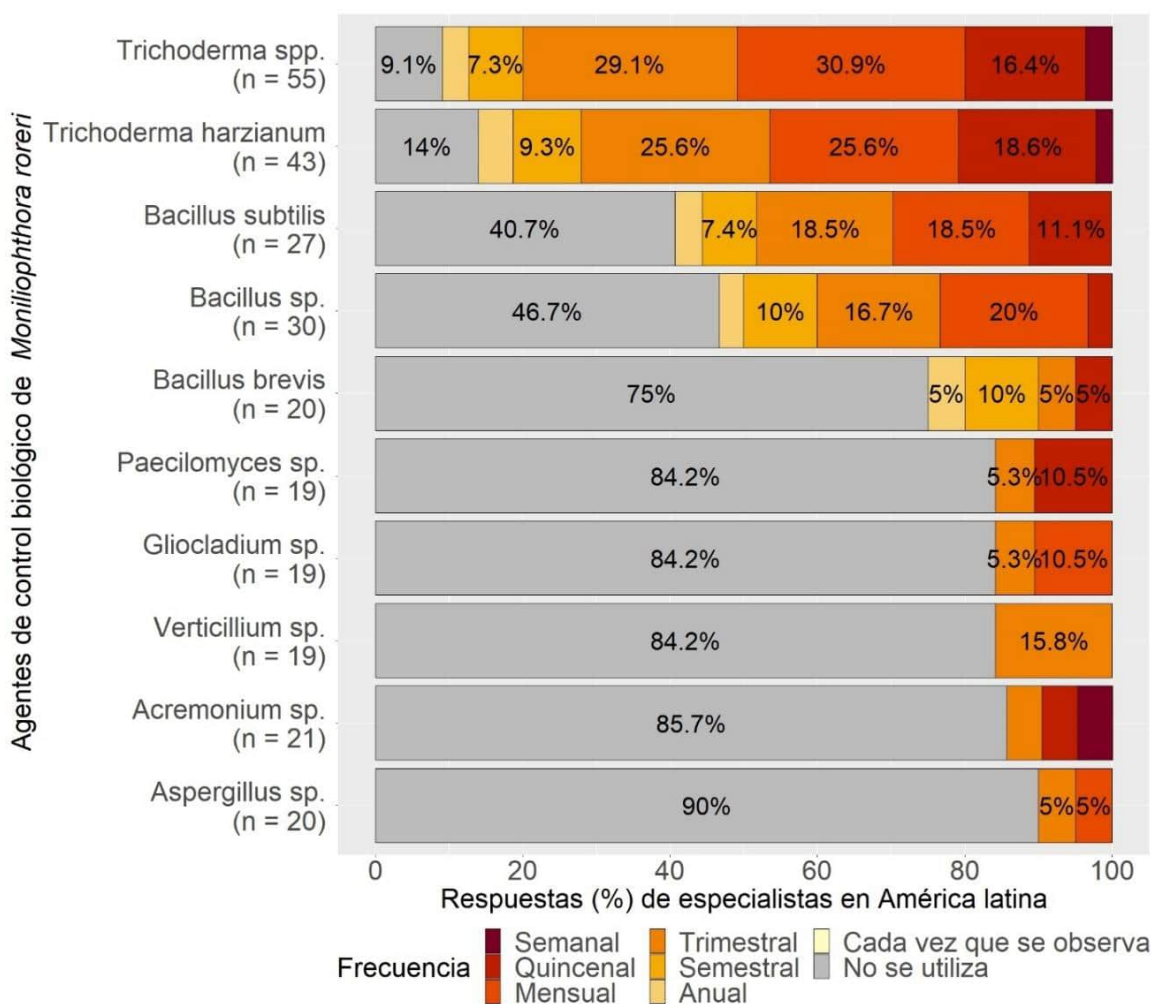


Figura 49. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico mostraron una tendencia hacia microorganismos con efectividad entre media y alta, los cuales pueden ser entre económicos y medianamente costosos. *Trichoderma* spp. fue la especie donde se identificó en mayor proporción una correlación entre la efectividad alta y un valor de aplicación medianamente a poco costoso para el control de la moniliasis (figura 50).

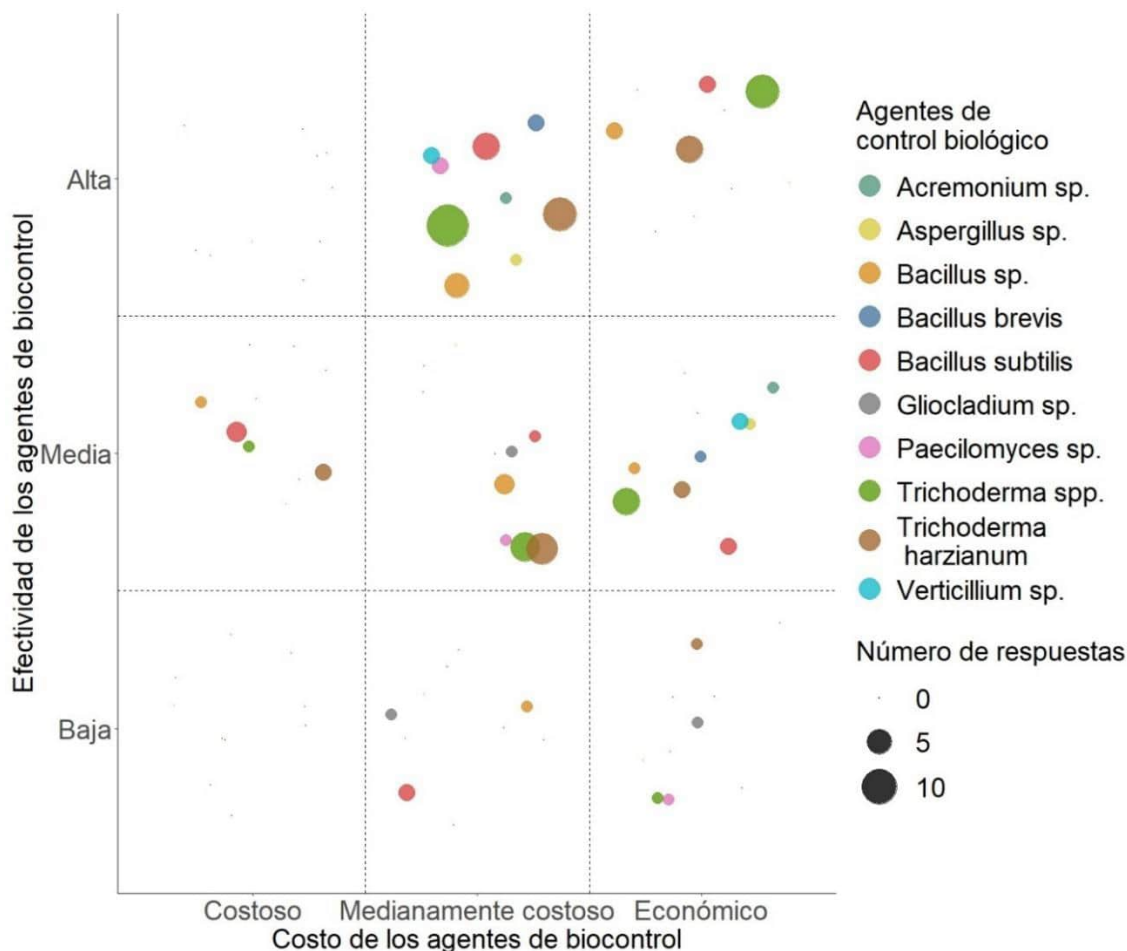


Figura 50. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad mostraron una tendencia hacia agentes de biocontrol con efectividad entre media y alta, los cuales pueden llegar a ser entre medianamente asequibles a muy asequibles. Entre los agentes de control biológico encuestados, se observó esta tendencia principalmente en *Trichoderma* spp. y *Trichoderma harzianum* con similar número de respuestas para todas las categorías (figura 51).

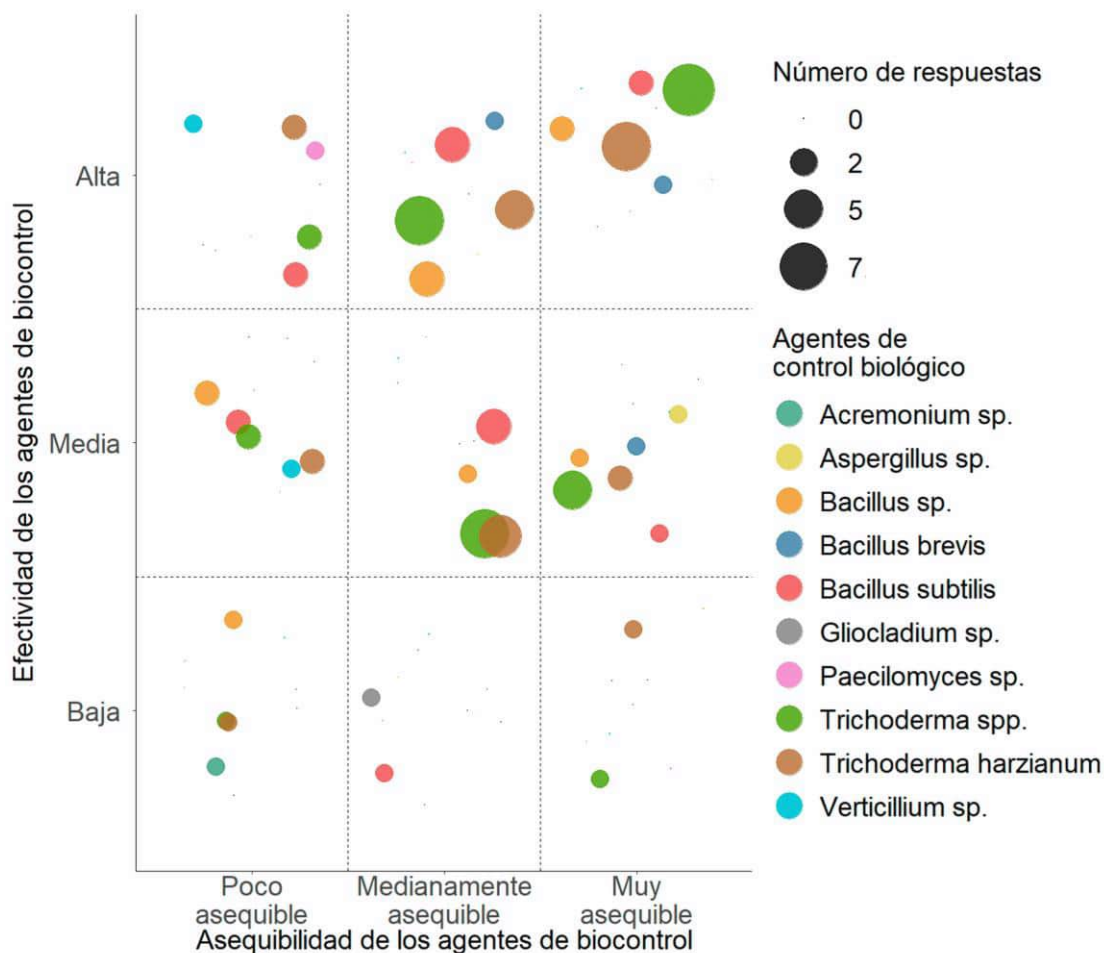


Figura 51. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión mostró una tendencia hacia agentes de control biológico que son utilizados por una minoría de los productores (difusión media) pero que presentan una efectividad media a alta en el control de la moniliasis. Entre los agentes de control biológico encuestados, se observó esta tendencia principalmente en las especies de *Trichoderma* spp. y *Trichoderma harzianum* (figura 52).

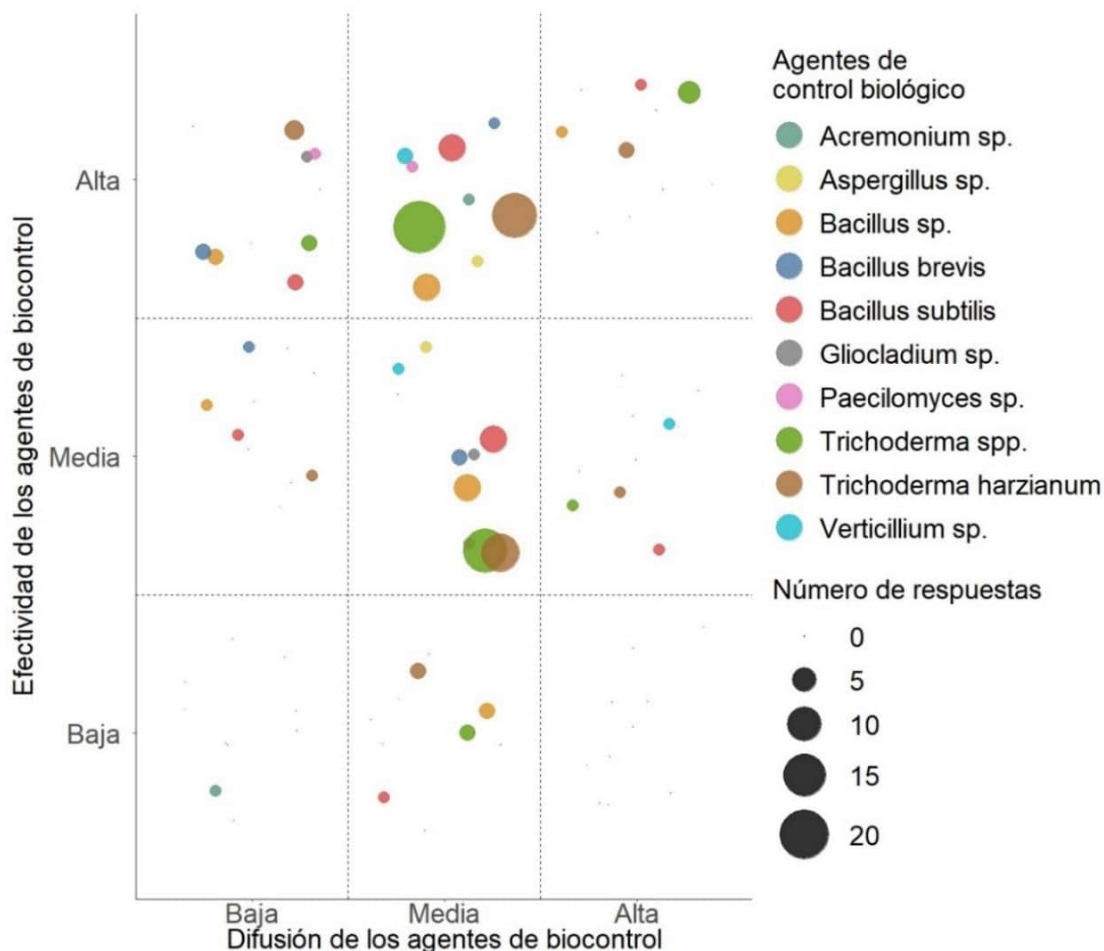


Figura 52. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Otros microorganismos/productos biológicos que utilizan algunos especialistas para el control de la moniliasis son:

- ***Trichoderma koningiopsis***: Considerado de efectividad media, medianamente asequible y medianamente costoso. Se recomienda su aplicación mensual.
- ***Pseudomonas cepacia***: Considerado de efectividad media, medianamente asequible, medianamente costoso y de difusión media.
- **Safersoil.**
- **Bacterias promotoras de crecimiento vegetal.**
- **Extractos vegetales.**

Control químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos para el control de la moniliasis, únicamente los fungicidas cúpricos y la cal agrícola fueron recomendados por aproximadamente el 50% de los especialistas y muy recomendados por aproximadamente el 27% de ellos. Los otros productos químicos fueron catalogados como no recomendables por el 40 al 60% de los encuestados (figura 53). Esto coincide con lo reportado en literatura donde el control químico es el método menos recomendado entre otras cosas por los elevados costos de su aplicación (De la Cruz-Ricárdez et al., 2020).

Este panorama se observa también en la literatura donde solo se recomienda el uso de productos químicos no nocivos para el control de la enfermedad. Dentro de los productos químicos, se destacan los fungicidas cúpricos como los más recomendados (Cubillos, 2019). La cal agrícola se recomienda para deshidratar los residuos de frutos afectados y acelerar la descomposición de los tejidos (Rodríguez-Polanco et al., 2005; Echeverri, 2013). El fungicida Triadimefon junto con la cosecha de frutos afectados podría contribuir de alguna manera a reducir la enfermedad, sin embargo, no es permitido en la agricultura orgánica (Echeverri, 2013).

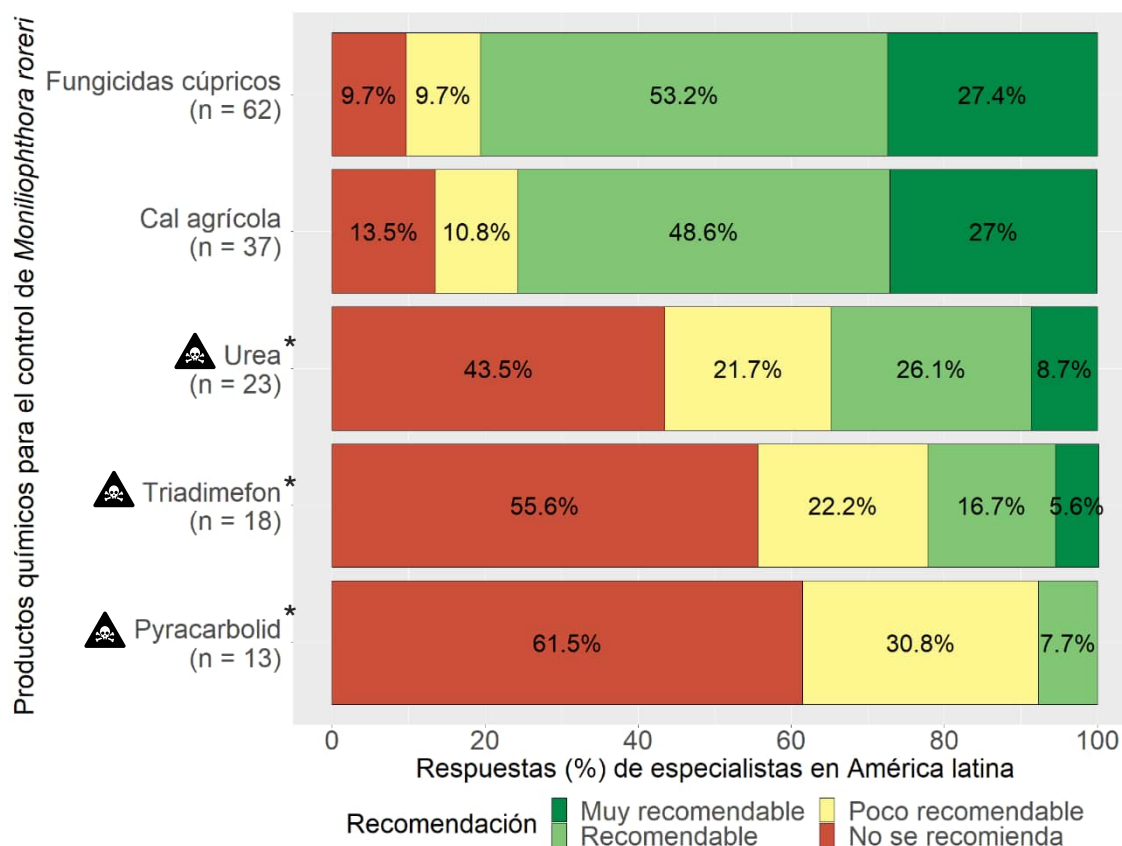


Figura 53. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora rozeri*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los productos químicos, los especialistas difirieron entre una efectividad media (entre el 44 y el 50%) a alta (entre el 38 y el 47%). La urea fue el único producto químico donde los especialistas indicaron en más del 33% que su efectividad es baja para el control de la enfermedad (figura 54).

El empleo de productos químicos no es una práctica común en la producción de cacao debido a los altos costos y los riesgos asociados a la contaminación de los granos, la salud de las personas y la conservación del medio ambiente, además, muchas investigaciones enfocadas en determinar la eficiencia de los productos químicos no han sido consistentes, lo que resalta la importancia de implementar otros métodos de

control como el uso de clones resistentes y las prácticas culturales, las cuales han demostrado ser eficientes en el control de la enfermedad (Jaimes & Aranzazu, 2010; Sánchez et al., 2017)

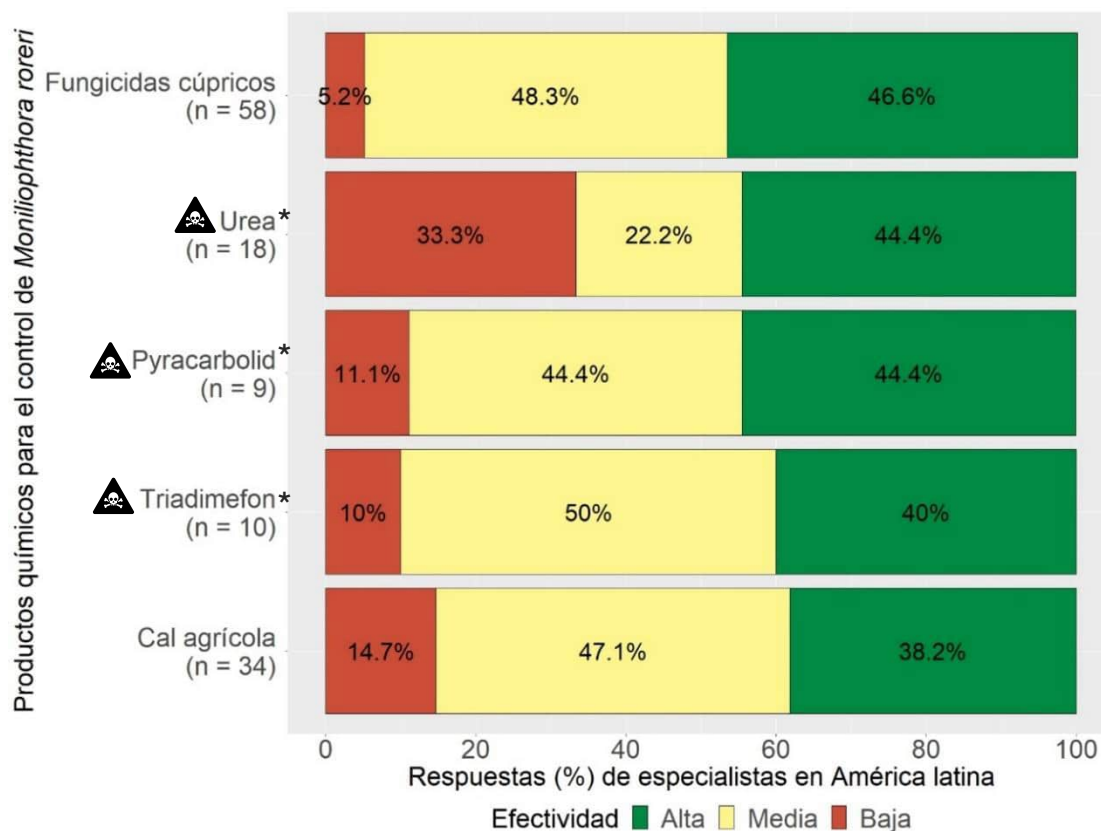


Figura 54. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, la cal agrícola fue el único producto considerado como económico para el control de la enfermedad. El resto de los productos fueron considerados entre medianamente costosos a muy costosos por los especialistas (figura 55).

Esto coincide con lo reportado en la literatura, donde una de las grandes desventajas que tiene el uso de productos químicos, aparte de ser perjudicial para la salud y el medioambiente, es que es un método de control costoso, el cual disminuye los rendimientos de los cultivos, especialmente de pequeños y medianos productores (Anzules-Toala *et al.*, 2019; Lamilla-Quinde, 2022).

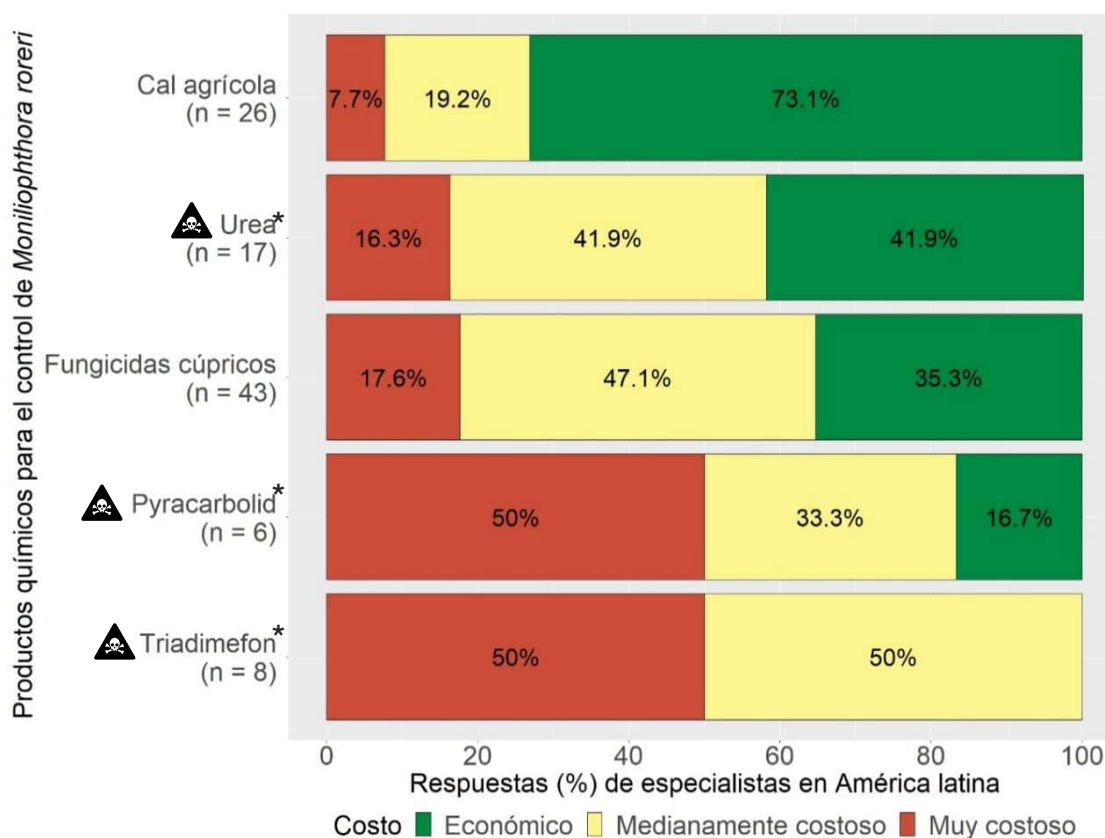


Figura 55. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad de los productos químicos esta fue alta en productos como la cal agrícola, la urea, y los fungicidas cúpricos por más del 50% de los encuestados y entre medianamente asequible y poco asequible para productos químicos como el Triadimefon y el Pyracarbolid (figura 56).

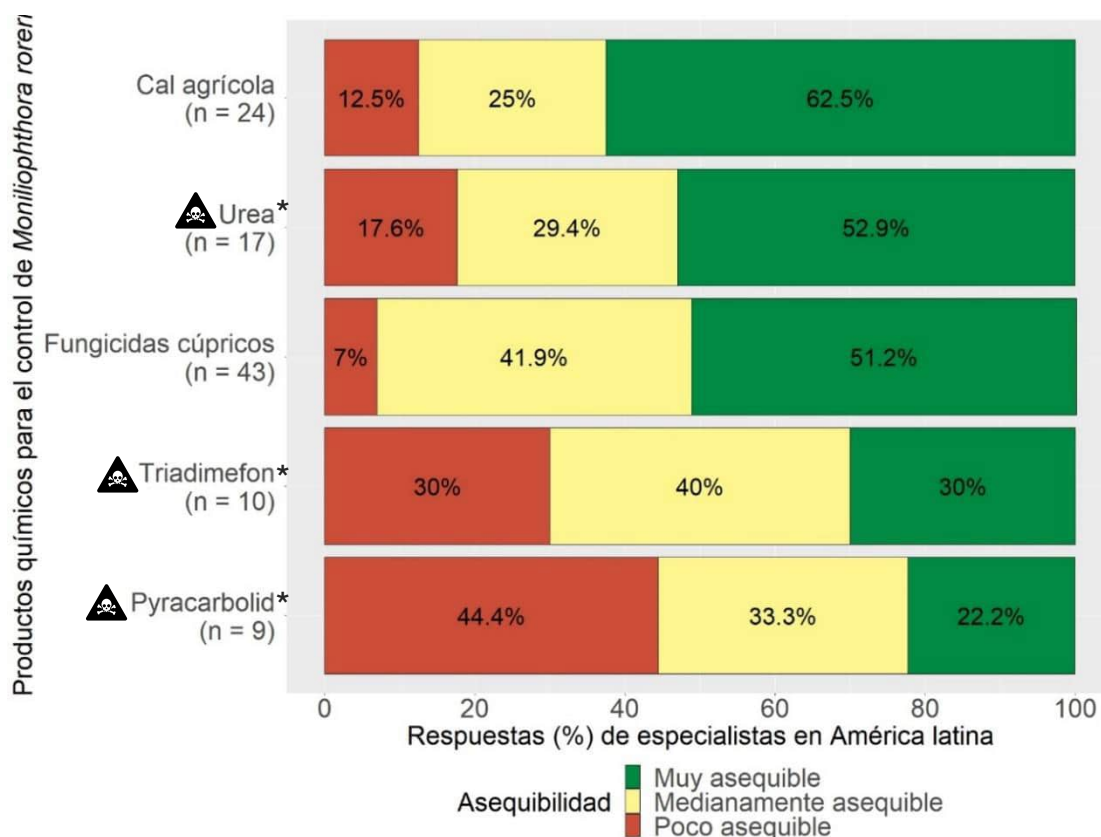


Figura 56. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roren*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

Este mismo panorama se observa en la difusión de los productos químicos, donde hay algunos de mayor difusión como los fungicidas cúpricos y la cal agrícola y otros menos difundidos entre los productores como el Pyracarbolid y el Triadimefon (figura 57). Estos resultados indican que el uso de productos químicos para el control de la enfermedad está disminuyendo, con un porcentaje creciente de especialistas que opina que sólo una minoría de los productores los emplea (figura 57).

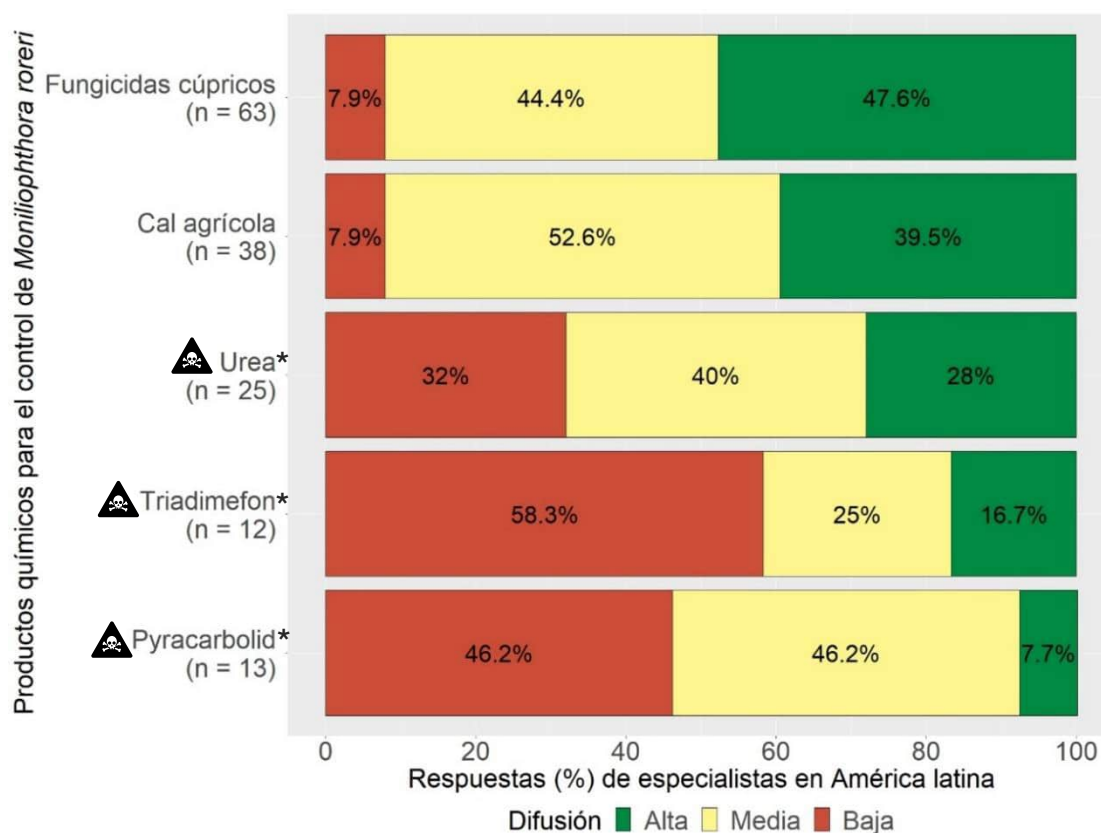


Figura 57. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, los especialistas indicaron que los fungicidas cúpricos se deben aplicar mensualmente por el 50% de los encuestados y trimestralmente por el 26% de ellos. La cal agrícola y la urea, por el contrario, son productos que se aplican trimestral a semestralmente, sin embargo, un alto porcentaje de especialistas consideran que no se utilizan para el control de la enfermedad. En cuanto al Triadimefon y el Pyracarbolid más del 70% de los encuestados indicaron que no se utilizan (figura 58).

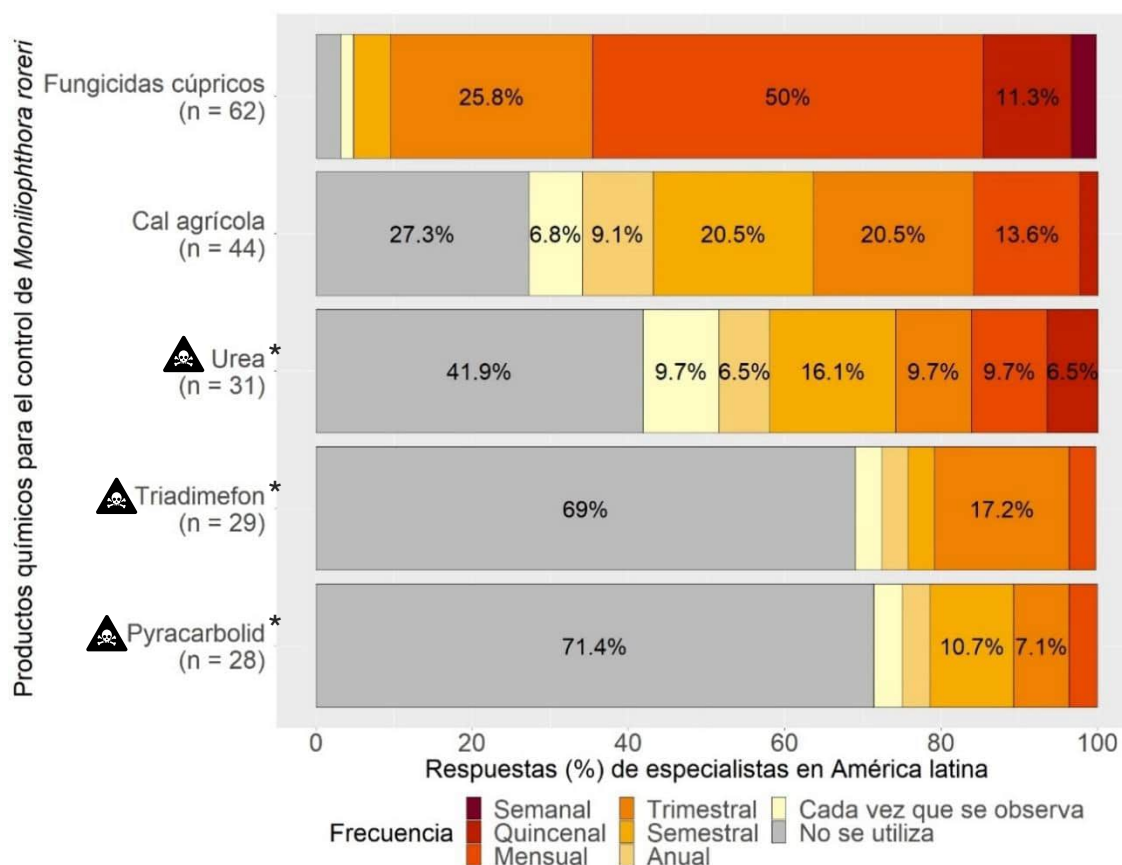


Figura 58. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos medianamente costosos y económicos con una efectividad entre media a alta. Esta tendencia se observó principalmente con productos como los fungicidas cúpricos y la cal agrícola, de los cuales se tiene un mayor número de respuestas. Los fungicidas cúpricos fueron considerados por la mayoría de los especialistas como de efectividad alta y medianamente costosos a económicos, y la cal agrícola de efectividad media a alta y económico para los productores (figura 59).

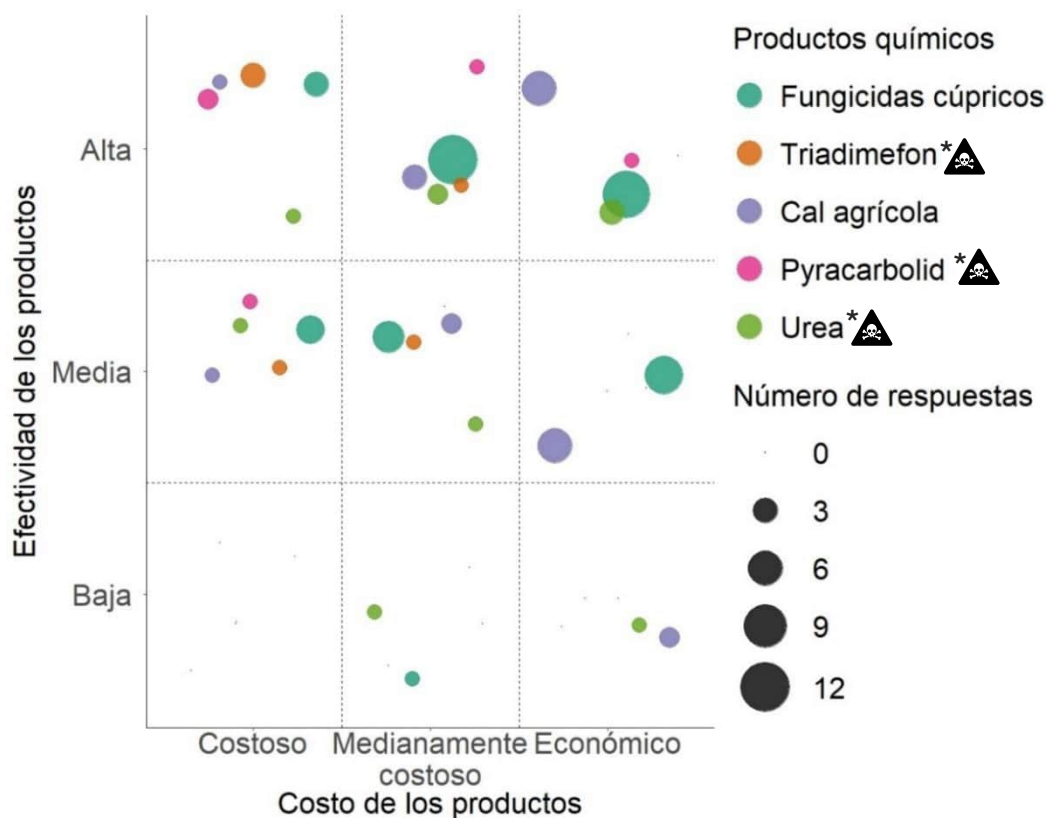


Figura 59. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos muy asequibles con una efectividad entre media a alta. Esta tendencia se observó principalmente con productos como los fungicidas cúpricos y la cal agrícola, de los cuales se tiene un mayor número de respuestas. La correlación de los fungicidas cúpricos fue similar para las categorías de “efectividad media y medianamente asequible”, “efectividad media y asequible” y “efectividad alta y asequible”. Para el caso de la cal agrícola un mayor número de especialistas lo consideran de efectividad media y muy asequible (figura 59).

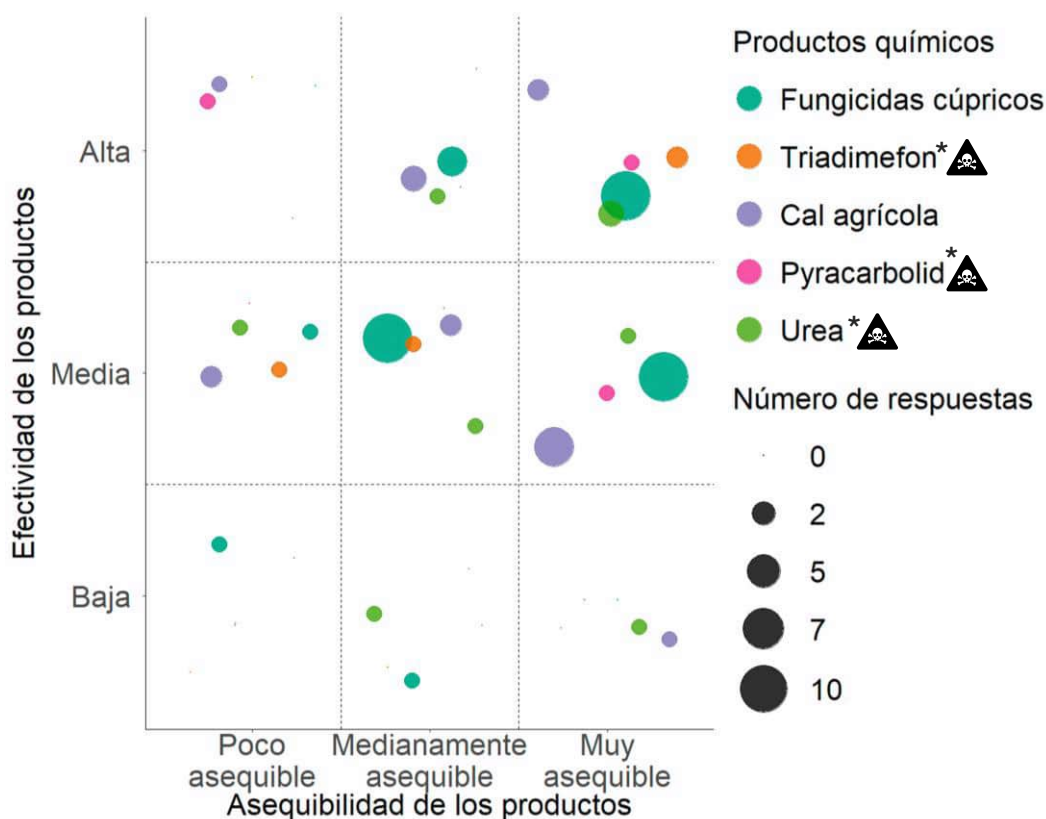


Figura 60. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos químicos con una difusión y efectividad entre media a alta. Esta tendencia se observó principalmente con productos como los fungicidas cúpricos y la cal agrícola, de los cuales se tiene un mayor número de respuestas (figura 61).

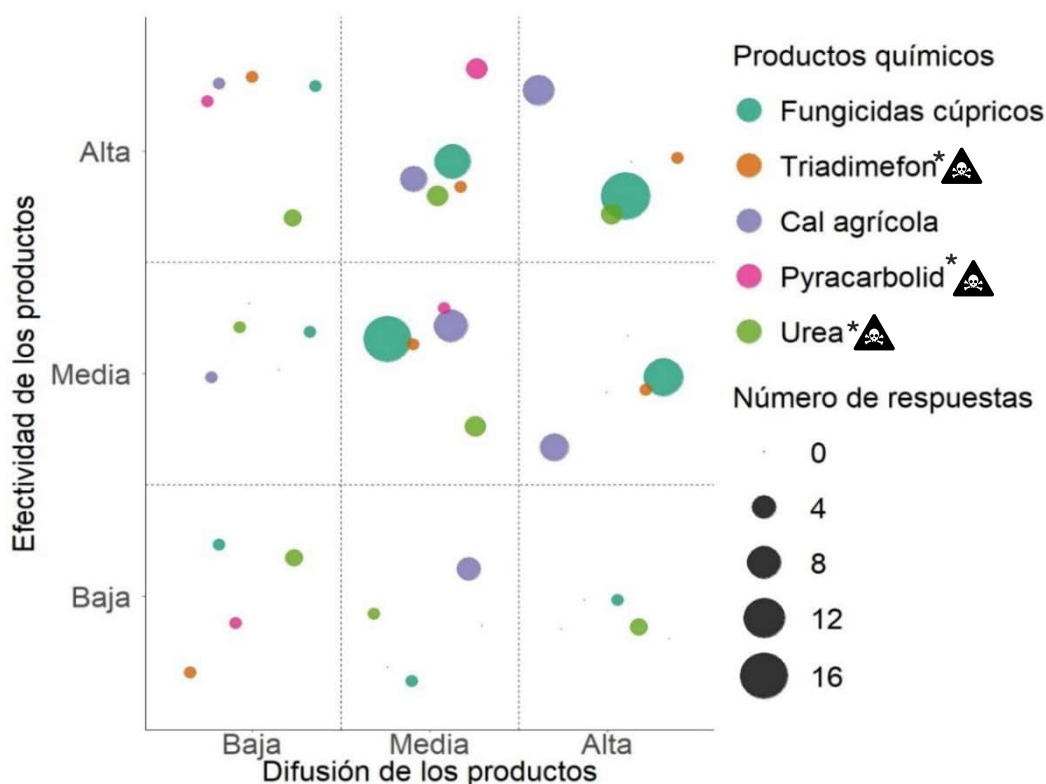







Figura 61. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Otros productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control de la moniliasis son:

- **Caldo sulfocálcico:** Recomendado por una mayor cantidad de especialistas es considerado de efectividad media a alta, medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda su aplicación trimestral.
- **Azoxystrobin*** : Recomendado por una mayor cantidad de especialistas, es considerado de efectividad media a alta, muy costoso, medianamente asequible y de difusión media. Se recomienda su aplicación mensual.
- **Tebuconazol*** : Considerado de efectividad alta, medianamente asequible y de difusión media. Se recomienda su aplicación trimestral.
- **Clorotalonil*** : Considerado de efectividad alta y poco asequible. Se recomienda su aplicación trimestral.

- **Difexonazol*** .
- **Polisulfuros*** : Considerados de efectividad media, medianamente asequible, económico y de difusión media. Se recomienda su aplicación mensual.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

En cuanto al control genético, de 137 especialistas que respondieron esta sección podemos indicar que el 84% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Estos especialistas consideran que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 45,6% y el diseño policlonal con variedades locales con un 40,6% (figura 62).

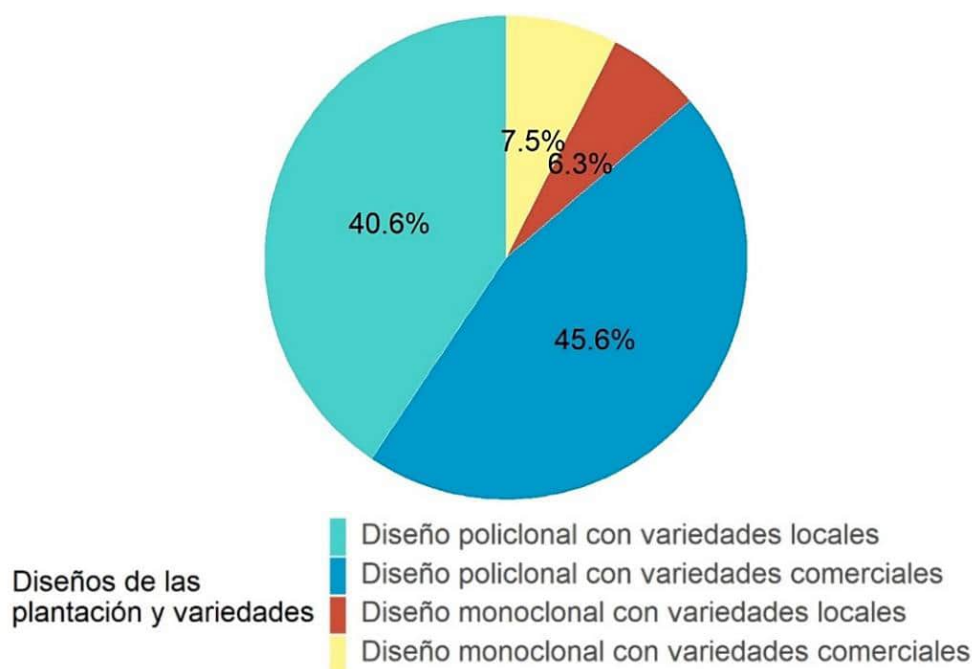
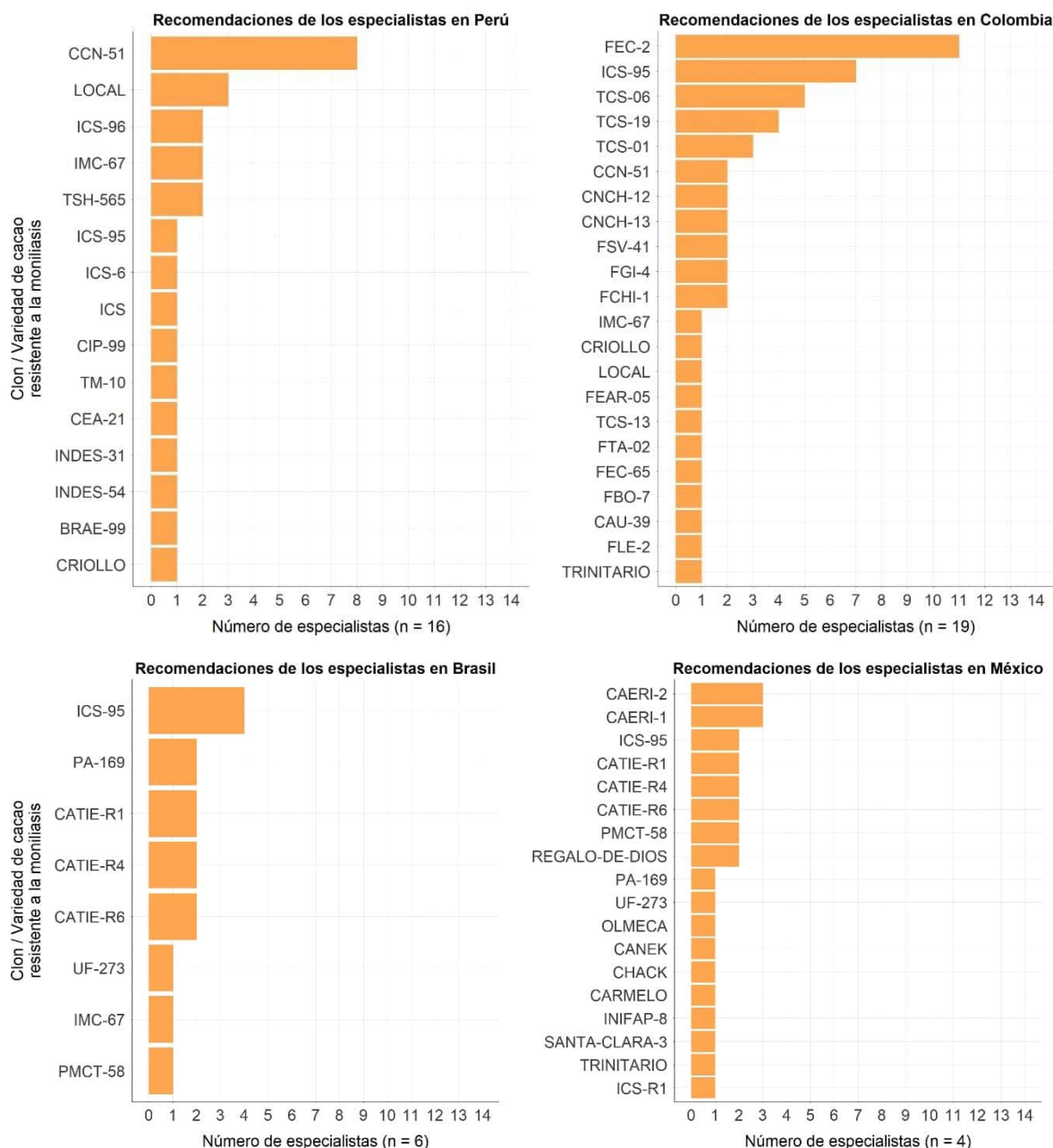


Figura 62. Diseño de las plantaciones y variedades que recomiendan los especialistas para controlar la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe se pueden encontrar diferencias de opiniones sobre cuáles son los clones más resistentes a la monilia, sin embargo, de manera general se puede

identificar el clon ICS-95 como uno de los más recomendados por los especialistas de la región, seguido del clon CCN-51 recomendado en países como Perú, Colombia, Ecuador, Centroamérica y el Caribe. En Venezuela y Bolivia los especialistas recomendaron principalmente el cacao tipo Forastero y Trinitario (figura 63).



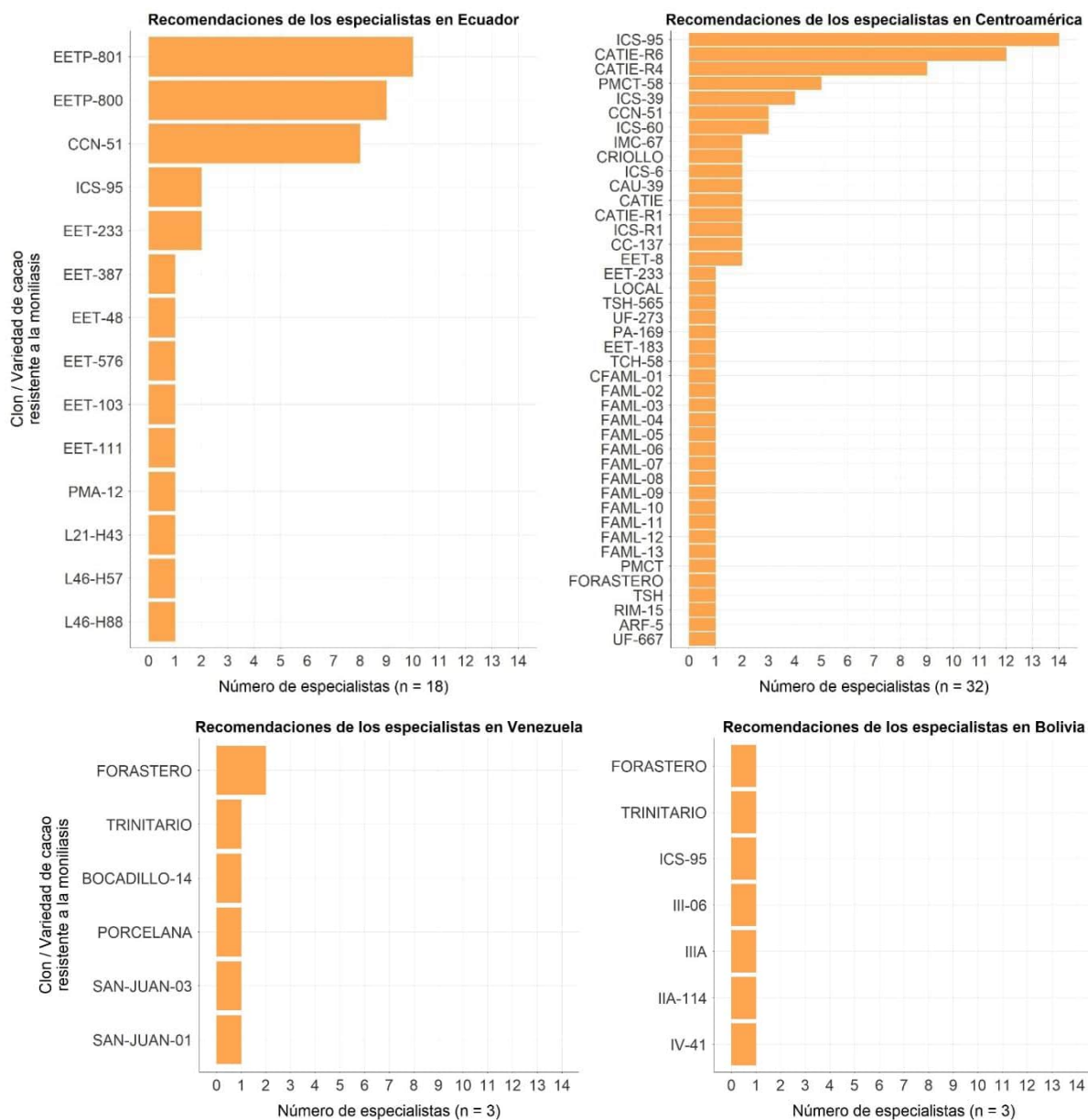


Figura 63. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la moniliasis.

El control genético es una de las alternativas más recomendadas para el control de la moniliasis y atractiva para los productores ya que reduce los costos de producción y favorece la conservación del medio ambiente (Correa-Álvarez *et al.*, 2014). La resistencia a la moniliasis se ha observado en Colombia en clones como el ICS-95,

reportado como el único material con buen nivel de resistencia y de comportamiento estable y el CCN-51, IMC-67, ICS-39 como moderadamente resistentes (Jaimes & Aranzazu, 2010; Mora & Fiallos, 2012). En Ecuador se ha observado resistencia en clones como INIAP-281 e INIAP-527, controles resistentes como TAP 6, TIP 1 y EET 576 (Cajamarca-Monserrate, 2022). En México clones progenitores como UF-273, Pa-169 y Santa Clara-3 han demostrado transferir los niveles más altos de resistencia, donde los mejores híbridos provienen de los cruzamientos UF-273 x Pa-169 y Pa-169 x UF-273 (Solís *et al.*, 2015; Solís *et al.*, 2021). En Centroamérica clones como CATIE-R4 y CATIE-R6 son reportados también como resistentes a la enfermedad (De la Cruz-Ricárdez *et al.*, 2020).

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de *M. rozeri* para las dos primeras componentes consiguieron explicar el 84,9% de la varianza observada en los datos (figura 63). El primer componente se alimenta de la correlación entre las variables asequibilidad, difusión y recomendación por lo que representa la importancia que tiene la facilidad de adquirir un microorganismo o producto o de aplicar una práctica al momento de ser recomendada. El segundo componente correlaciona las variables costo y efectividad, por lo que denota el valor socioeconómico que podría estar influyendo en la efectividad de las prácticas (figura 64).

A nivel de los métodos de control, se puede apreciar que, según la percepción de los especialistas, las prácticas culturales son las más recomendadas, asequibles y efectivas para el control de la moniliasis. Algunas prácticas se destacan por ser más asequibles que otras, como la remoción y el manejo de frutos afectados, la cosecha de frutos maduros y el control de maleza, prácticas que al mismo tiempo son ampliamente conocidas por los agricultores. Algunas prácticas culturales, comparadas con la aplicación de productos biológicos y algunos químicos, pueden llegar a ser más económicas al implicar tanto la participación de la mano de obra familiar, como la contratación de jornales para la realización de las actividades (figura 64).

Dentro del control biológico, la mayoría de los géneros que se reportaron de la literatura no fueron recomendados por los especialistas. Los únicos géneros que se recomiendan y que son efectivos para el control de la enfermedad son *Trichoderma* con la especie *T. harzianum* y *Bacillus* con la especie *B. subtilis*. En general, la

asequibilidad y la difusión de los productos biológicos es de media a baja, variables que pueden estar siendo afectadas por el costo de los productos, especialmente para los que se consideran efectivos pero que son medianamente costosos (figura 64).

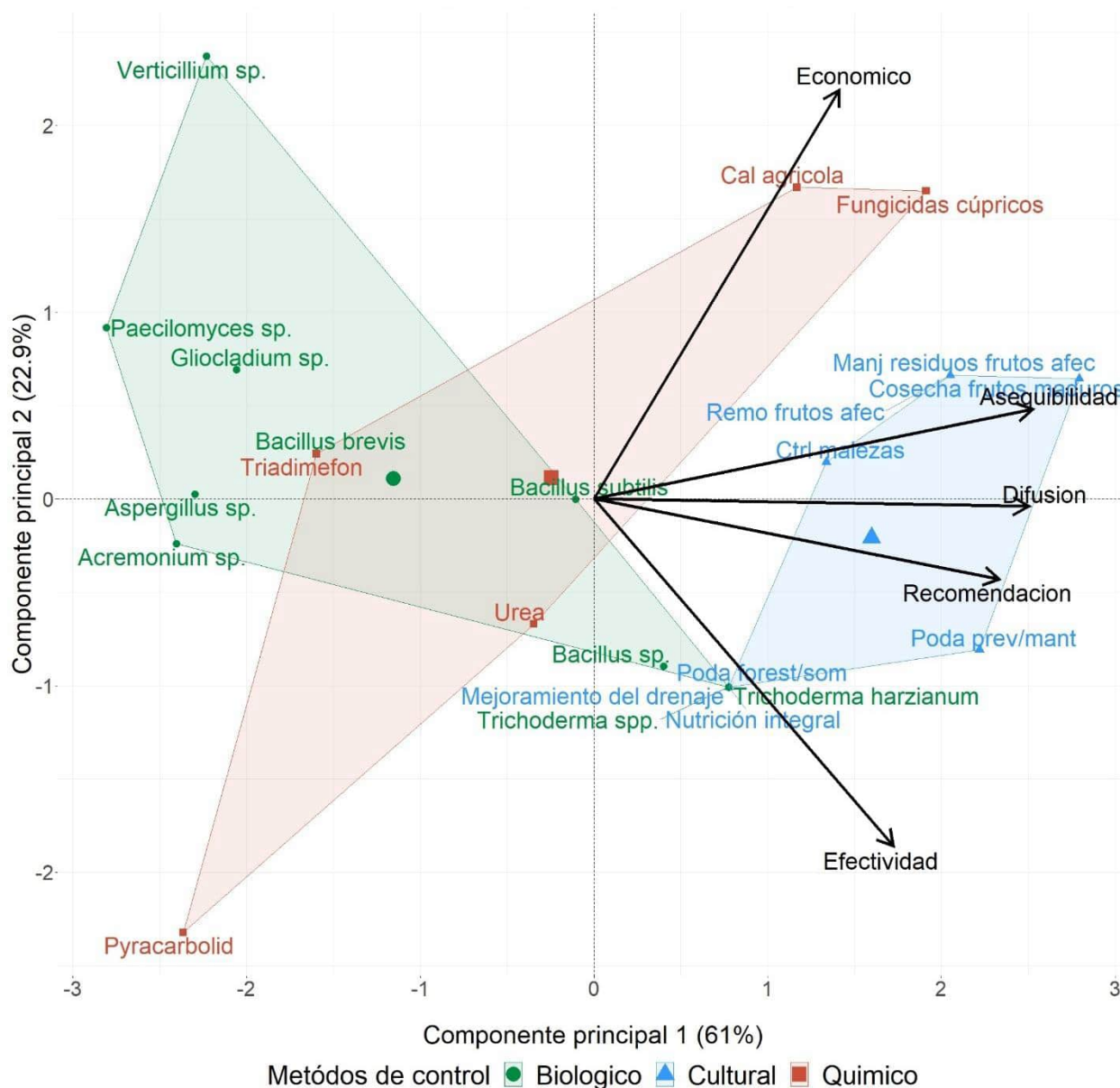


Figura 64. Análisis de componentes principales (primero dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

En cuanto al método de control químico, hay productos que son recomendados, como los fungicidas cúpricos y la cal agrícola, aunque pueden llegar a no ser tan efectivos en el control de la moniliasis, sin embargo, su recomendación puede estar acompañada del bajo costo de los productos, especialmente de la cal agrícola, y su amplia difusión y asequibilidad para los productores. El Triadimefon, el Pyracarbolid y la urea fueron productos que no son considerados efectivos por los especialistas, además son considerados costosos y poco asequibles para los productores, por lo que no se recomiendan para el control de la enfermedad (figura 64).

Conclusiones

El control cultural es considerado por los especialistas como el método más efectivo para el control de la moniliasis. Dentro de estas prácticas, se destaca la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros como los más asequibles y de menor costo para los productores. A pesar de que el control de malezas es considerado por los especialistas como una práctica menos recomendada y de menor efectividad, es una de las más utilizadas por los productores. La nutrición integral, el mejoramiento del drenaje, la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales son prácticas efectivas, pero más costosas lo que limita su aplicación para el control de la enfermedad. En términos generales, la aplicación de prácticas culturales para el control de la moniliasis es limitada por el costo que implica realizar actividades periódicas en el cultivo, las cuales requieren muchas veces contar con mano de obra externa que permita cumplir con la rigurosidad que se necesita para garantizar el éxito de su control (tabla 3).

El control biológico es considerado por los especialistas como un método efectivo a medianamente efectivo, y parte de este resultado se debe a la falta de estudios en campo que permitan explorar el potencial de control de los microorganismos. *Trichoderma* y *Bacillus* fueron los únicos microorganismos recomendados y los de mayor efectividad para el control de la moniliasis, sin embargo, son considerados medianamente costosos y de menor asequibilidad para los productores limitando su aplicación en el cultivo (tabla 3).

El control químico es recomendado con la aplicación de fungicidas cúpricos y cal agrícola, los cuales son productos químicos no nocivos y permitidos en la agricultura orgánica. Por último, el control genético es uno de los métodos más utilizados por los especialistas para combatir la moniliasis y es considerado por más del 80% como un método que contribuye a reducir los niveles de la enfermedad en el cultivo (tabla 3).

Tabla 3. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
Biológico	Cosecha de frutos maduros	Alta	Medio	Alta	H
	<i>Trichoderma</i> spp.	Alta	Medio	Media	P
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Medio	Media	P
Químico	<i>Bacillus</i> sp.	Media	Medio	Baja	P
	Fungicidas cúpricos	Alta/Media	Medio	Alta	P
	Cal agrícola	Media	Bajo	Alta	P
Genético^a	ICS-95	Alta			H
	CCN-51	Alta			H
	CATIE-R6	Alta			H
	CATIE-R4	Alta			H
	FEC-2	Alta			H

^a Variedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^b Mecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Moniliophthora perniciosa

Escoba de bruja



Foto: Márquez Dávila Kadir John



Foto: Márquez Dávila Kadir John

La escoba de bruja es una de las tres enfermedades más importantes en América Latina y el Caribe. Es producida por el hongo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa*, el cual puede infectar ramas, brotes vegetativos del cacao, cojines florales y frutos (Soto *et al.*, 2017). Este hongo fue inicialmente descrito como *Marasmius pernicius* Stahel, posteriormente como *Crinipellis perniciosa* en 1942 hasta el 2005 cuando se demostró su relación con *Moniliophthora roreri* clasificándolo en este género (Aime & Phillips-Mora, 2005; Jaimes & Hernández, 2010; Pérez-Vicente, 2018).

La enfermedad se reportó por primera vez en 1785 por Alexandre Rodríguez Ferreira en árboles de cacao en la Amazonía. En 1895 reportaron su presencia en Surinam, país en el cual ya había causado grandes pérdidas a la industria del cacao. Continuó propagándose a Trinidad y Tobago, las indias occidentales y Ecuador alrededor de los años 1928. En Colombia y Granada se reportó en 1948. En 1956 fue reportado en Panamá y en 1978 en Costa Rica. En 1980 el patógeno había llegado a Perú, Bolivia, Nicaragua y Venezuela, y en 1989 se detectó en Brasil. En Belice se reportó en 2004 y México en 2005 (Aime & Phillips-Mora, 2005; Pérez-Vicente, 2018; DGSV-DCNRF, 2022).

Este hongo es un organismo hemibiotrófico ya que su ciclo de vida consta de una fase parasítica por medio de la cual infectan los tejidos en crecimiento y una fase necrotrófica en la que mata las células de su hospedero (Solís *et al.*, 2021). El ciclo inicia con las basidiósporas considerados los únicos propágulos capaces de infectar los tejidos del cacao. Estas esporas infectan los meristemas de cacao en crecimiento activo, causando una proliferación desorganizada en los nuevos brotes del huésped que se denominan “escobas de bruja” (Aime & Phillips-Mora, 2005; Jaimes & Hernández, 2010).

En contraste con la moniliasis, que se limita únicamente a los frutos, causando daños externos e internos que resultan en la pérdida total de los frutos, la escoba de bruja ataca brotes vegetativos, ramas, cojines florales, flores y frutos, produciendo el crecimiento anormal de los tejidos (Alarcón *et al.*, 2012; Soto *et al.*, 2022). Las escobas en ramas son consideradas una de las más importantes porque constituyen una fuente importante de propagación de la enfermedad. Los síntomas aparecen con el acortamiento de entrenudos y aumento del grosor del peciolo de las hojas. Cuando los cojines florales son infectados no se desarrollan frutos si no que nacen brotes vegetativos a manera de ramas con apariencia de escoba. Los frutos afectados presentan diferentes síntomas dependiendo del estado de desarrollo en el que se encuentran, los frutos jóvenes toman forma de chirimoya, fresas o zanahorias con pedúnculos más largos y gruesos de lo normal, los frutos más desarrollados presentan manchas negras, duras, irregulares y brillantes (Alarcón *et al.*, 2012; Sánchez *et al.*, 2017).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América del sur la incidencia de la escoba de bruja tiende a ser de baja en Colombia y Perú. En Bolivia la mitad de los especialistas encuestados indicaron que la incidencia es baja y la otra mitad que es moderada. Por otro lado, expertos de Brasil, Ecuador, Venezuela y México, indicaron que la incidencia de la enfermedad es de moderada a alta (figura 65).

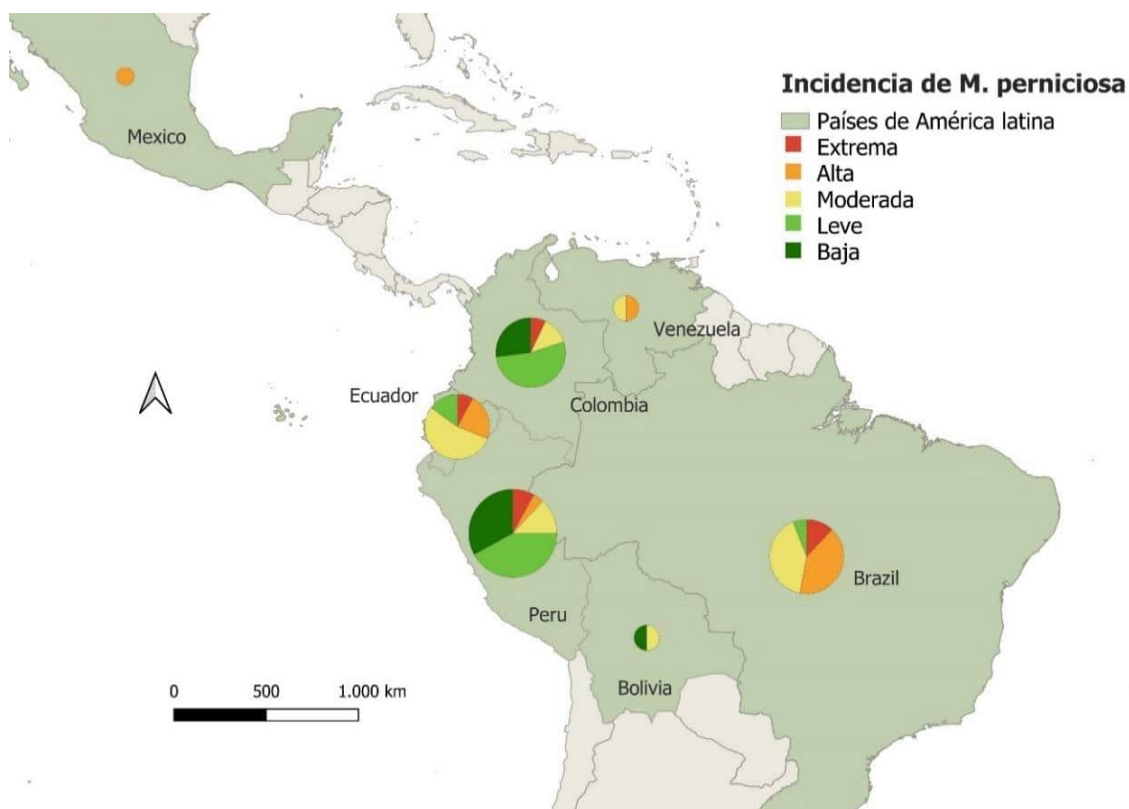


Figura 65. Incidencia de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

En cuanto a la severidad de la escoba de bruja, los resultados indicaron un panorama similar al obtenido en la percepción de la incidencia de la enfermedad, donde se puede destacar que la severidad es baja a leve en Colombia, Perú y Bolivia, de moderada a alta en Ecuador, moderada en Venezuela y México y de moderada a extrema en Brasil (figura 66).

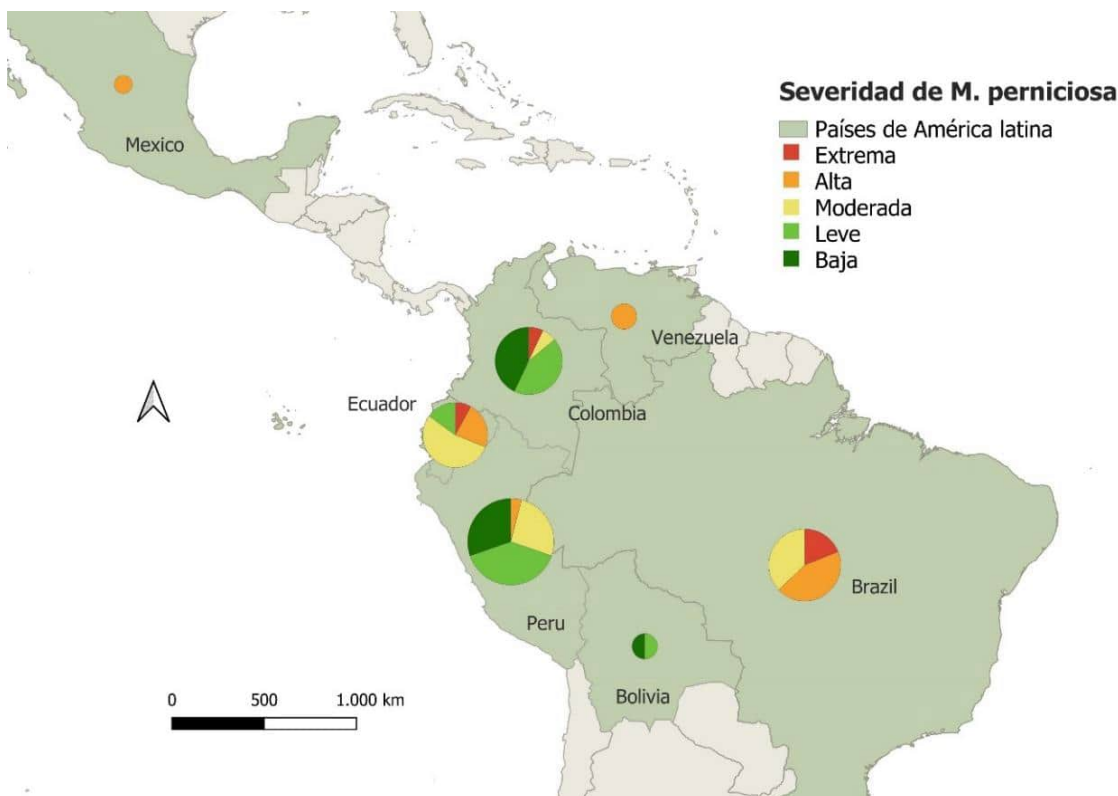


Figura 66. Incidencia de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 56,9% de las respuestas indicaron que la enfermedad aumenta en época de lluvia (figura 67). Esto concuerda con la información encontrada en literatura, donde se ha documentado la asociación estrecha del patógeno con condiciones de alta humedad (Solís *et al.*, 2021). El porcentaje de respuestas que apoya la presencia de la enfermedad en cualquier época del año también fue alto con el 32,3% de las respuestas (figura 67).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, se puede evidenciar que las tres opciones encuestadas tuvieron proporciones similares en sus respuestas (figura 67), esto se debe a que la enfermedad puede afectar diferentes partes de la planta como las ramas, cojines florales y frutos (Soto *et al.*, 2017).

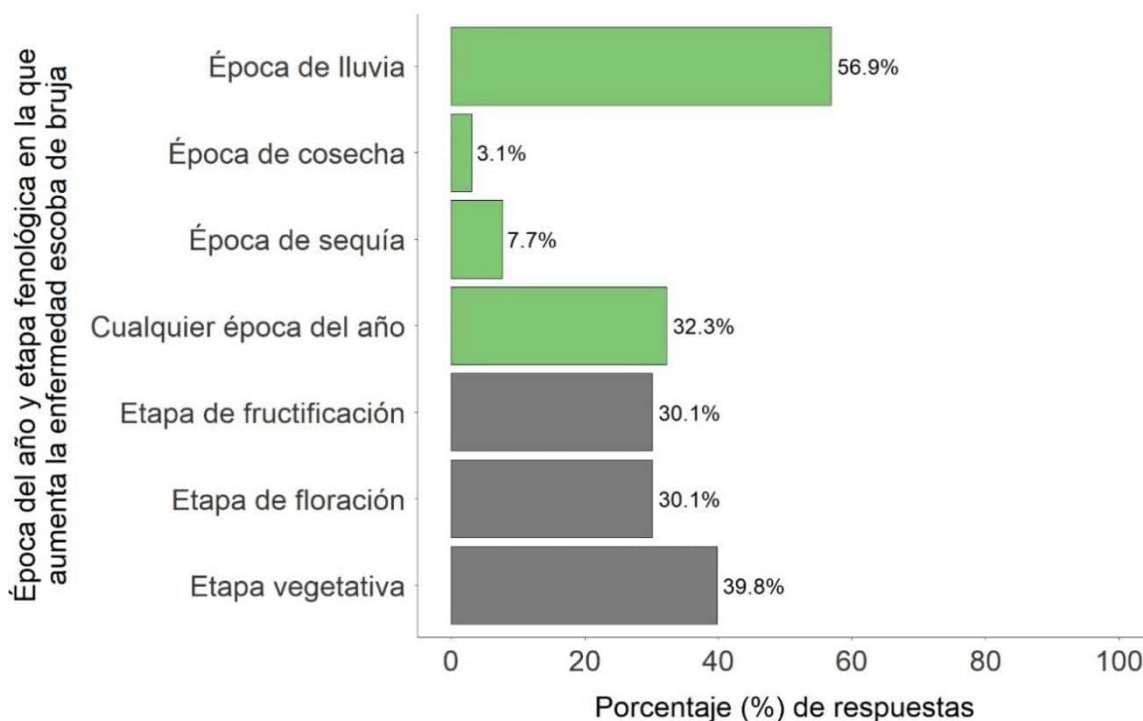


Figura 67. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron a la encuesta de escoba de bruja un total de 86 especialistas, de los cuales 74 indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, la totalidad de los encuestados indicaron que utilizan el control cultural para disminuir la incidencia de la enfermedad, lo que demuestra la relevancia de este método de control para los especialistas. El control genético fue el segundo método más utilizado con un porcentaje del 78,7%. En cuanto al control biológico y químico, únicamente el 44 y el 45% de los especialistas lo utilizan para el control de la enfermedad (figura 68).

Estos resultados concuerdan con lo reportado en literatura donde se prioriza el uso de prácticas agroecológicas para combatir la enfermedad. El control químico cada vez se recomienda menos ya que puede generar trazas de residuos tóxicos en los granos de cacao y disminuir la población de insectos benéficos (Murrieta & Palma, 2018).

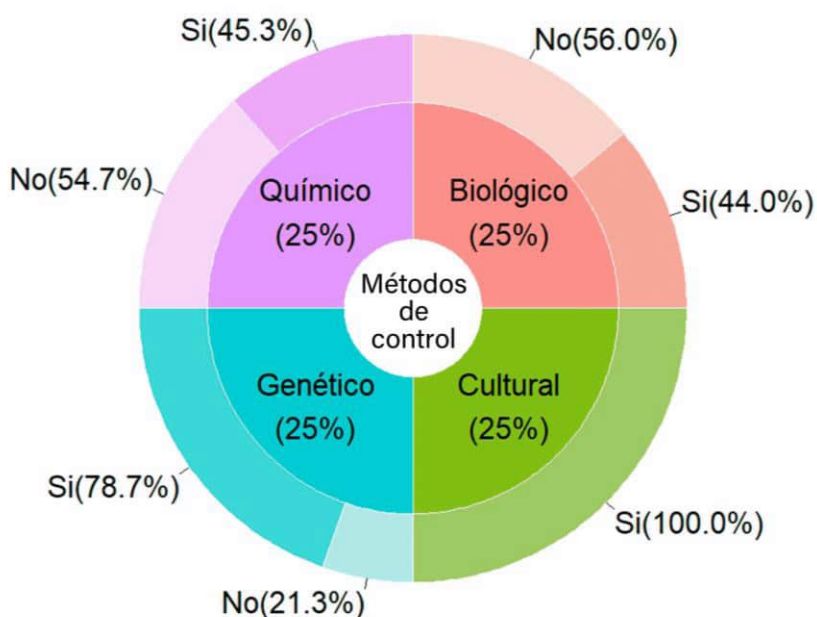


Figura 68. Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la escoba de bruja en América Latina, se pudo observar que todas las prácticas enlistadas fueron entre muy recomendadas y recomendadas por los especialistas encuestados (figura 69). Dentro de estas, la remoción de tejido vegetal afectado y la poda preventiva o de mantenimiento fueron las que tuvieron el mayor porcentaje de respuestas en la categoría de muy recomendable para el control de la enfermedad. La protección de heridas y la poda de especies forestales y de sombra fueron prácticas que los especialistas calificaron en una proporción mayor al 50% en la categoría de recomendable (figura 69).

Dentro del control cultural, la remoción de tejido vegetal afectado es una de las prácticas más recomendadas para el control de la enfermedad debido a que reduce directamente el potencial del inóculo. Esta práctica se centra en la eliminación de escobas vegetativas para prevenir futuras infecciones sobre nuevos brotes y frutos

(Ríos-Ruiz, 2017). La nutrición integral y las podas oportunas también son recomendadas ya que contribuyen a la formación de plantas más resistentes al ataque de los patógenos (Delgado *et al.*, 2022).

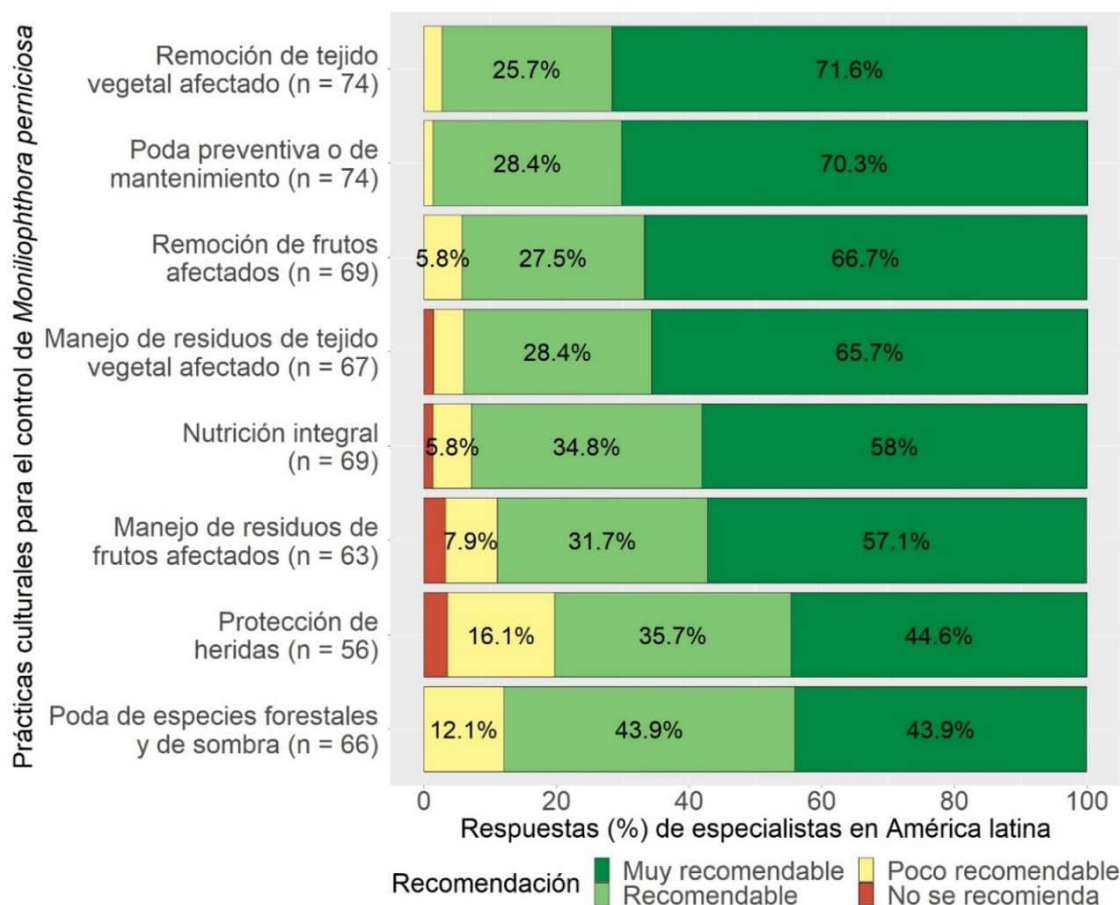


Figura 69. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

La mayoría de prácticas culturales fueron catalogadas de efectividad alta en proporciones mayores al 60% a excepción de la poda de especies forestales y de sombra y la protección de heridas, esta última, con un mayor porcentaje de respuestas que indican una tendencia hacia la efectividad media en el control de la enfermedad (figura 70).

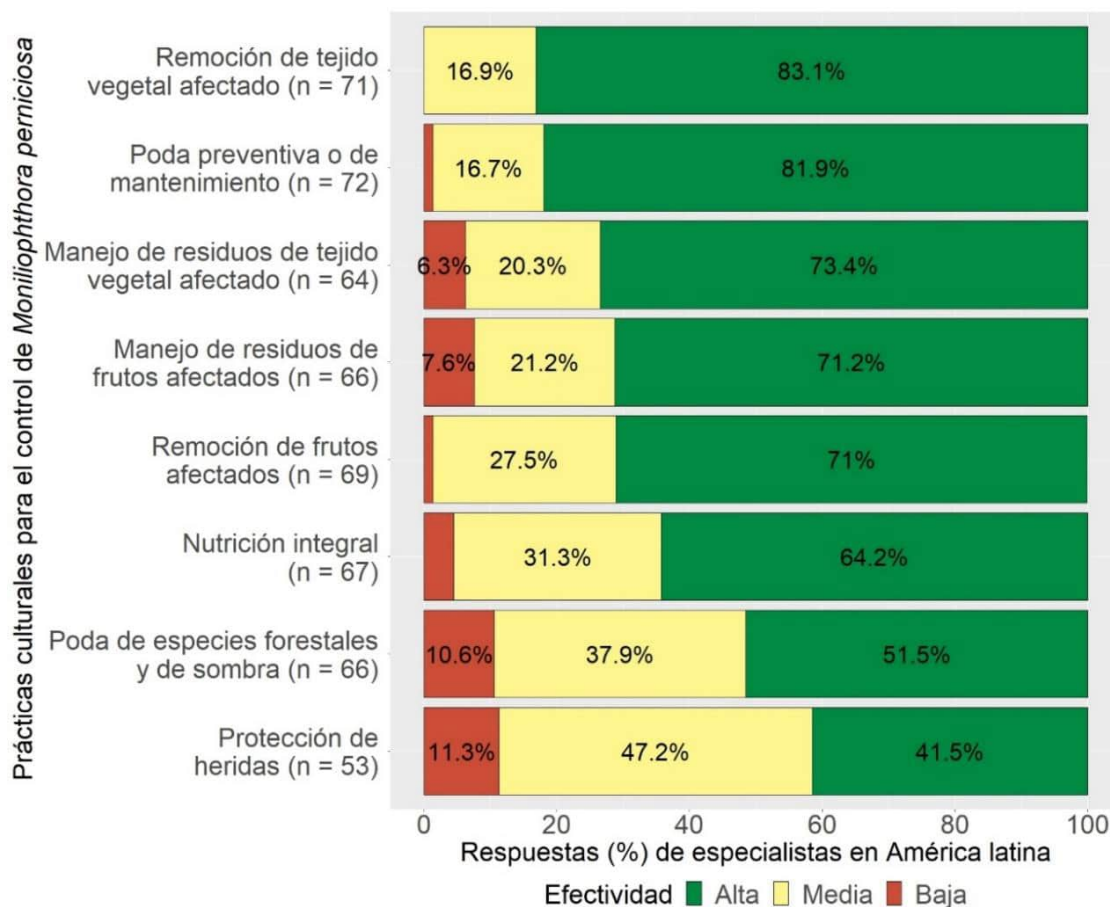


Figura 70. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas culturales, el manejo de residuos de tejido vegetal afectado, el manejo de residuos de frutos afectados y la remoción de frutos, fueron las prácticas más económicas según la percepción de los especialistas en una proporción superior al 50% (figura 71). El resto de prácticas fueron consideradas en mayor proporción como medianamente costosas, especialmente la poda preventiva o de mantenimiento, la poda de especies forestales y de sombra y la nutrición integral (figura 71).

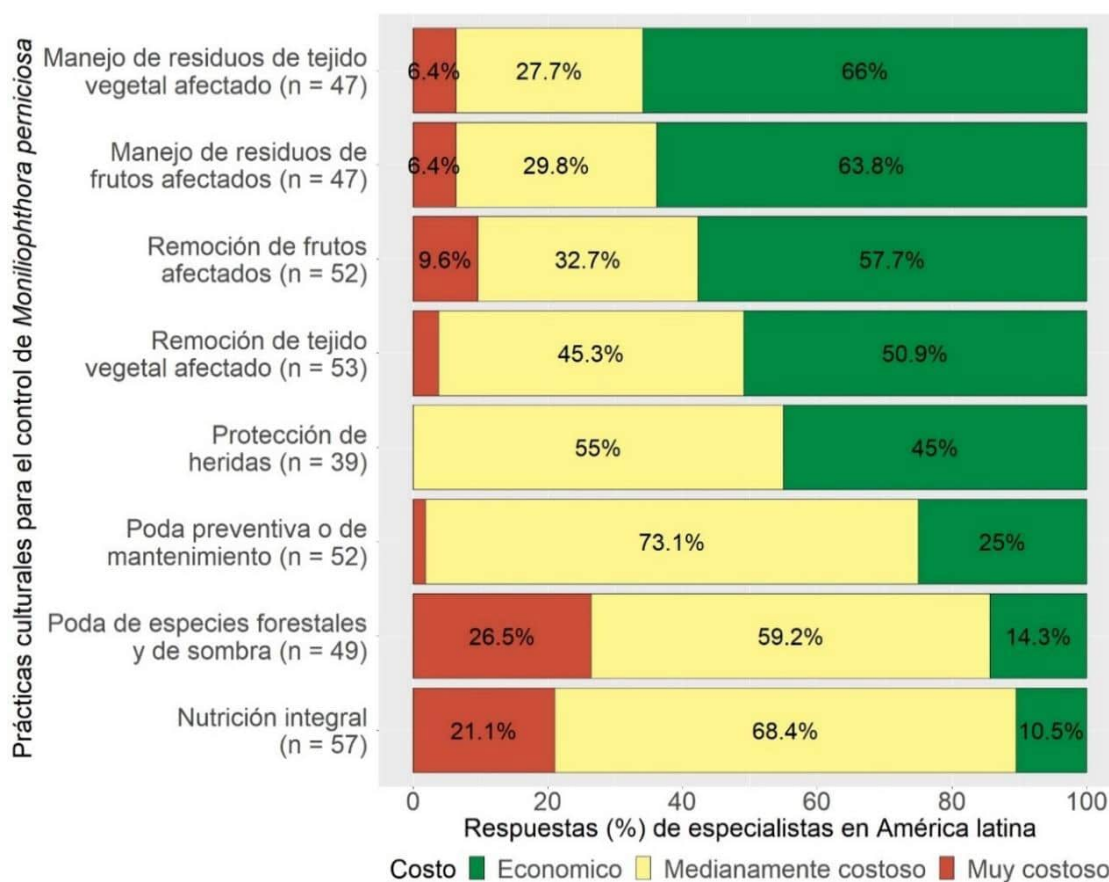


Figura 71. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 60%, destacándose la remoción de tejido vegetal afectado y de frutos afectados, junto con el manejo de los residuos como las de mayor asequibilidad. Dentro de las prácticas, la poda de especies forestales y de sombra y la nutrición integral se catalogaron como prácticas medianamente asequibles, según la percepción de los especialistas (figura 72).

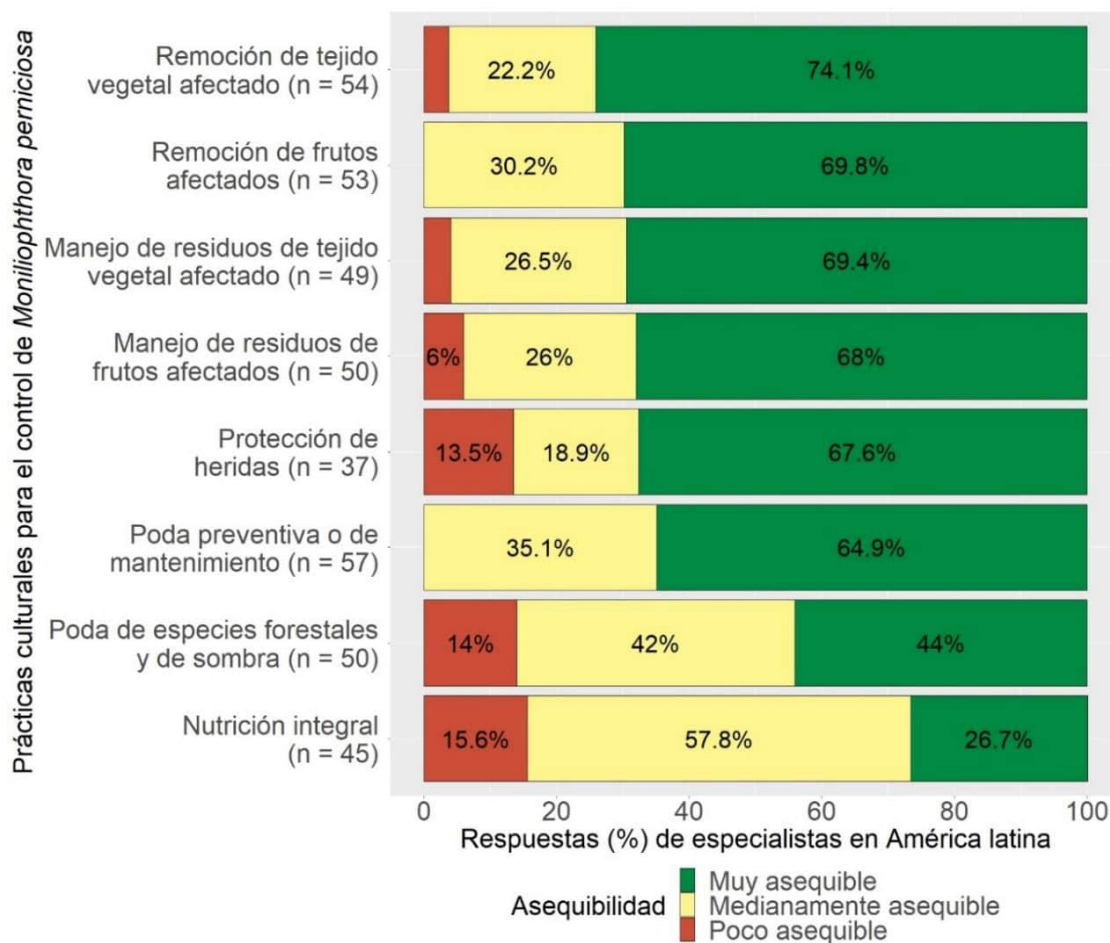


Figura 72. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión, la poda preventiva o de mantenimiento fue la única práctica considerada de difusión alta por más del 50% de los especialistas. El resto de las prácticas fueron consideradas de difusión media, lo que indica que una minoría de los productores las utilizan. De todas estas prácticas, la nutrición integral, la poda de especies forestales y de sombra y la protección de heridas fueron las que un mayor porcentaje de respuesta indicaron su difusión media (figura 73).

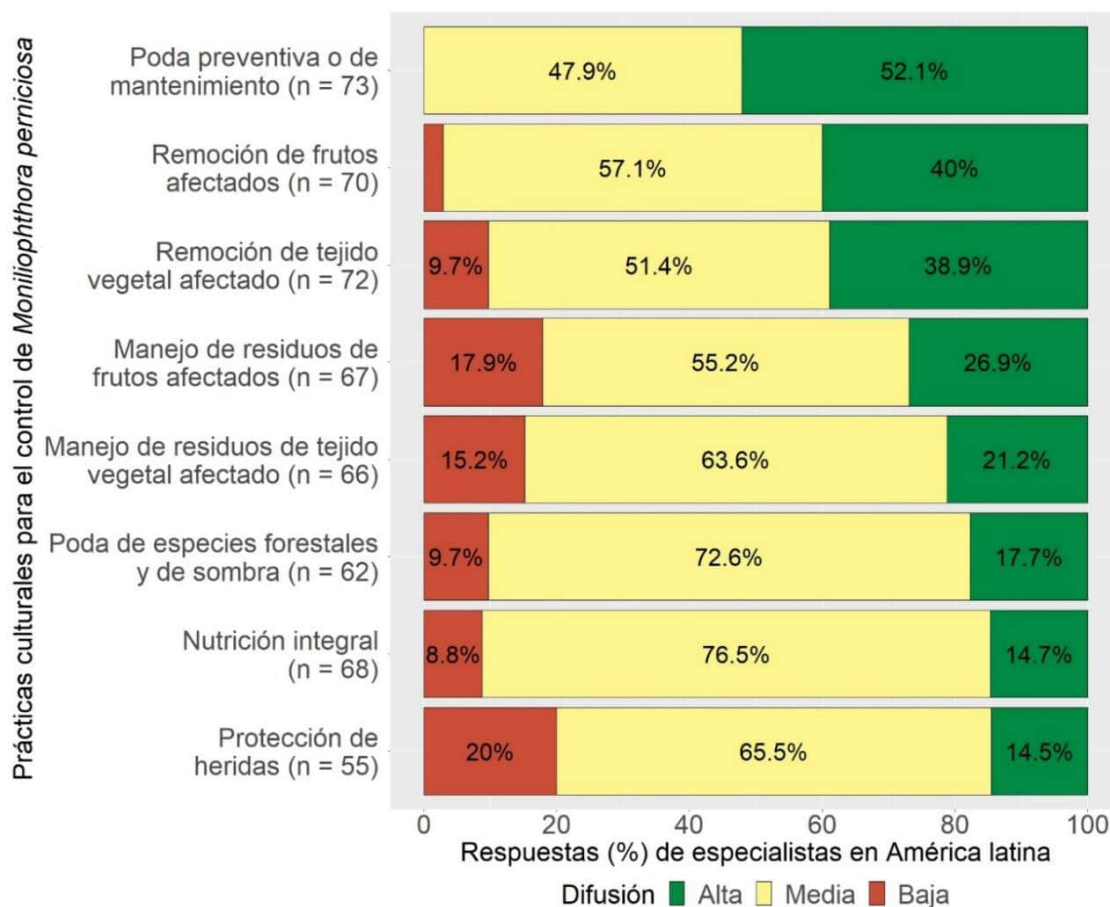


Figura 73. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

Con respecto a la frecuencia de aplicación de las prácticas, los especialistas consideran que la remoción del tejido vegetal afectado y frutos afectados, junto con su manejo, deben realizarse en el cultivo con una frecuencia quincenal, con respuestas entre el 23 y el 42%, a mensual, con respuestas entre el 16 y el 28% (figura 73). La frecuencia con la que se debe realizar la protección de heridas varió de quincenalmente a cada vez que se observa la enfermedad, por lo que no se observó una tendencia clara de la frecuencia con la que se debe aplicar. En cuanto a la poda preventiva o de mantenimiento y la nutrición integral, la mayoría de los especialistas indicaron que deben realizarse trimestralmente por el 33 y el 41% respectivamente a semestralmente por el 37 y 38% respectivamente (figura 74).

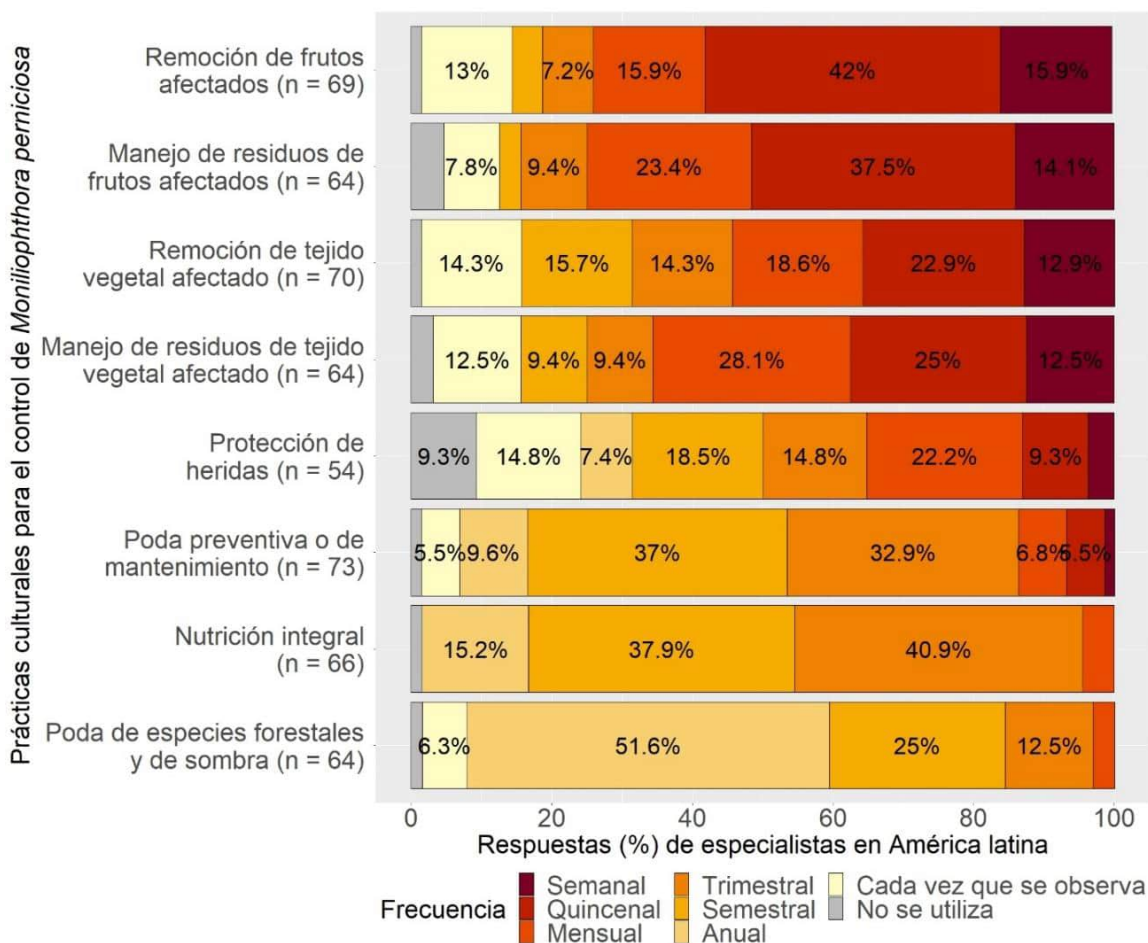


Figura 74. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas mostraron una tendencia hacia prácticas de efectividad alta y medianamente costosas a económicas (figura 75). La remoción tejido vegetal afectado y frutos afectados, junto con el manejo de los residuos fueron considerados por un mayor número de especialistas como altamente efectivos y económicos para los productores. Otras prácticas como la poda preventiva o de mantenimiento, la poda de especies forestales y de sombra y la nutrición integral fueron correlacionadas en mayor proporción como prácticas de efectividad alta pero medianamente costosas (figura 75).

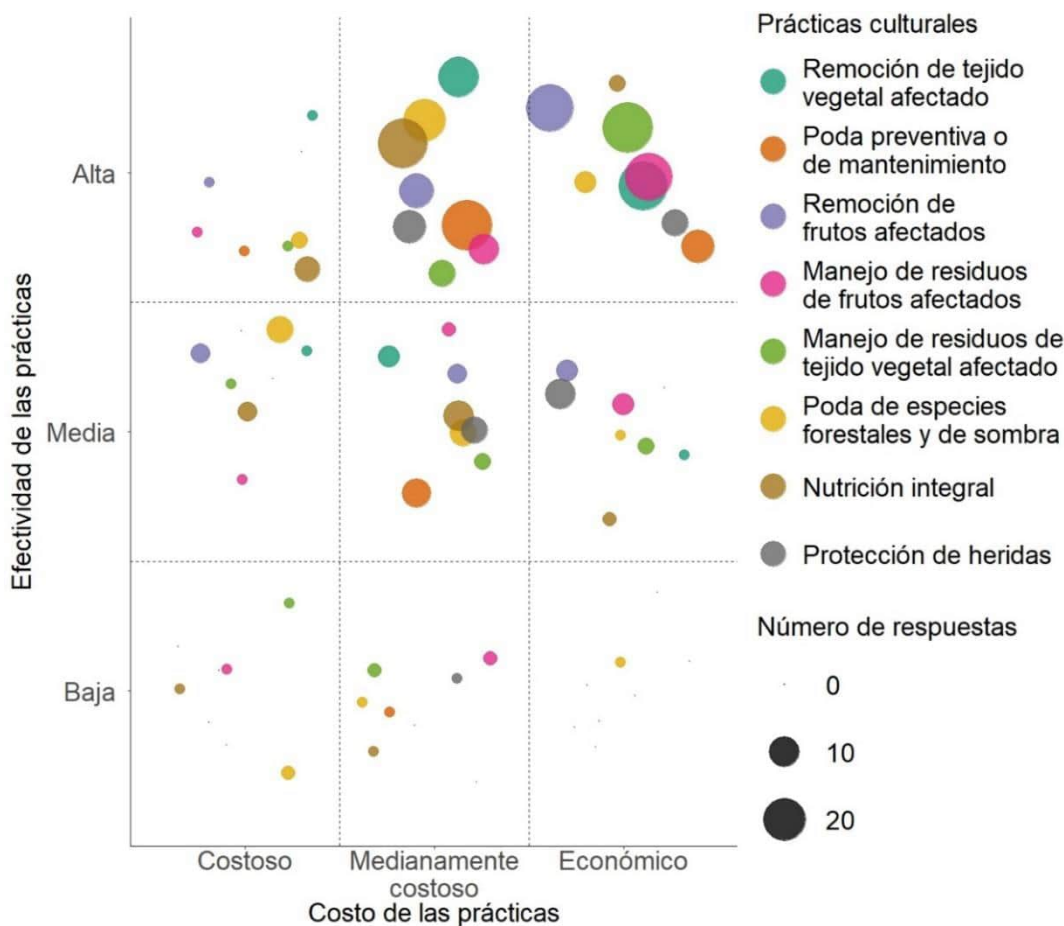


Figura 75. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas mostraron una tendencia hacia prácticas culturales con efectividad alta y muy asequibles (figura 76). La remoción de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento fueron las que más se correlacionaron con una efectividad y asequibilidad alta. También se encontraron dentro de esta categoría la remoción de frutos afectados y el manejo de residuos, con un menor número de respuestas (gráfica 76).

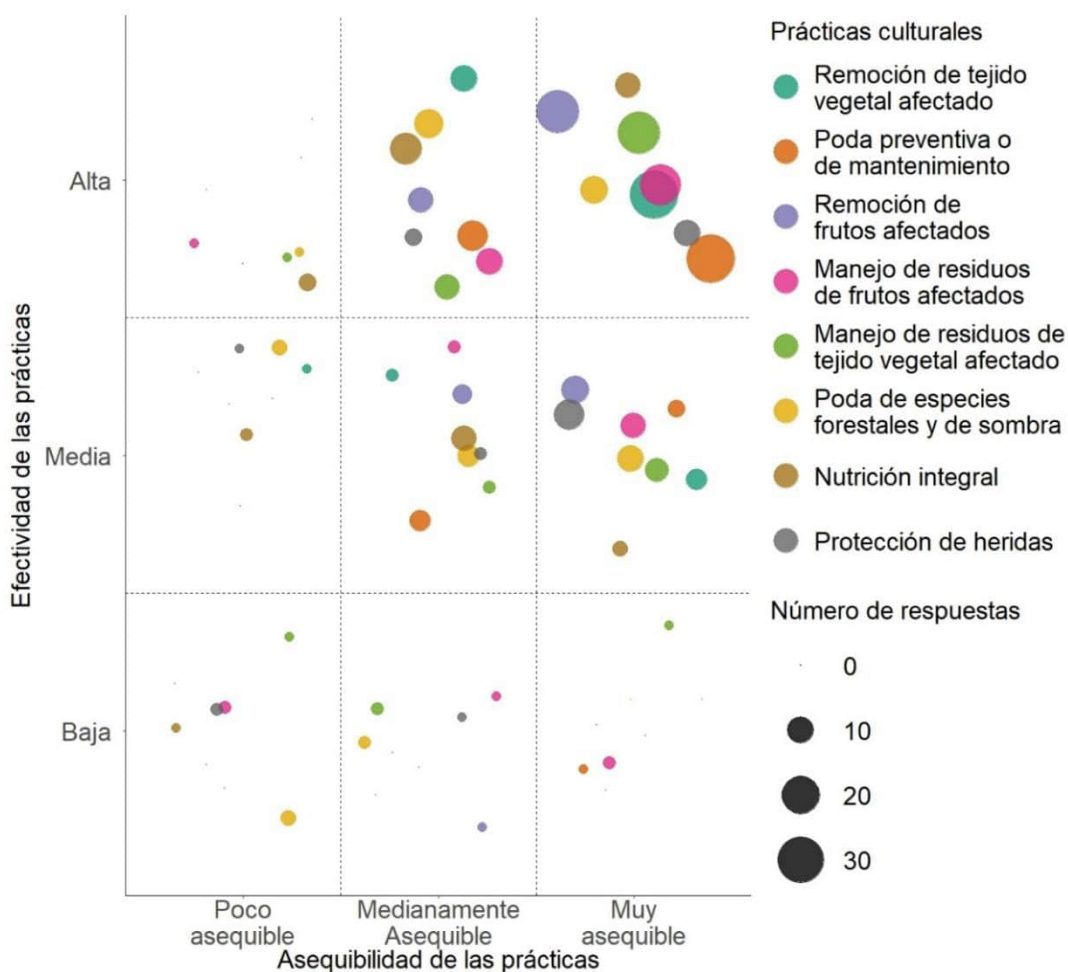


Figura 76. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas mostraron una tendencia hacia prácticas culturales con una efectividad alta y una difusión de media a alta (figura 77). Este fue el caso de la poda preventiva o de mantenimiento, la remoción de tejido vegetal afectado y de frutos afectados consideradas por aproximadamente un mismo número de especialistas como de difusión alta y media. En cuanto a la protección de heridas, un mayor número de especialistas la correlacionaron con una efectividad media y difusión media entre los productores (figura 77).

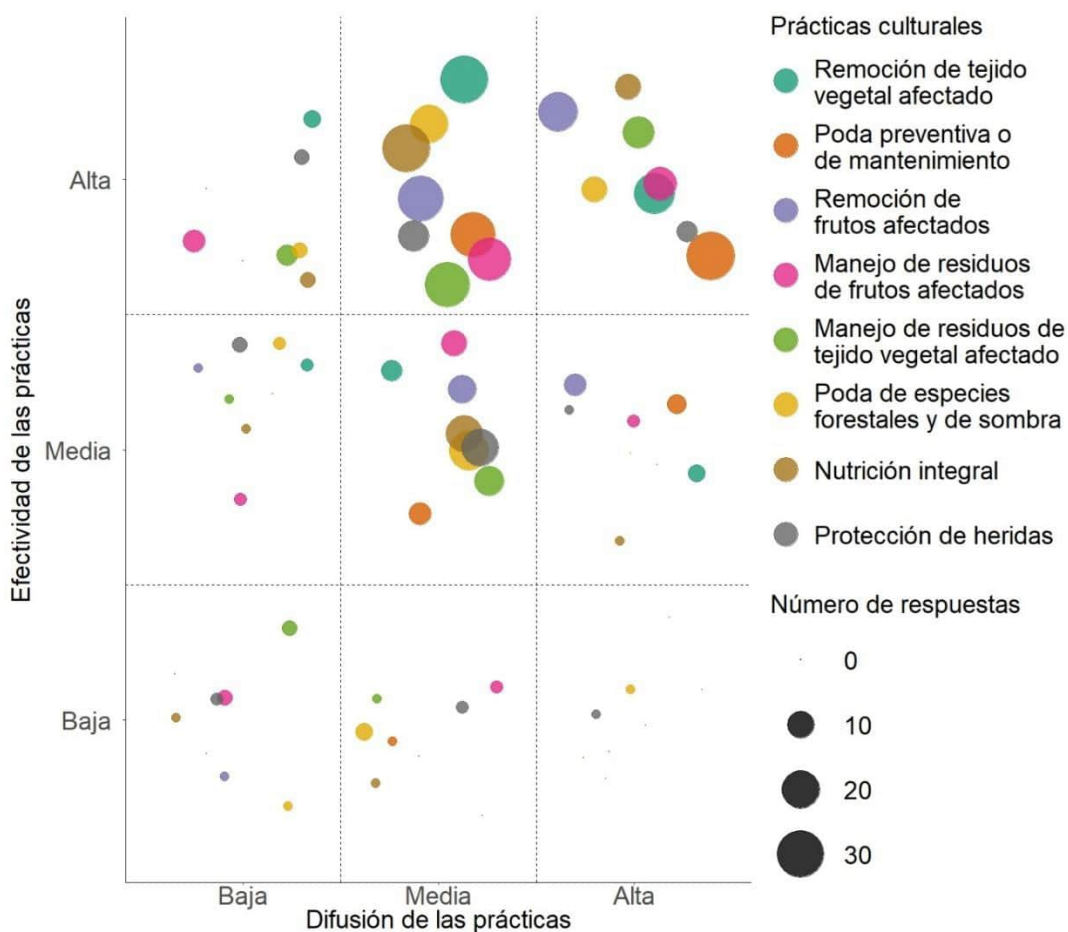


Figura 77. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Otra práctica cultural utilizada por algunos especialistas para el control de la escoba de bruja es:

- **Reducir la altura de los árboles:** Muy recomendado por dos especialistas. Es considerada una práctica de efectividad alta, medianamente asequible, medianamente costosa y de difusión alta (la mayoría de los productores lo usa). Se recomienda su aplicación anual.

Control biológico

I. Recomendación

En cuanto a los agentes de control biológicos utilizados para la escoba de bruja, el género *Trichoderma* y sus especies fueron recomendadas a muy recomendadas para el control de la enfermedad en proporciones mayores al 70% de los encuestados. Aunque los microorganismos *Gliocladium* y *Cladobotryum* no fueron recomendados, sólo respondieron la encuesta de estos géneros dos especialistas (figura 78).

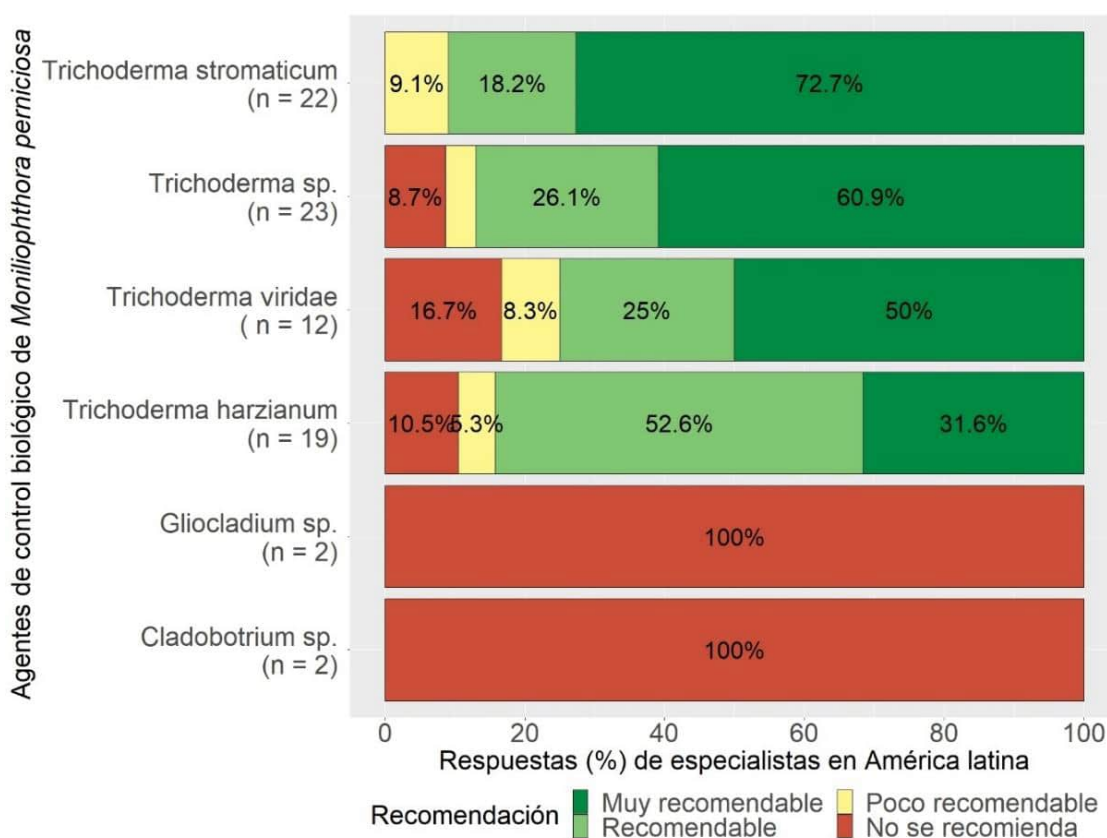


Figura 78. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control biológico, *Trichoderma stromaticum* y *Trichoderma* sp. fueron considerados como los microorganismos de mayor efectividad en el control de la escoba de bruja, con valores de efectividad alta superiores al 50%. Las especies *T. viride* y *T. harzianum* fueron consideradas de efectividad media por un mayor número de especialistas, sin embargo, un alto porcentaje de ellos (entre el 40 y el 44%) también los consideraron efectivos (figura 79).

En la literatura diferentes estudios muestran el potencial de *Trichoderma* spp. en el control de la enfermedad, sin embargo, aún se requieren más investigaciones que ayuden a entender mejor la relación entre el medio ambiente y el establecimiento del antagonista en campo (Solís & Suarez, 2003; Cordero & Maniscalco, 2010; Guerrero *et al.*, 2020).

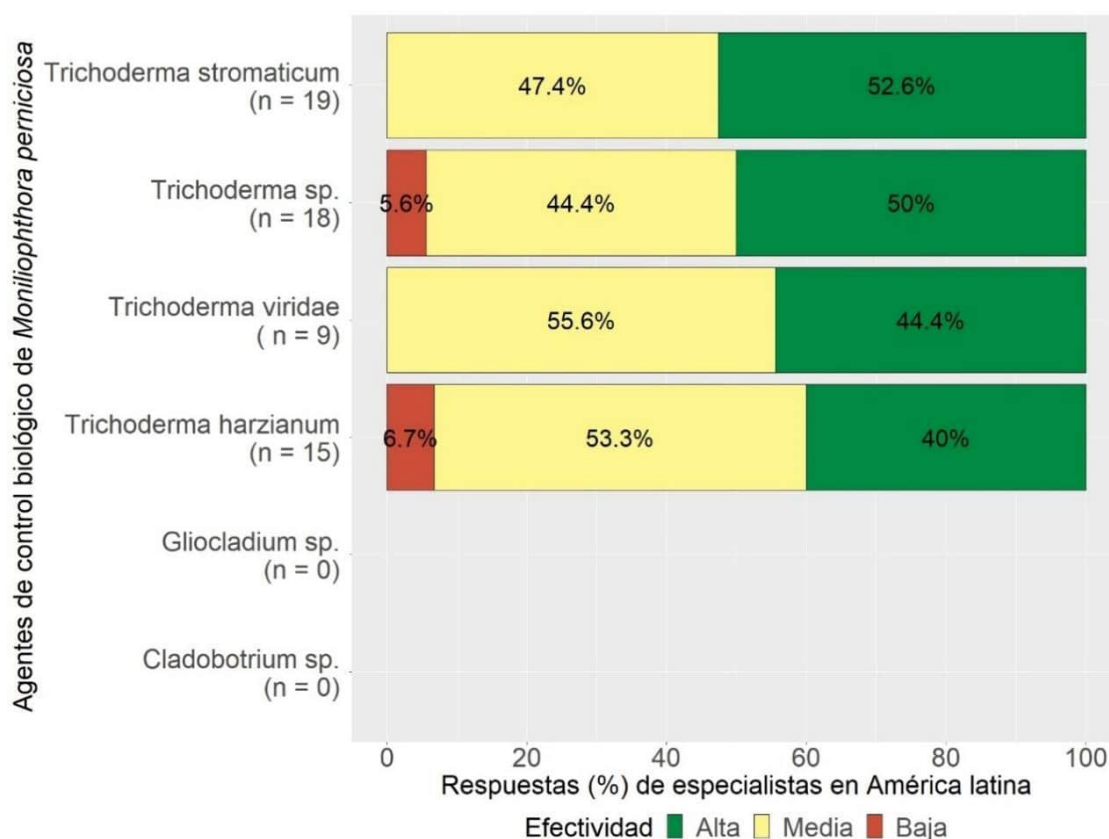


Figura 79. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

Aunque los géneros *Cladobotryum* y *Gliocladium* también han sido reportados como antagonistas de la escoba de bruja (Bastos, 2005; Espinosa, 2012; Villavicencio-Vásquez, 2018), los especialistas encuestados en América Latina no tenían conocimiento sobre su efectividad. Estudios realizados en estos géneros han mostrado resultados variables, donde algunos aislamientos han logrado suprimir parcialmente la esporulación del patógeno (Guerrero *et al.*, 2020).

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes biológicos, *Trichoderma viride* fue la única especie considerada por más del 60% de los especialistas como económica para el control de la enfermedad (figura 80). *T. harzianum* y *Trichoderma* sp. fueron consideradas en proporciones similares como económicas y medianamente costosas. Por el contrario *T. stromaticum* fue considerada medianamente costosa por más del 60% de los encuestados (figura 80).

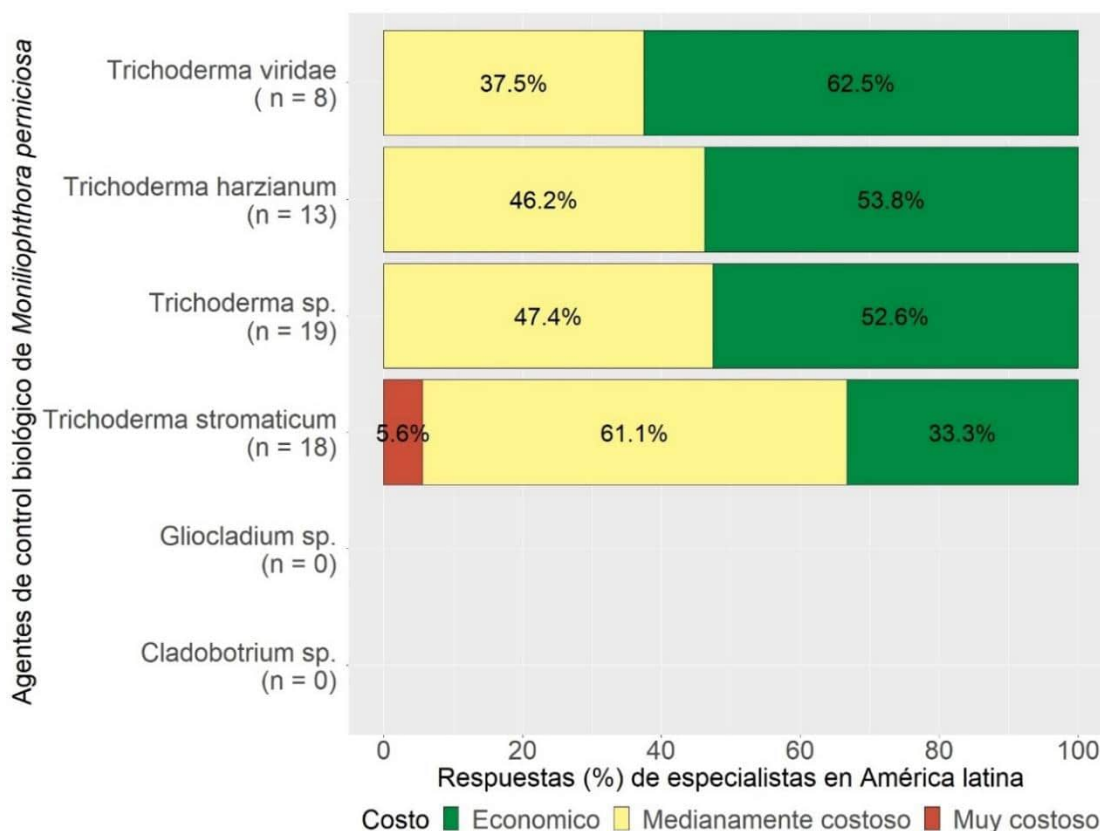


Figura 80. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la facilidad de adquirir estos agentes de control biológico, *Trichoderma* sp. y sus especies fueron consideradas en mayor proporción como medianamente asequibles. Dentro de estas, *T. stromaticum* fue la especie que más especialistas consideraron como poco asequibles. Los géneros *Gliocladium* y *Cladobotryum* fueron considerados poco asequibles por todos los especialistas que respondieron esta pregunta (figura 81).

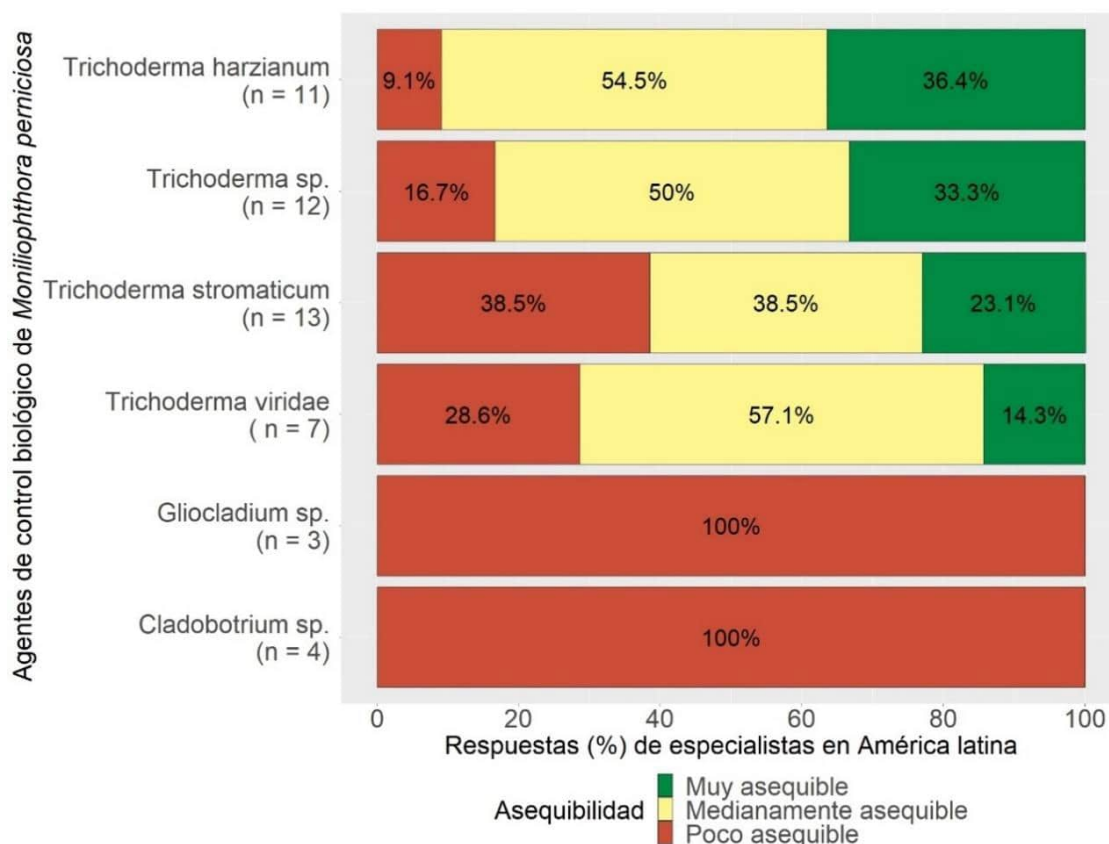


Figura 81. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

Con respecto a la difusión de los agentes de control biológico, el género *Trichoderma* y sus especies fueron consideradas por más del 65% de los especialistas como de difusión media, es decir, son microorganismos utilizados por una minoría de los productores. Los géneros *Gliocladium* y *Cladobotryum* fueron considerados por más del 80% de los encuestados como de baja difusión (figura 82).

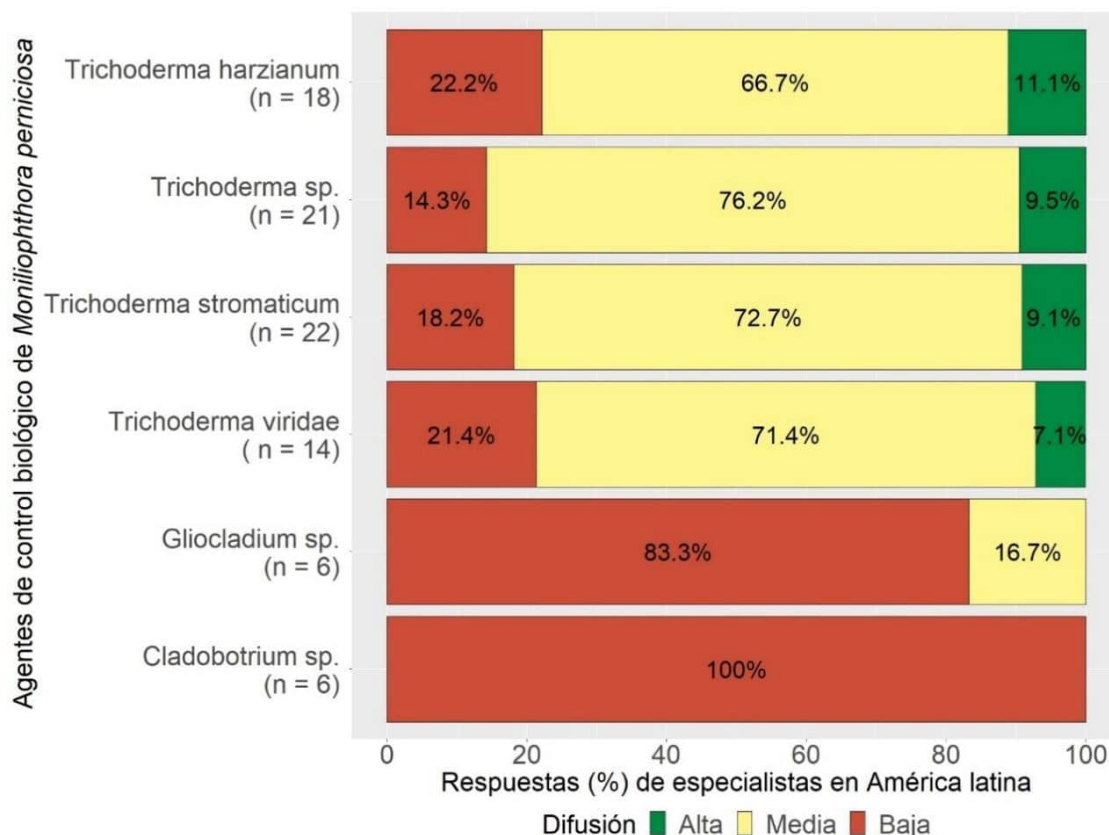


Figura 82. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con los especialistas, la frecuencia de aplicación del agente de control biológico *Trichoderma stromaticum* varió entre quincenal a semestralmente con porcentajes de respuestas que oscilaron entre el 13,6 al 32% (figura 83). La frecuencia de aplicación de *Trichoderma sp.*, *T. viride* y *T. harzianum* también varió entre quincenal a semestral con respuestas que oscilaron entre el 10 al 25%, sin embargo, una

proporción de los especialistas (entre el 17 y el 30%) consideraron que se deben aplicar cada vez que se observa la enfermedad. En cuanto a los géneros *Cladobotryum* y *Gliocladium*, su aplicación debe realizarse cada vez que se observa la enfermedad en el cultivo (figura 83).

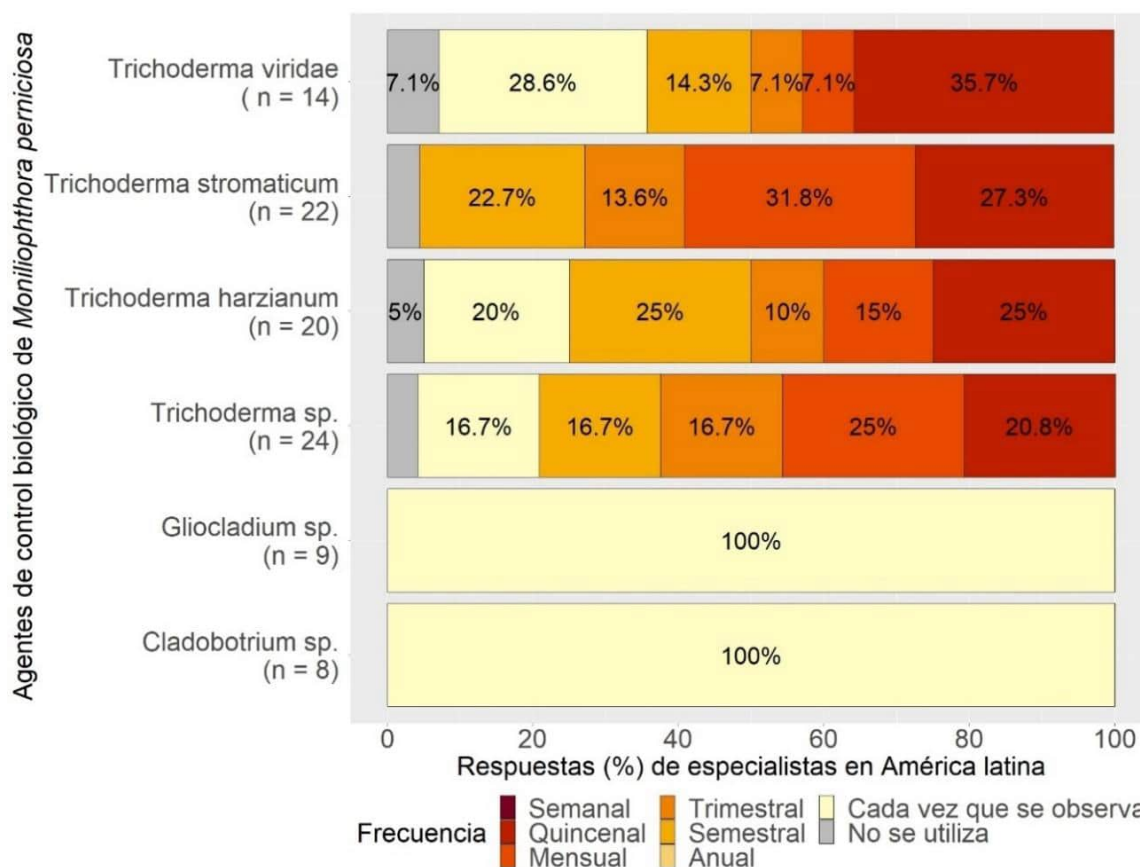


Figura 83. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico, mostraron una tendencia hacia productos con una efectividad entre media a alta que representan un costo moderado a bajo para los productores. Entre los agentes de control biológico encuestados, se observó esta tendencia principalmente en *Trichoderma sp.* y *Trichoderma stromaticum* con un mayor número de respuestas en estas categorías (figura 84).

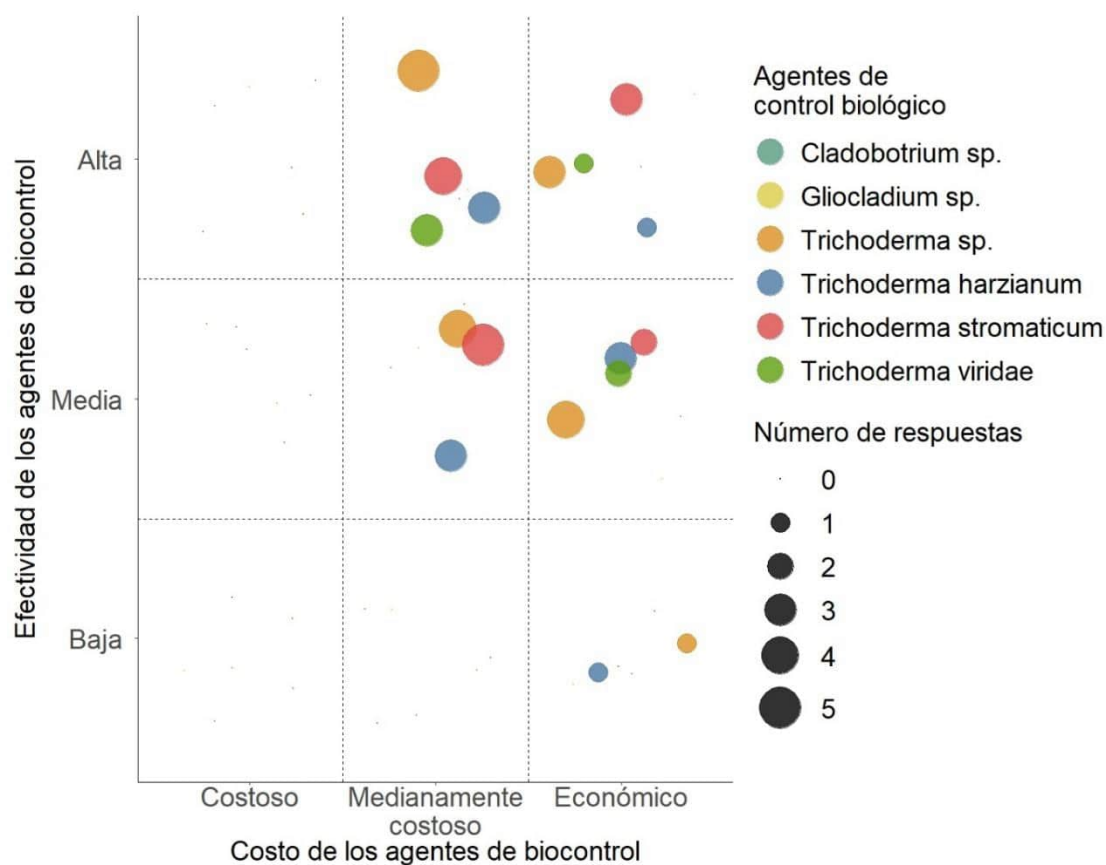


Figura 84. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico, mostraron una tendencia hacia productos con efectividad media a alta en el control de la escoba de bruja y medianamente asequibles a muy asequibles para los productores (figura 85). Entre los agentes de control biológico, las especies con mayor representación fueron *Trichoderma* sp. y *Trichoderma stromaticum* con un mayor número de respuestas (figura 85).

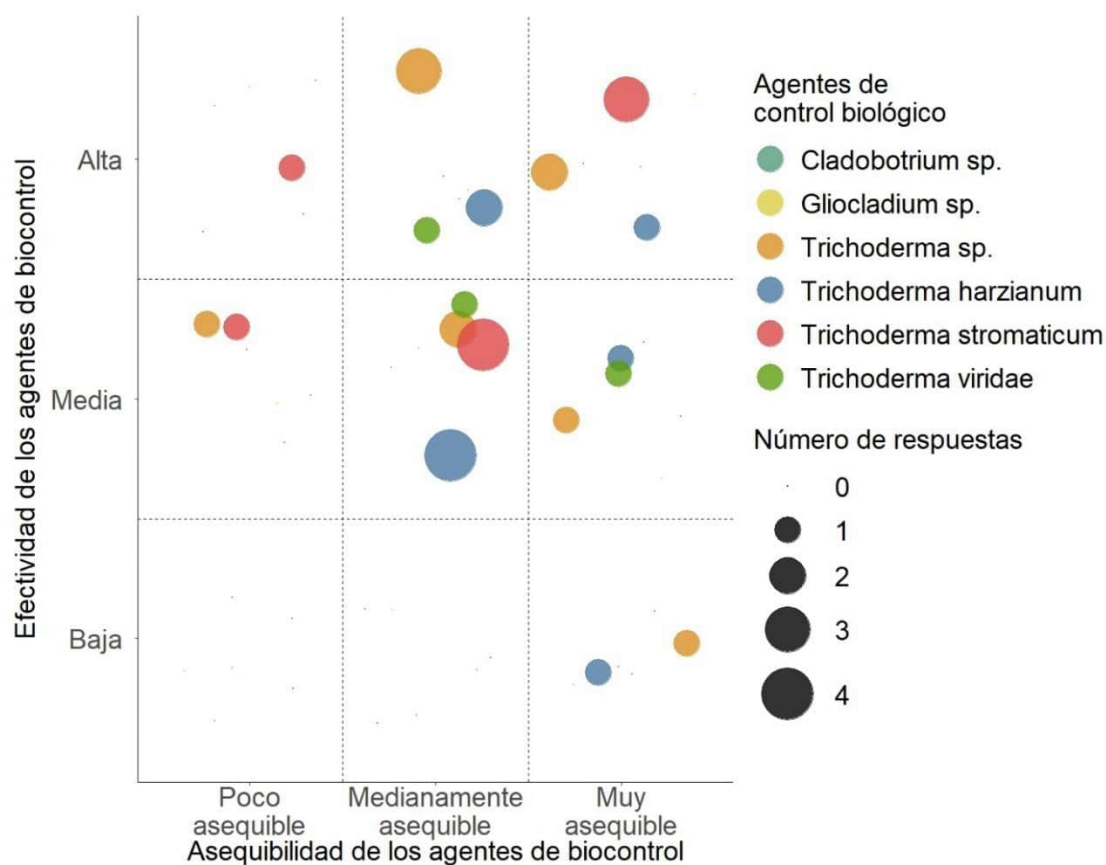


Figura 85. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de biocontrol mostraron una tendencia hacia microorganismos que son utilizados por una minoría de productores, pero que tienen una efectividad media a alta para el control de la escoba de bruja. Entre estos, las especies *Trichoderma* sp., *T. stromaticum* y *Trichoderma harzianum* son las que mayor representación al tener un mayor número de respuestas en estas categorías (figura 86).

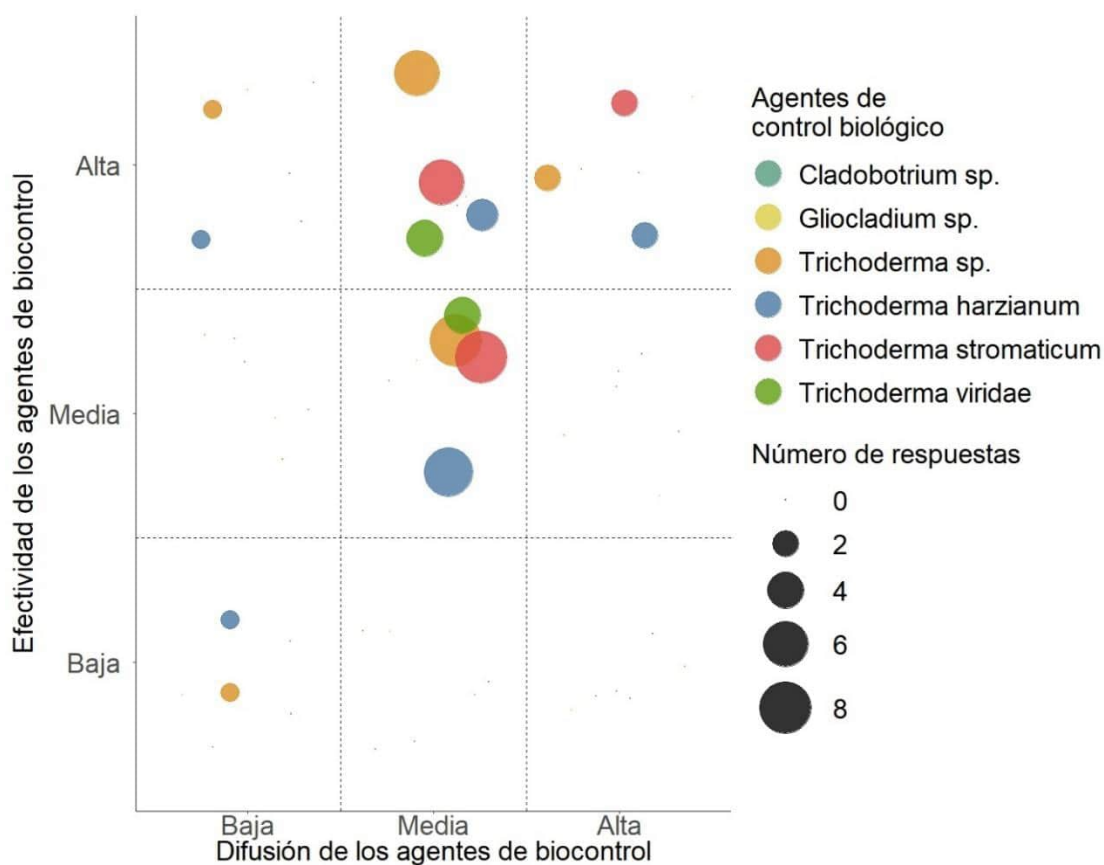


Figura 86. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Otros microorganismos/ productos biológicos que utilizan algunos especialistas para el control de la escoba de bruja son:

- **Safersoil:** Considerado por un especialista como recomendable.
- ***Trichoderma asperellum*:** Considerado por un especialista como muy recomendable, de efectividad alta, medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda su aplicación mensual.

Control químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos para el control de la escoba de bruja, únicamente los fungicidas cúpricos fueron considerados como muy recomendados en una proporción superior al 45% y por un número representativo de especialistas. Aunque algunos especialistas recomendaron los productos Oxycarboxin, urea, Captafol y Triadimefon, la mayoría de los encuestados consideraron que son productos químicos que no se recomiendan para el control de la enfermedad. Esta tendencia se vio más marcada en los fungicidas Pyracarbolid y Biloxazol al ser consideradas poco recomendables a nada recomendable para los productores (figura 87).

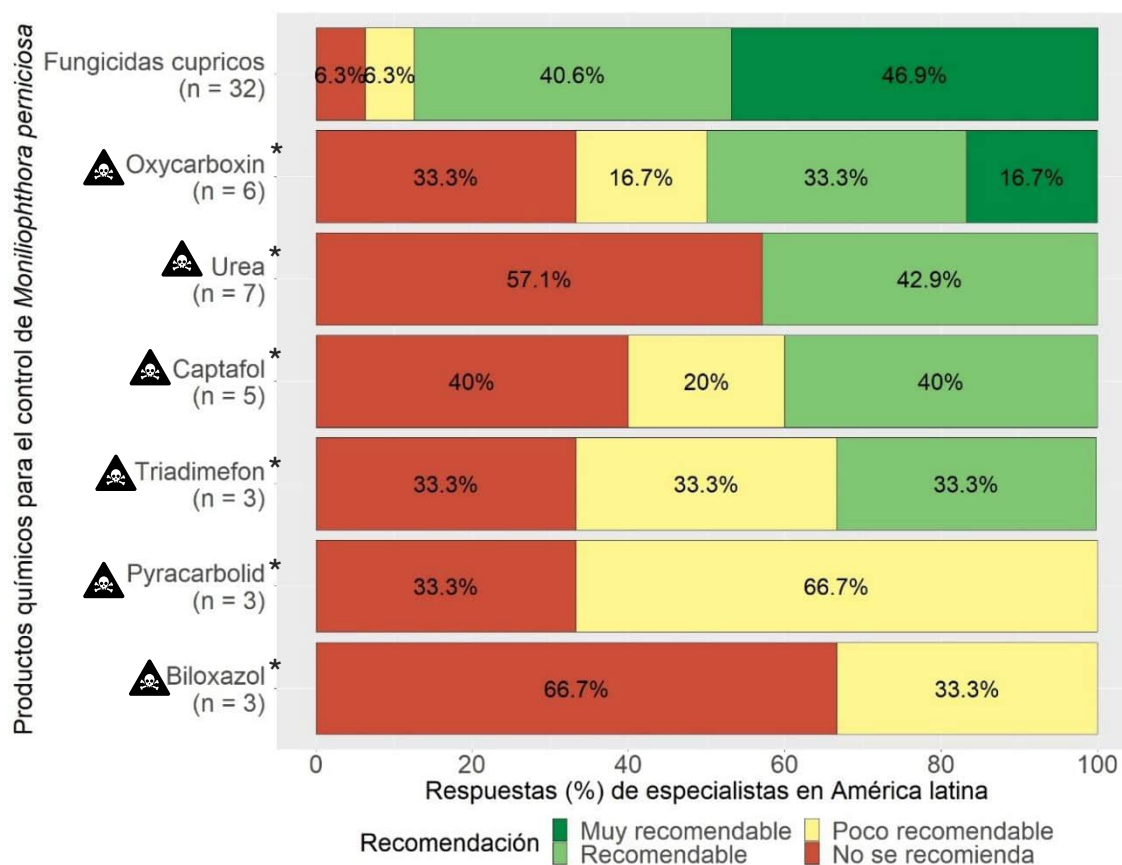


Figura 87. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Diferentes autores concuerdan con que el control de la enfermedad se lleva a cabo principalmente a través de un buen manejo técnico del cultivo, además muchas prácticas realizadas para el control de la escoba de bruja son las mismas que se utilizan para la moniliasis, lo que permite eliminar fuentes de inóculo de ambas enfermedades (Jáuregui-Sánchez, 2001).

II. Efectividad

Los resultados obtenidos en la recomendación de los productos concuerdan con los obtenidos en la sección de efectividad, donde únicamente la mitad de los especialistas que indicaron utilizan los productos químicos para el control de la enfermedad los consideran entre medianamente efectivos a efectivos. Cabe resaltar que el número de respuestas fue bajo para todos los productos, a excepción de los fungicidas cúpricos, indicando de manera indirecta que son productos que no recomiendan ni utilizan los especialistas (figura 88).

El uso de productos químicos no ha dado resultados satisfactorios debido al comportamiento infectivo del patógeno, el cual afecta principalmente el desarrollo de los tejidos internos. Los fungicidas no son capaces de contrarrestar el crecimiento del micelio dentro de los tejidos de la planta, por lo que no son eficaces para combatir la enfermedad. En el caso de los frutos, puede prevenirse o reducirse el daño con la aplicación de fungicidas a base de cobre (Delgado *et al.*, 2022; Véle-Balderramo & Almeida-Vera, 2023). El control químico de la escoba de bruja con fungicidas de contacto y sistémicos no es una práctica recomendada ni utilizada debido a los altos costos y el riesgo asociado a la contaminación del grano y del medio ambiente (Espinoza-Carranza, 2012; Tackacs-Tello, 2014; DGSV-DCNRF, 2022).

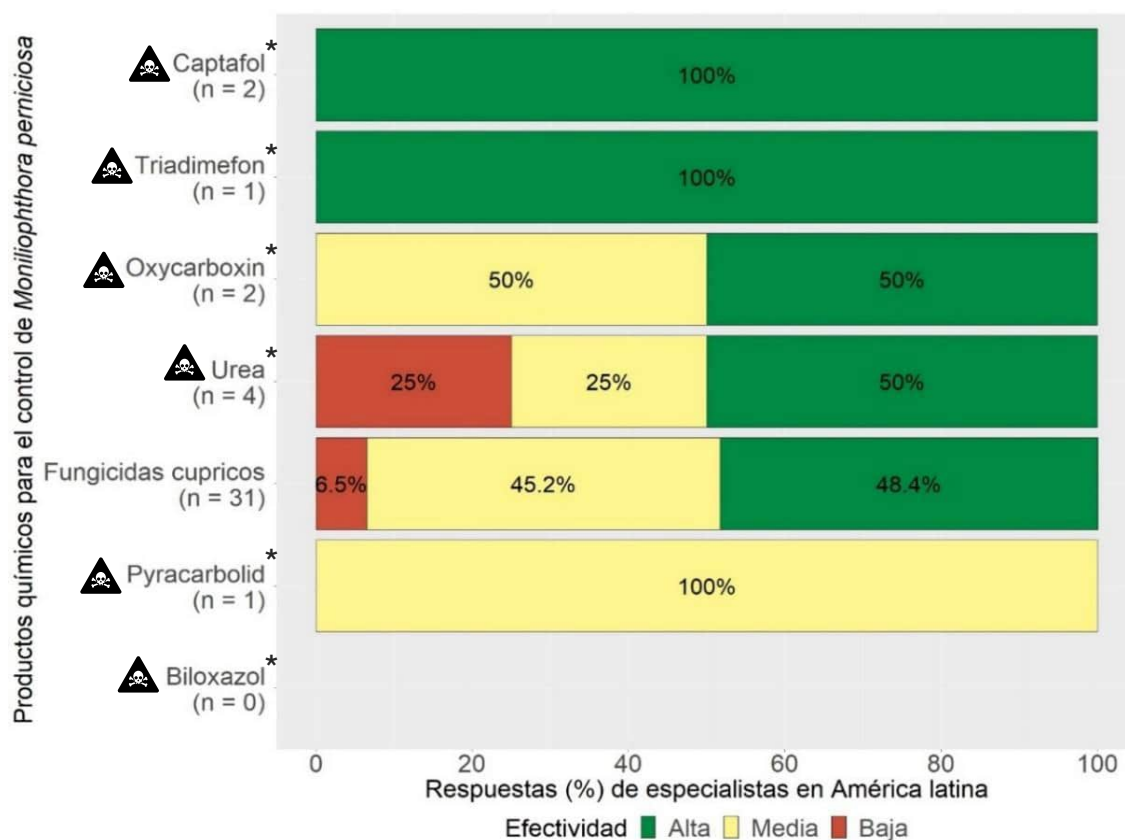


Figura 88. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos para el control de escoba de bruja, los fungicidas cúpricos fueron considerados entre medianamente costosos a económicos por los especialistas (figura 88). El Triadimefon y la urea fueron catalogados por un mayor número de especialistas como económicos, sin embargo, el porcentaje que los considera costosos también fue alto. En cuanto al Oxycarboxin, Captafol y el Pyracarbolid se obtuvo una respuesta en cada una de las categorías (figura 89).

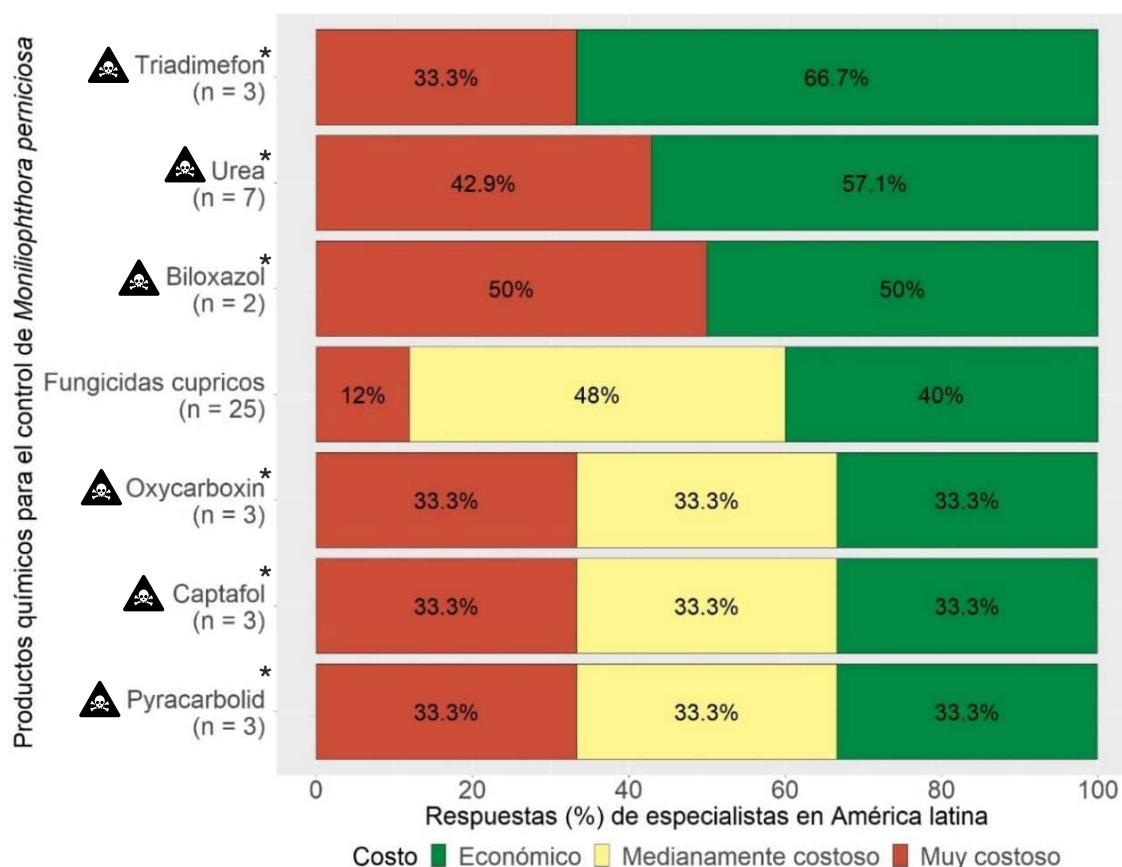


Figura 89. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad de los productos químicos, los fungicidas cúpricos destacan como los productos más asequibles para los productores con porcentajes superiores al 65%. Dentro de los especialistas que respondieron la asequibilidad de los otros productos, los consideran medianamente asequibles a excepción del Triadimefon donde un especialista indicó su alta asequibilidad (figura 90).

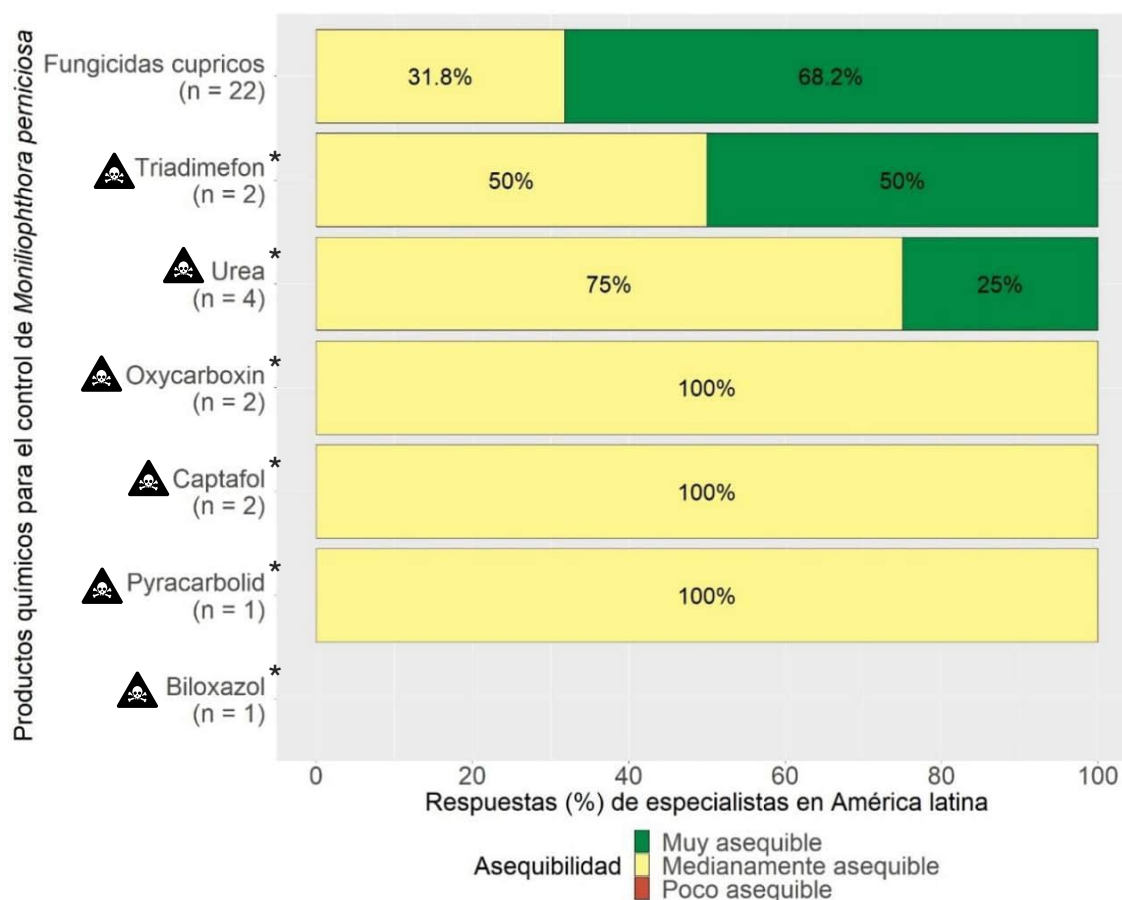


Figura 90. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, la urea, el Oxycarboxin y los fungicidas cúpricos fueron considerados productos altamente difundidos por aproximadamente el 35% de los especialistas. Los fungicidas cúpricos fueron considerados en una mayor proporción como medianamente difundidos, es decir, son utilizados por una minoría de los productores (figura 91).

El Triadimefon, Captafol y Pyracarbolid fueron respondidos únicamente por dos especialistas, los cuales uno considero que son de difusión media y otro de difusión baja. El Biloxazol solo obtuvo una respuesta para la categoría de difusión baja (figura 91).

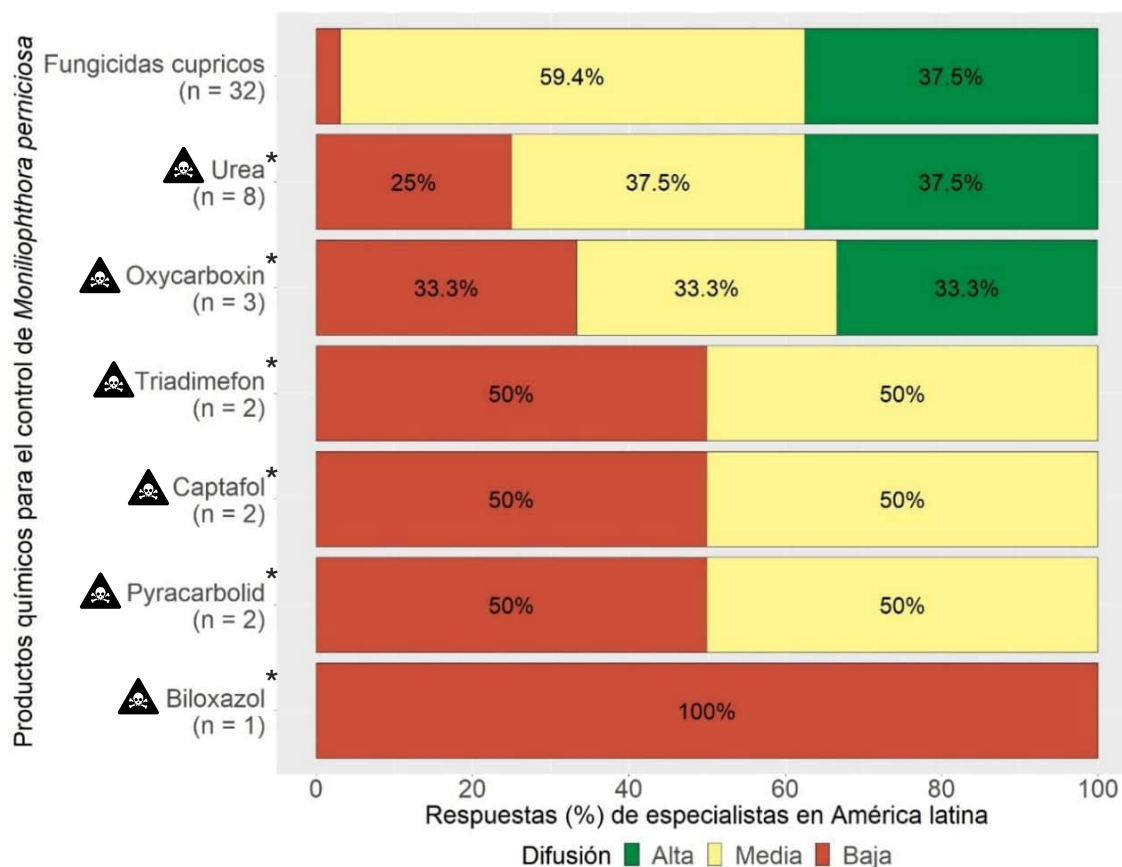


Figura 91. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación, se puede apreciar que los especialistas consideran en mayor proporción que los fungicidas cúpricos deben ser aplicados con una frecuencia mensual por el 31,3% y semestral por el 37,5% de los especialistas. La urea se recomienda aplicar en mayor porcentaje con una frecuencia semestral por el 42.9% y el resto de los productos químicos se considera que se deben aplicar cada vez que se observa la enfermedad (figura 92).

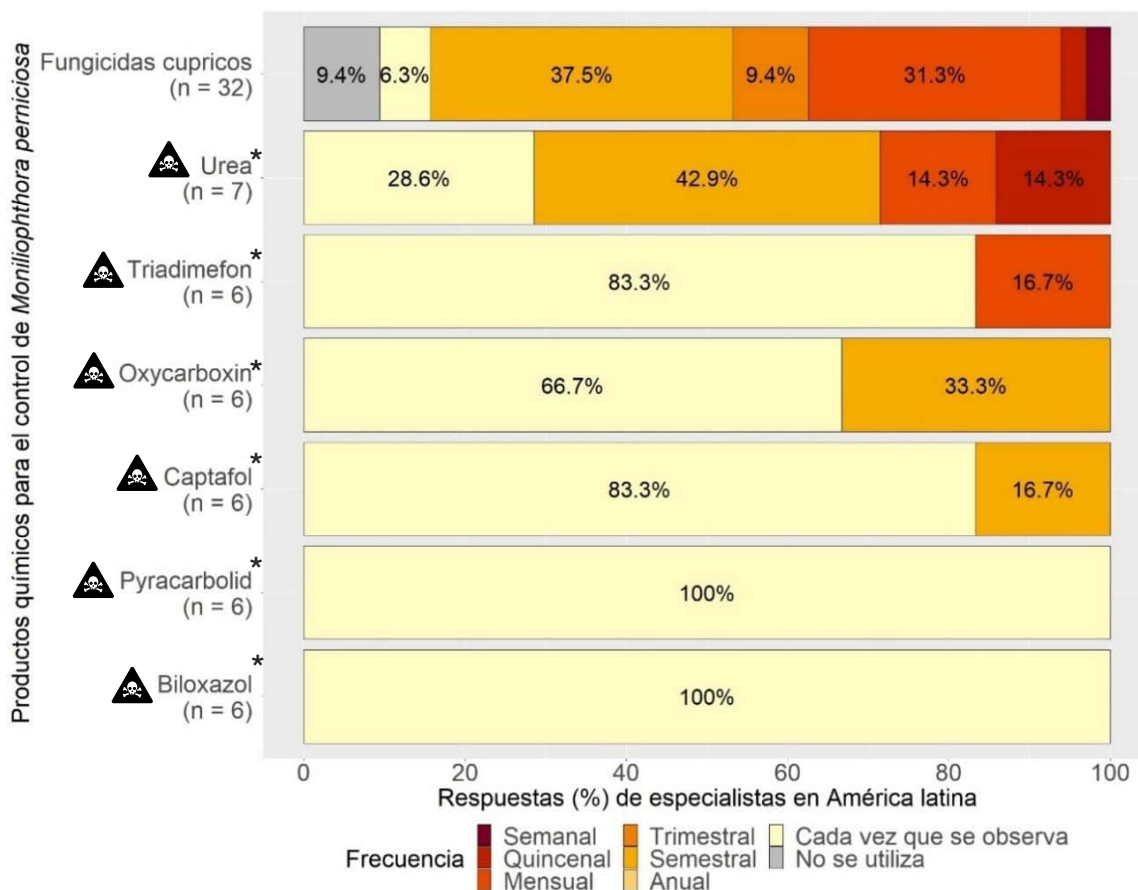


Figura 92. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos no mostró una tendencia clara debido al bajo número de respuestas correlacionadas (figura 93). Pese a que los fungicidas cúpricos fueron los que más respuestas obtuvieron, se observó en una proporción similar respuestas que los consideran efectivos y económicos, pero también medianamente efectivos y medianamente costosos (figura 93).

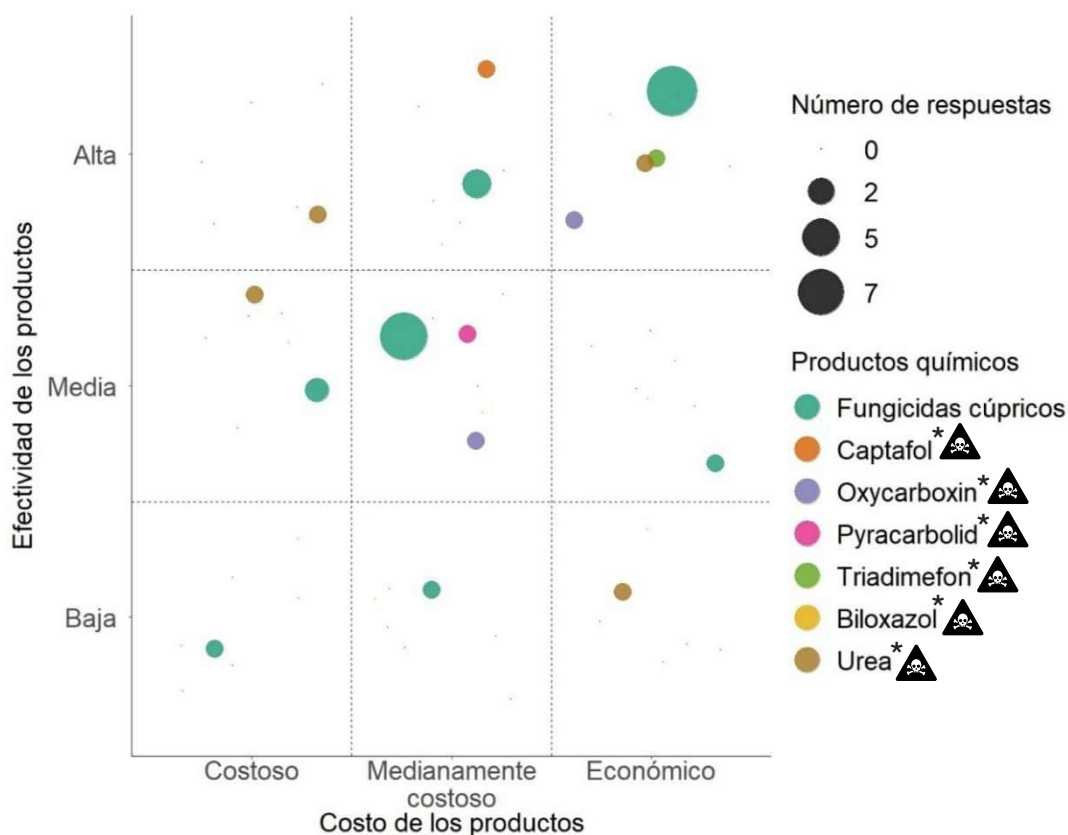


Figura 93. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- Lo mismo ocurrió con la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos. Para este caso, los fungicidas cúpricos fueron correlacionados en mayor proporción como efectivos y muy asequibles, sin embargo, también se vieron representados especialistas que los correlacionaron como medianamente efectivos para el control de la enfermedad (figura 94).

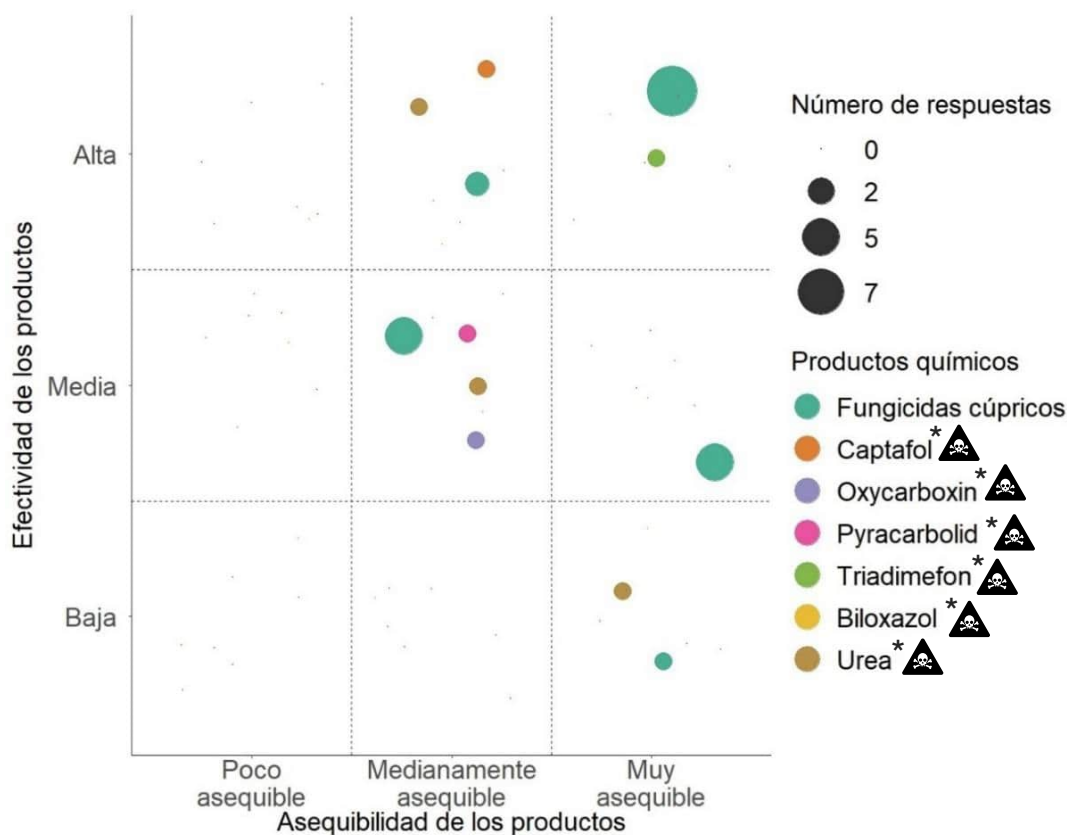


Figura 94. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- En cuanto a la efectividad y la difusión de los productos químicos, los fungicidas cúpricos fueron correlacionados en mayor proporción con una efectividad y difusión media, seguido de una efectividad y difusión alta, por lo que no se observó una tendencia clara en estos productos (figura 95).

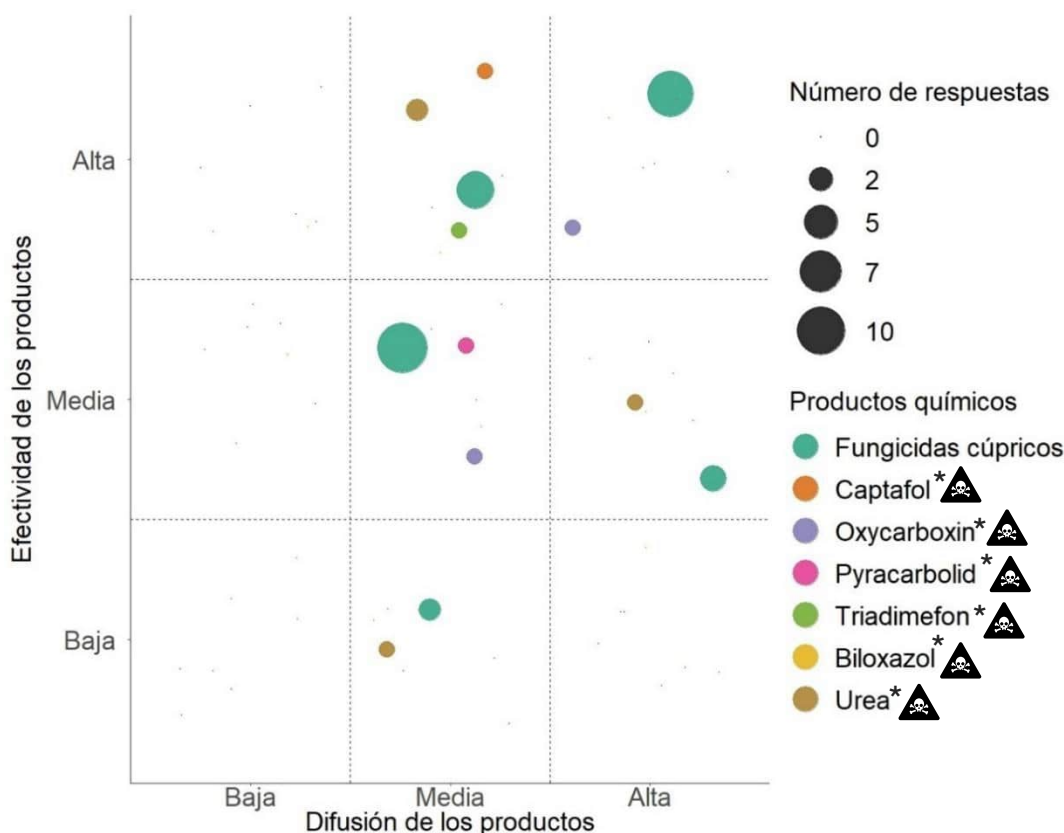




Figura 95. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Otros productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control de la moniliasis son:

- **Caldo sulfocalcico:** Muy recomendado por un especialista, de efectividad alta, muy asequible y de difusión media. Se recomienda su aplicación semanal
- **Detergente con ceniza.**
- **Azoxystrobin*** : Recomendado por dos especialistas. Es considerado de efectividad alta, económico a medianamente costoso, muy asequible y de difusión media a alta. Se recomienda su aplicación mensual.
- **Sulfato de cobre pentahidratado*** : Considerado de efectividad alta, económico y de difusión alta. Se recomienda su aplicación mensual.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

En cuanto al control genético, de 59 especialistas que respondieron esta sección podemos indicar que el 97% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Estos especialistas consideran que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 58,6% y el diseño policlonal con variedades locales con un 30% (figura 96).

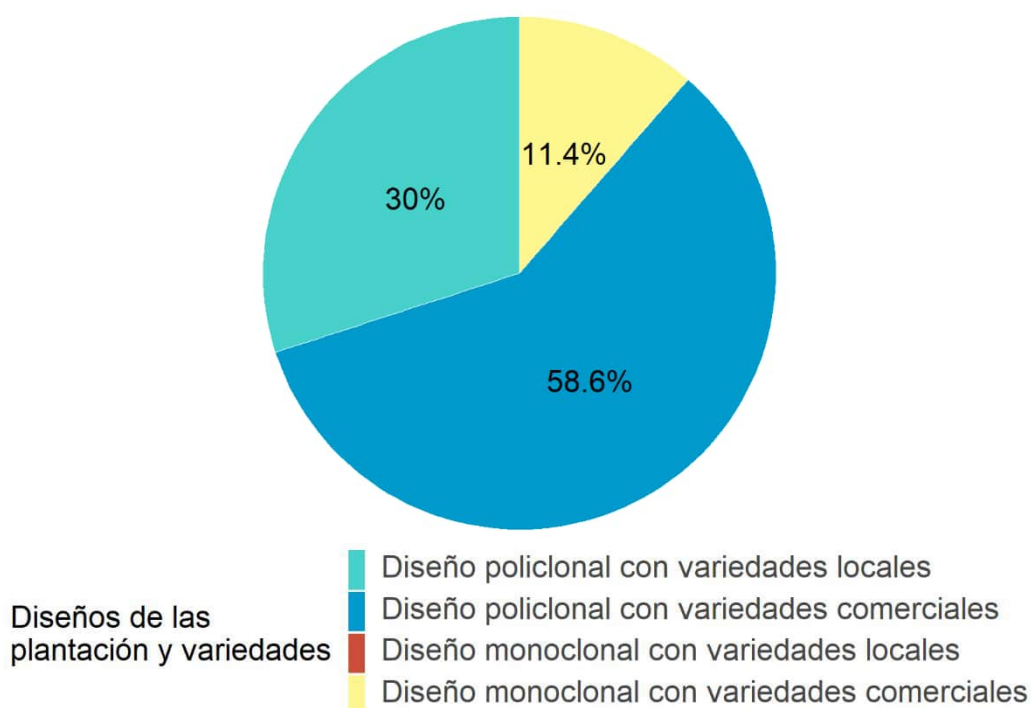
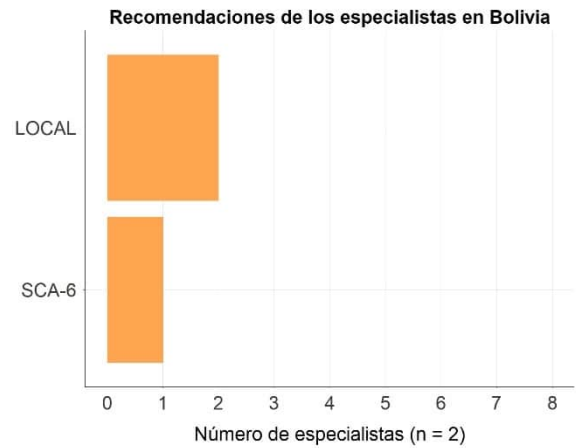
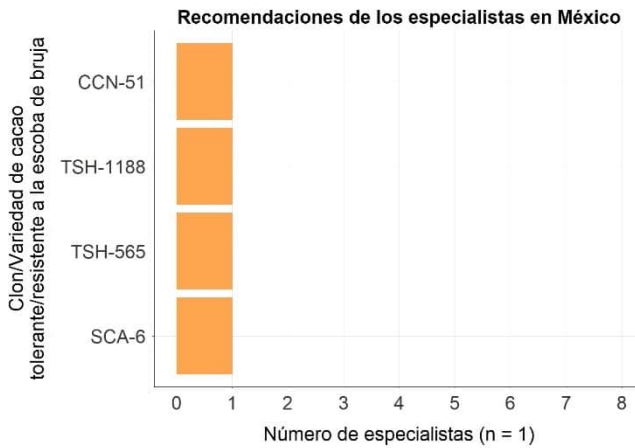
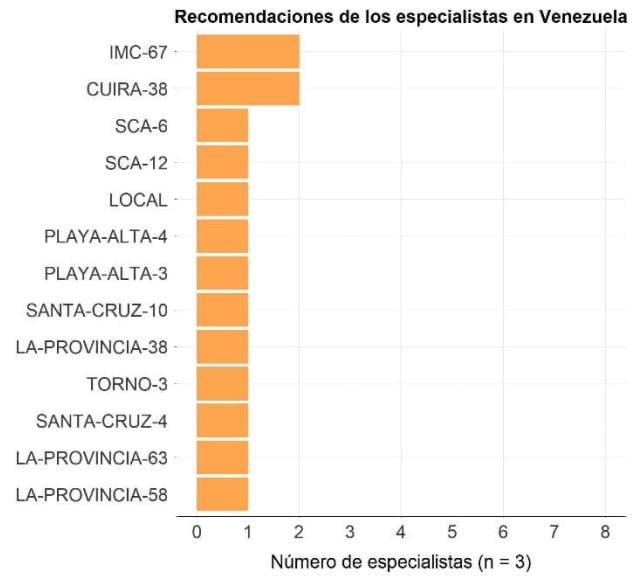
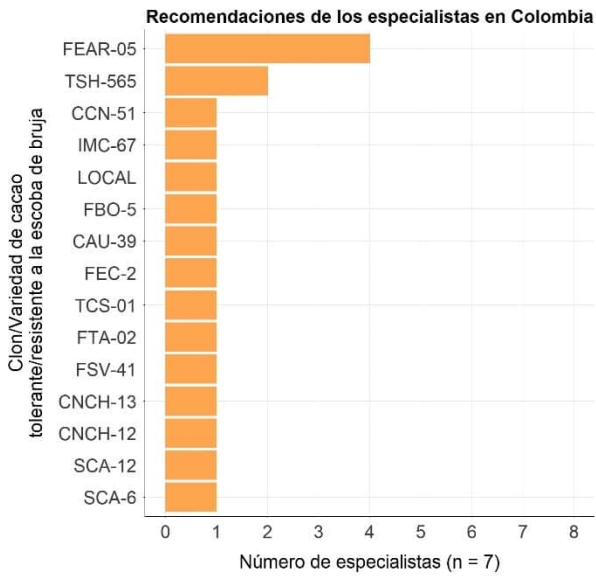
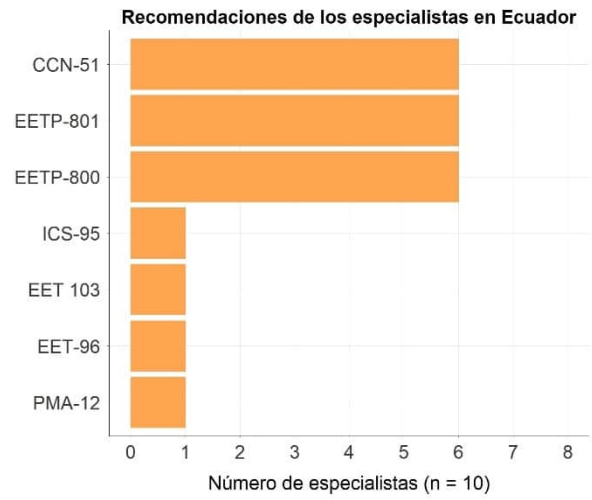
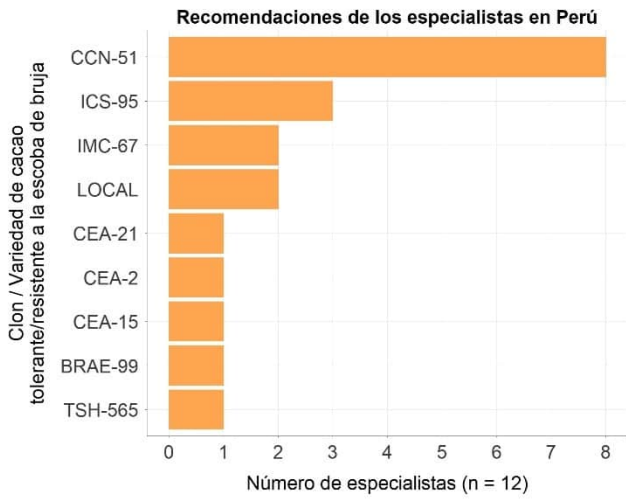


Figura 96. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe por su resistencia/tolerancia a la escoba de bruja, se destaca el clon CCN-51 como uno de los más recomendados en países como Perú, Ecuador, Colombia, México y Brasil (figura 97). En Bolivia un especialista recomendó el uso de materiales locales ya que estos se encuentran adaptados a las condiciones climáticas de la zona.



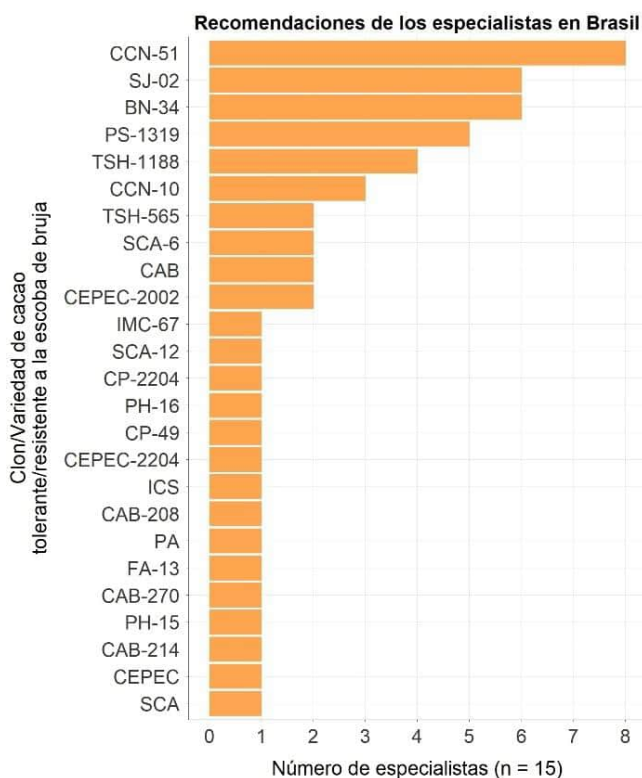


Figura 97. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la escoba de bruja.

Entre los materiales considerados resistentes a la escoba de bruja se encuentran los Scavina SCA-6 y SCA-12, sin embargo, la resistencia de estos clones está ligada a la localidad y la progenie derivada, por lo que se ha observado resultados positivos en Brasil y Trinidad, pero negativos en Ecuador, lo que sugiere que se debe tener en cuenta las variaciones geográficas en la resistencia de los materiales (Espinoza-Rodríguez, 2019); así como las diferentes interacciones entre las variedades del cacao y patovares del patógeno (Silva-Pereira *et al.*, 2021).

En la amazonia brasileña se han identificado accesiones resistentes como CAB-0208 y CAB-0214. El CEPLAC cuenta con una de las colecciones más grandes de genotipos de cacao los cuales se han utilizado para la búsqueda de genotipos de resistencia (Carvajal-Rivera, 2020). En Perú han sido recomendados para siembras comerciales junto al CCN-51 los clones ICS-1, ICS-95, ICS-6, UF-613, TSH-565, IMC-67, POUND-7 y EET-400 (Padilla-Herrera, 2015).

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de *M. pernicioso* para los dos primeros componentes consiguió explicar el 79,1% de la varianza observada en los datos (figura 98). El primer componente se encuentra principalmente contribuido por las variables asequibilidad, difusión y recomendación, representando la importancia que tiene la aplicabilidad de los métodos de control al momento de ser recomendados. El segundo componente correlaciona las variables costo y en menor grado efectividad (figura 98).

En cuanto a los métodos de control de esta enfermedad, se puede apreciar que, según la percepción de los especialistas, las prácticas culturales son las más recomendadas y las más efectivas para el control de la escoba de bruja. Algunas prácticas se destacan por ser más económicas que otras, por lo que pueden estar jugando un papel importante la asociación entre el costo y la efectividad de las prácticas. El control cultural comparado al biológico y el químico, es percibido como mucho más asequible y se usa con mayor frecuencia en los cultivos de cacao (figura 98).

Dentro de los agentes de control biológico, *Trichoderma* sp. es la única especie que se considera efectiva y es mucho más económica comparada con otros agentes de control biológico. Especies como *Gliocladium* sp. y *Cladobotryum* sp. no se tiene conocimiento de ninguna de las variables encuestadas (figura 98).

En cuanto al método de control químico, los fungicidas cúpricos son considerados los más difundidos entre los productores. Al mismo tiempo los especialistas los recomiendan al ser de fácil acceso para los productores. Otros productos químicos como la Urea y el Captafol son considerados más económicos que muchas prácticas culturales, sin embargo, no son recomendados para el control de la enfermedad (figura 98).

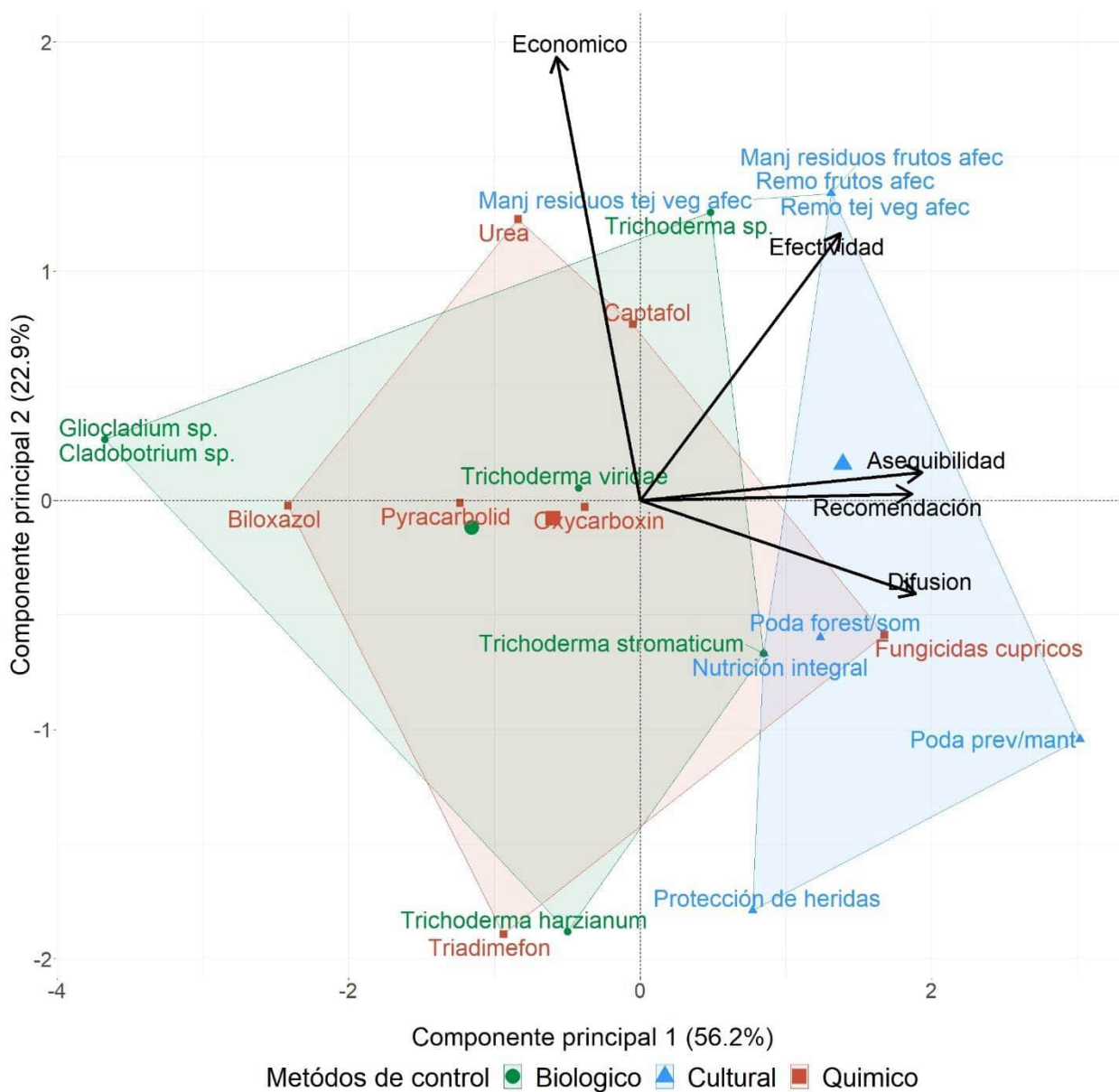


Figura 98. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Conclusiones

El control cultural es considerado por los especialistas como el método más efectivo para el control de la escoba de bruja. Dentro de estas prácticas se destaca la remoción de tejido vegetal afectado como la más efectiva y recomendada por los especialistas.

Las podas y la nutrición integral también fueron recomendadas ya que contribuyen a la formación de plantas más resistentes al ataque del patógeno (tabla 4). El control biológico se recomendó principalmente con la aplicación de *Trichoderma* spp. y sus especies, las cuales se han documentado con gran potencial antagonista para el control de la enfermedad. De los géneros *Cladobotryum* y *Gliocladium* los especialistas no tenían conocimiento de las variables encuestadas, pese a que son microorganismos que han sido estudiados y de los cuales se ha documentado parcialmente suprimiendo la esporulación del patógeno (tabla 4).

El control químico fue recomendado con la aplicación de fungicidas cúpricos, sin embargo, son considerados menos efectivos que las prácticas culturales y más costosos, por lo que su aplicación debe realizarse integrando las otras prácticas para que resulte eficaz y sostenible (tabla 4). El control genético fue uno de los métodos más utilizados por los especialistas, recomendando clones como el CCN-51 y el IMC-67.

Tabla 4. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo	Alta	P
	Manejo de residuos de tejido vegetal y de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta	H
Biológico	<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Bajo	Media	P
	<i>Trichoderma stromaticum</i>	Alta	Medio	Media	P
	<i>Trichoderma viride</i>	Alta/Media	Bajo	Media	P
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta/Media	Bajo	Media	P
Químico	Fungicidas cúpricos	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta	P
	CCN-51	Alta			H
Genético^a	IMC-67	Alta			H
	TSH-565	Alta			H
	EETP-800	Alta			H

^a Variedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^b Mecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Phytophthora palmivora

Mazorca negra



Foto: Márquez Dávila Kadir John



Foto: Márquez Dávila Kadir John

La mazorca negra o pudrición parda es causada por un complejo de microorganismos oomycete del género *Phytophthora*. Este patógeno afecta una amplia variedad de cultivos por lo que no es específico para el cacao. Actualmente se reconocen cerca de 281 especies, pero solo unas pocas ocasionan daños de importancia económica en la industria del cacao (Rojas, 2024).

La taxonomía de las especies del género ha sido controversial a lo largo del tiempo, sin embargo, se han reconocido cuatro especies principales: *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici* y *P. citrophthora*. De estas especies, *P. palmivora* es la más devastadora y extendida a nivel mundial, siendo la especie más común en América Latina, mientras que *P. megakarya* es la especie más agresiva en África (Rodríguez-Polanco & Vera, 2015; Fernández-Maura *et al.*, 2018). A nivel mundial es considerada una de las enfermedades más agresivas causando pérdidas de aproximadamente el 30% de la producción y muerte de un 10% de los árboles de cacao (Rodríguez-Polanco & Vera, 2015).

El género *Phytophthora* se encuentra distribuido en todo el mundo, donde predominan diferentes especies dependiendo de la zona geográfica y el hospedero. La especie *P. palmivora* se encuentra distribuida ampliamente en las regiones tropicales que presentan clima cálido y altos niveles de precipitación. En América Latina también se encuentran otras especies como *P. citrophthora*, *P. nicotianae* var. *Parasitica*, entre otras (Jaimes y Aranzazu, 2010).

Esta enfermedad crece con mayor rapidez en condiciones de alta humedad. Puede afectar cualquier etapa de desarrollo del fruto e infectar cualquier tejido de la planta (raíces, hojas, tallos, frutos y ramas) ocasionando cánceres (Solís *et al.*, 2021). Los síntomas varían dependiendo de la zona afectada. En vivero se observan plántulas con hojas y tallos secos, en los frutos se observa una mancha sobre la que se desarrolla una coloración café o negra, pero a diferencia de la moniliasis se observan bordes bien definidos. Cuando la enfermedad ya está avanzada ocurre el marchitamiento del fruto, sobre el cual se puede observar un polvillo blanco indicando el desarrollo del micelio del hongo y la formación de esporas (Alarcón *et al.*, 2012; Rojas, 2024). En la raíz se presenta necrosamiento de los tejidos, observándose una mancha de color marrón. En los troncos se observa externamente un área necrótica, pero cuando se raspa la corteza afectada, el tejido expuesto se torna acuoso y de color gris parduzco a rojizo claro (Alarcón *et al.*, 2012).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América del Sur la incidencia de la mazorca negra tiende a ser de baja a leve principalmente en Colombia y Perú y de leve a moderada en Brasil, Ecuador, Venezuela y Bolivia (figura 99). En todos los países encuestados de Centroamérica y el caribe se observa que la incidencia de la enfermedad es de leve a moderada, con ligeros aumentos en Costa Rica. En México, los especialistas indicaron que la incidencia de la enfermedad tiende a ser en mayor proporción moderada, pero puede llegar a ser extrema para algunos especialistas (figura 99).

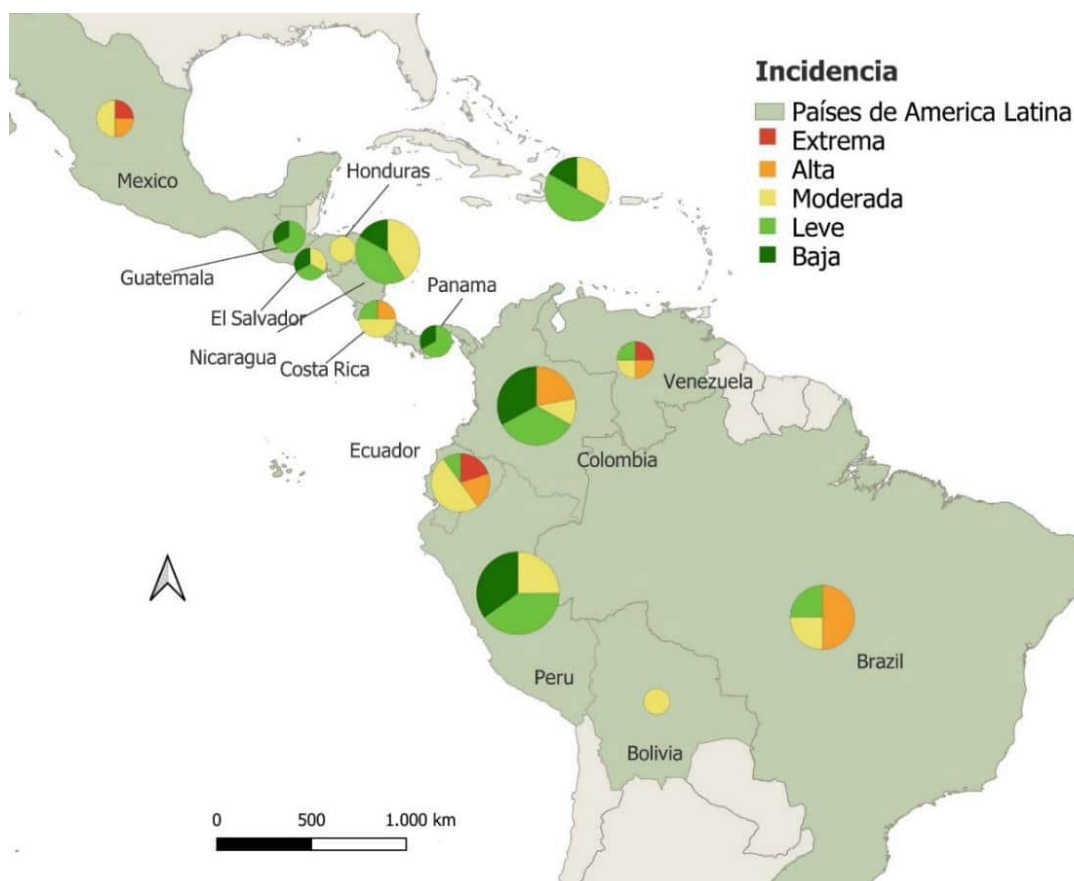


Figura 99. Incidencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

En cuanto a la severidad, se observa un panorama similar al obtenido con la incidencia de la mazorca negra, donde se puede apreciar que la mayoría de los especialistas indicaron presentar una severidad de baja a moderada en la mayoría de los países encuestados, excluyendo a Venezuela, Ecuador, Bolivia, Brasil y México, los cuales consideran que la severidad tiende a ser principalmente de moderada a alta (figura 100).

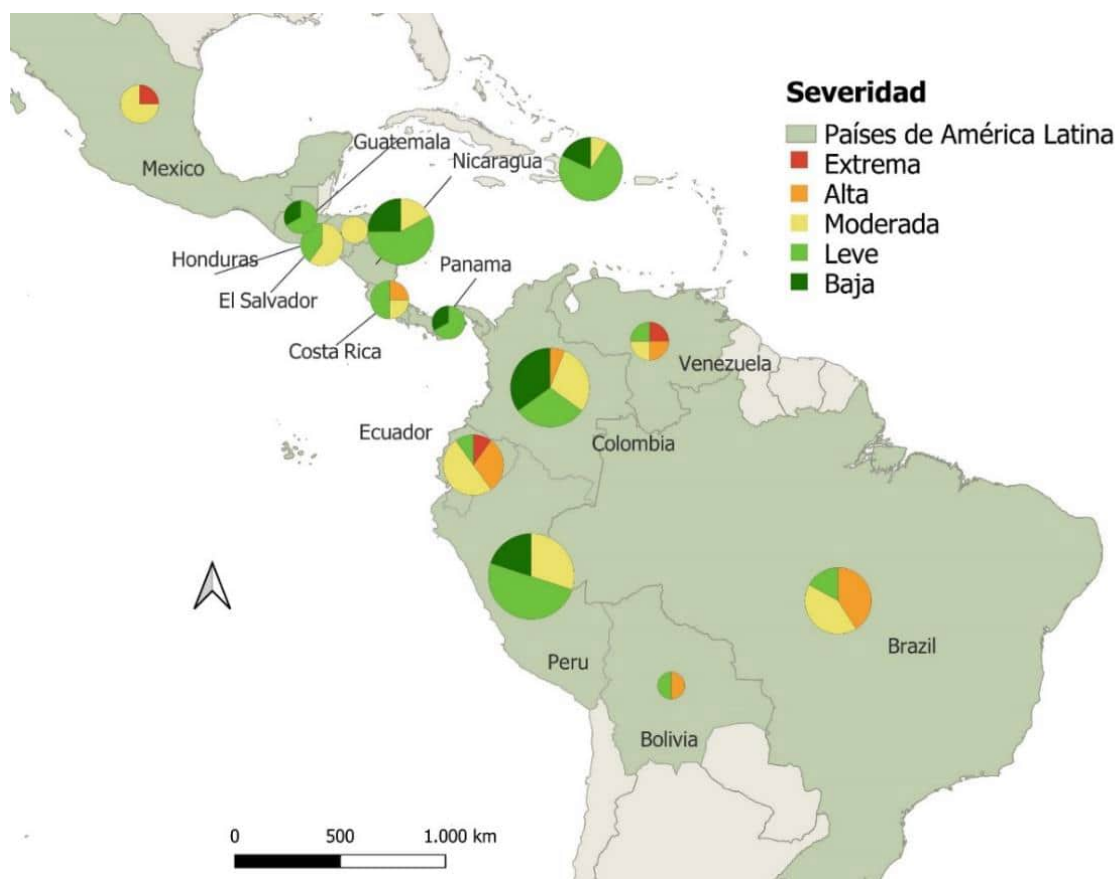


Figura 100. Severidad de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 68,7% de las respuestas indicaron que la enfermedad aumenta en época de lluvia (figura 101). Esto concuerda con la información encontrada en literatura, donde se ha documentado el aumento del patógeno en condiciones de alta humedad (Solís *et al.*, 2021). El 22,9% de las respuestas también indicaron que la enfermedad aumenta en época de cosecha (figura 101).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo en la que aumenta la enfermedad, el 82% de las respuestas indicaron que esta aumenta principalmente en la etapa de fructificación y el 14,3% de las respuestas en etapa vegetativa (figura 101). Esto concuerda con lo reportado en la literatura donde el hongo puede producir daños en

diferentes partes del árbol como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, pero afecta principalmente los frutos del cacao (Rodríguez-Polanco & Vera, 2015; Muñoz, 2019).

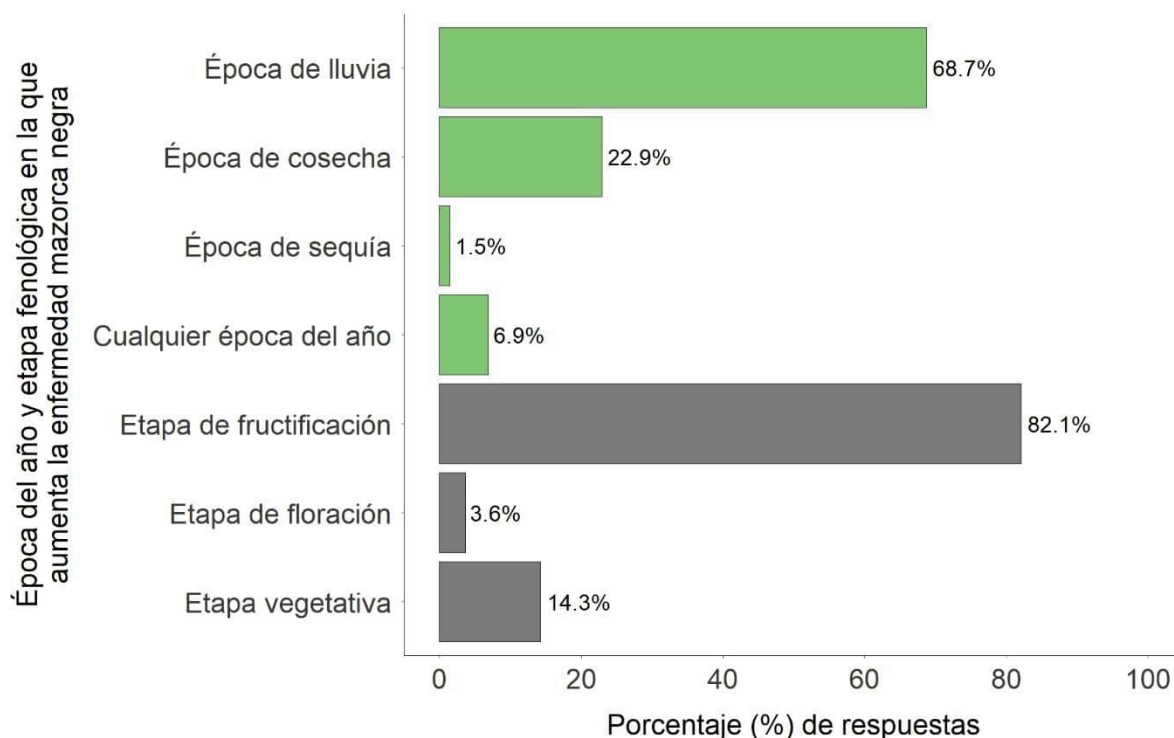


Figura 101. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina y el Caribe respondieron la encuesta de mazorca negra un total de 127 especialistas, de los cuales aproximadamente el 90% indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, casi el 100% de los encuestados utilizan el control cultural para disminuir la incidencia de la enfermedad en el cultivo. El control genético fue el segundo método más utilizado por el 83% de los especialistas. El control biológico fue el menos empleado por los especialistas para controlar la enfermedad, únicamente el 37,7% de los encuestados lo utiliza. En cuanto al control químico, se observaron porcentajes similares a las otras enfermedades encuestadas, donde aproximadamente la mitad de los especialistas utilizan este método de control (figura 102).

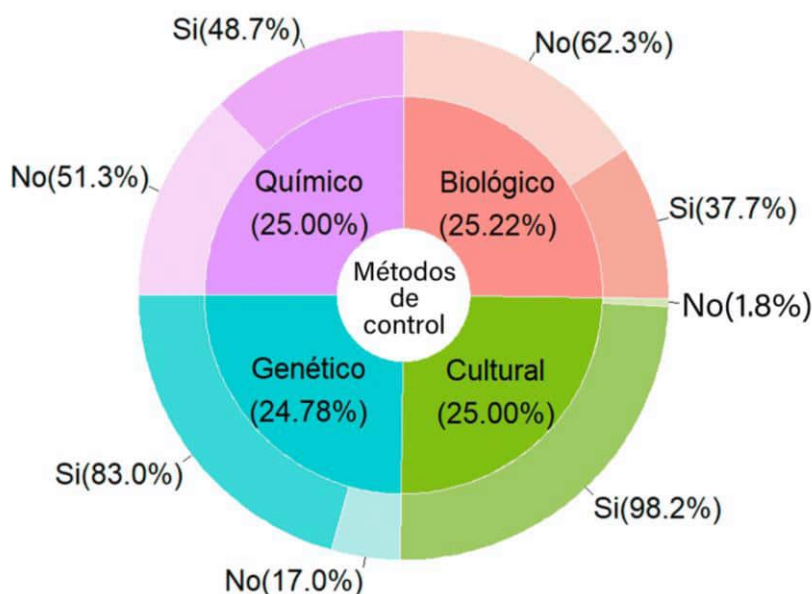


Figura 102. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

En literatura se recomienda el manejo integrado mediante el empleo de los cuatro métodos de control para eliminar las fuentes de inóculo, prevenir el movimiento del inóculo del suelo al árbol y reducir la producción de inóculo secundario. Dentro de estos métodos, el control cultural es el más recomendado al reducir la incidencia y la severidad del patógeno (Rodríguez-Polanco & Vera, 2015).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la mazorca negra en América Latina y el Caribe, se pudo observar que la mayoría de las prácticas fueron muy recomendadas y recomendadas por los especialistas encuestados. Dentro de estas prácticas, la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento obtuvieron porcentajes superiores al 65% en la categoría de muy recomendable. El control de hormigas fue la única práctica donde se evidenció una mayor variación en las respuestas con un 17,3% de especialistas que consideran no es recomendable la práctica y un 26,7% que la consideran poco recomendable (figura 103).

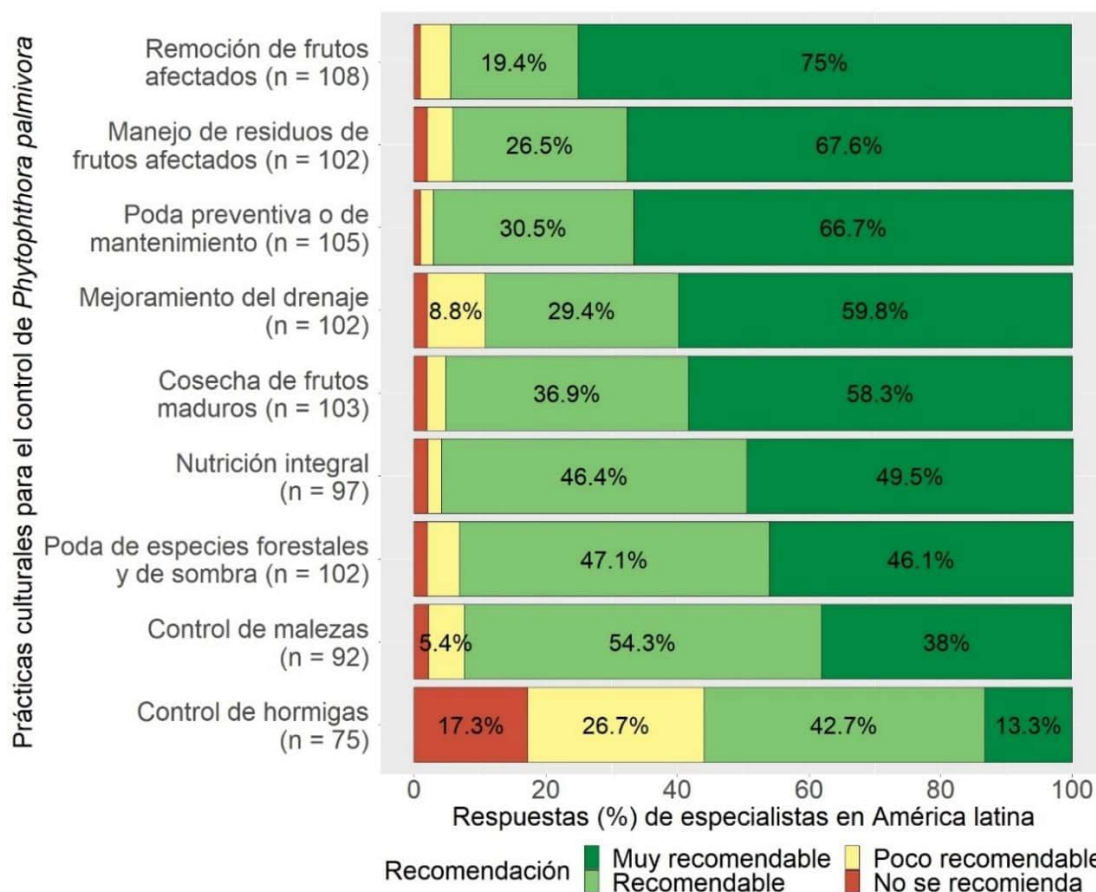


Figura 103. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

En la literatura algunos investigadores han asociado a las hormigas, principalmente a la hormiga pequeña negra (*Monomorium monimum*), como uno de los agentes dispersores de la mazorca negra. Para evitar que las hormigas utilicen de puente las plantas y diseminen la enfermedad de una planta enferma a una sana, se recomienda el monitoreo y control de estas hormigas y las podas correspondientes (Salas-Méndez, 2021). Cabe resaltar que se requieren más investigaciones que demuestren el papel de las hormigas como agentes de dispersión de la enfermedad.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de las prácticas culturales para el control de la mazorca negra, la mayoría de las prácticas tuvieron porcentajes de efectividad alta superiores al 55%. Dentro de estas, la remoción de frutos afectados es la de mayor efectividad

seguido de la poda preventiva o de mantenimiento y el manejo de residuos de frutos afectados. El control de hormigas cortadoras fue la única práctica cultural que los especialistas consideraron de efectividad de baja a media en el control de la enfermedad (figura 104).

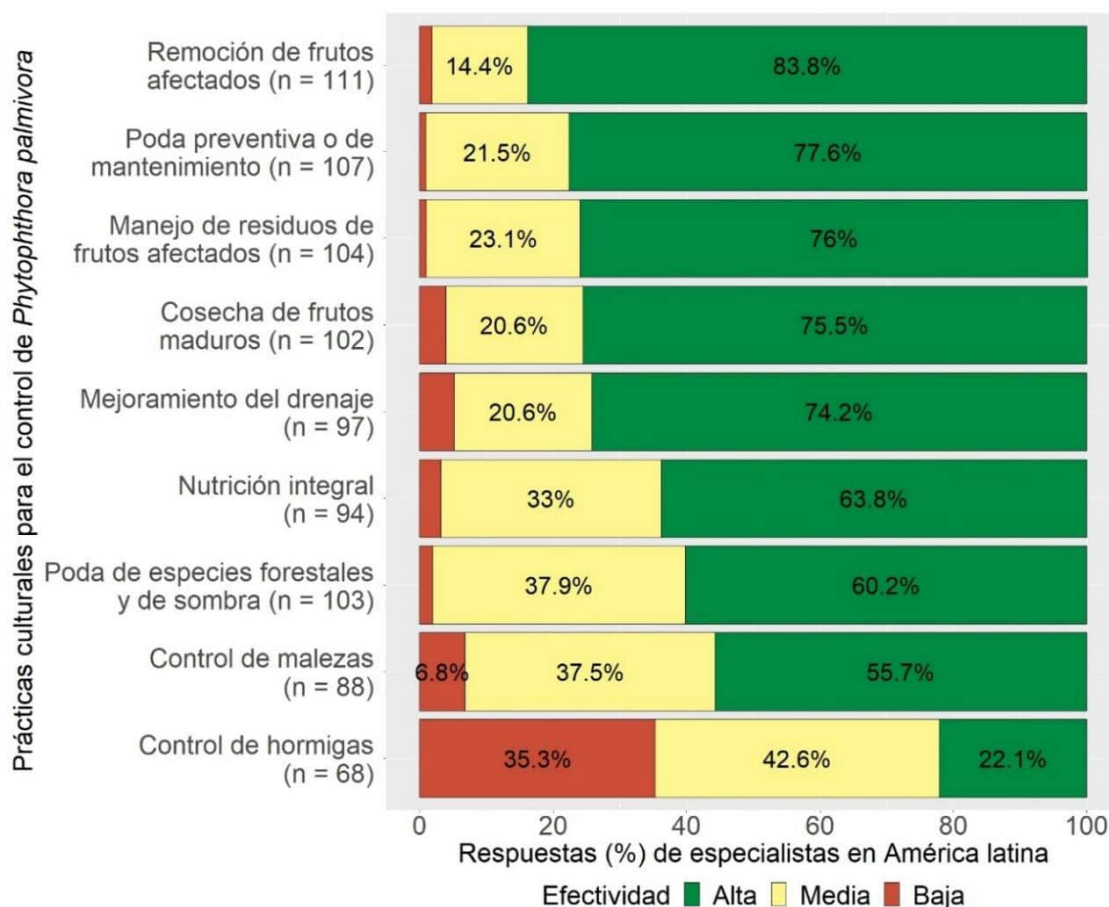


Figura 104. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

Estos resultados concuerdan con información reportada en la literatura, donde la remoción de frutos afectados ha demostrado ser eficiente en la reducción del inóculo, sobre todo en estado de mancha antes de la producción de esporas. Las podas, el control de malezas y las técnicas que ayudan a disminuir los excedentes de agua, como el mejoramiento del drenaje, contribuyen a generar condiciones desfavorables para el patógeno (Cerón *et al.*, 2020; Franco-Apupalo, 2023).

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas, se puede observar que el manejo de residuos de frutos afectados, la remoción de frutos afectados, la cosecha de frutos maduros y el control de hormigas cortadoras fueron consideradas por más del 50% de los especialistas como prácticas económicas, sin embargo, aproximadamente el 40% de los encuestados indican también que pueden ser medianamente costosas para los productores (figura 105). En cuanto a las otras prácticas, la mayoría de los especialistas indican que son medianamente costosas con porcentajes entre el 50 y el 70%. Algunas prácticas tienden a ser más costosas como es el caso de la poda de especies forestales y de sombra, la nutrición integral y el mejoramiento del drenaje (figura 105).

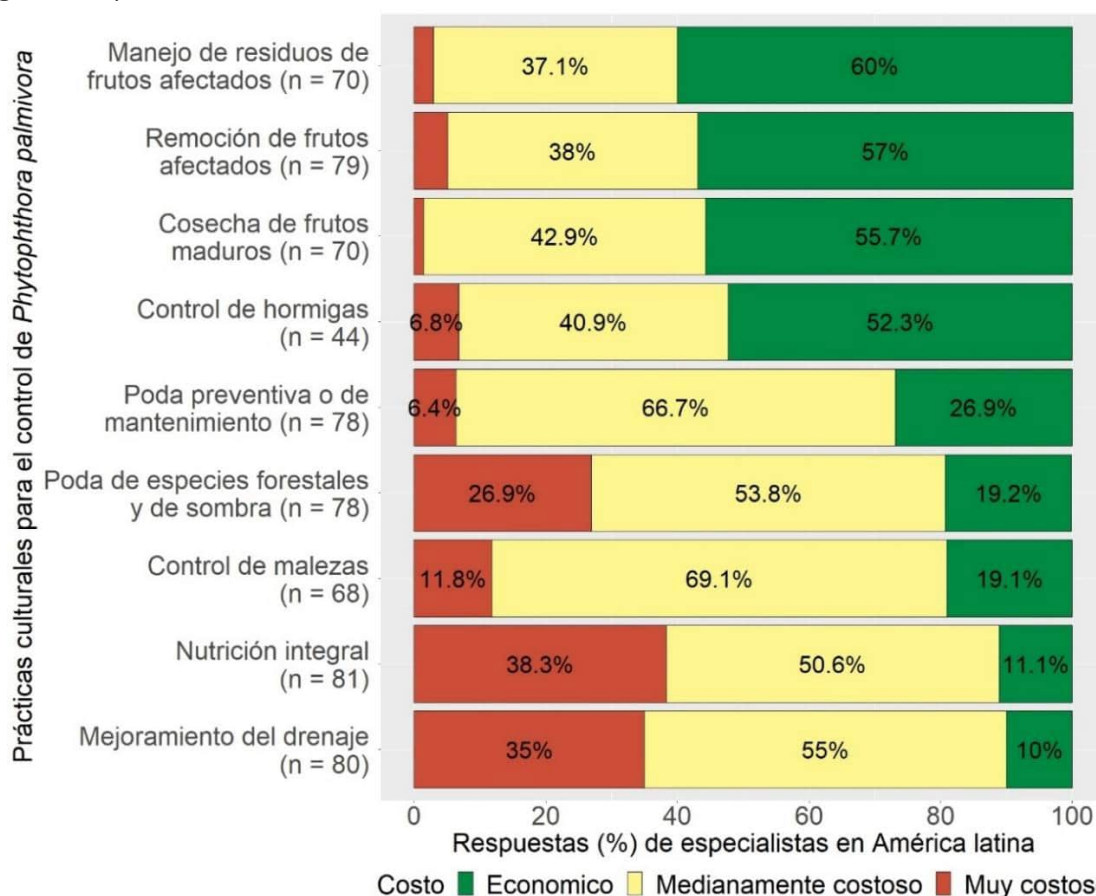


Figura 105. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas culturales fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 50%, dentro de estas, la cosecha de frutos maduros, remoción y manejo de residuos de frutos afectados fueron las más asequibles para los productores. Las prácticas que se consideran en mayor proporción como medianamente asequibles fueron la poda de especies forestales y de sombra, la nutrición integral y el mejoramiento del drenaje con proporciones entre el 40 y el 50% (figura 106).

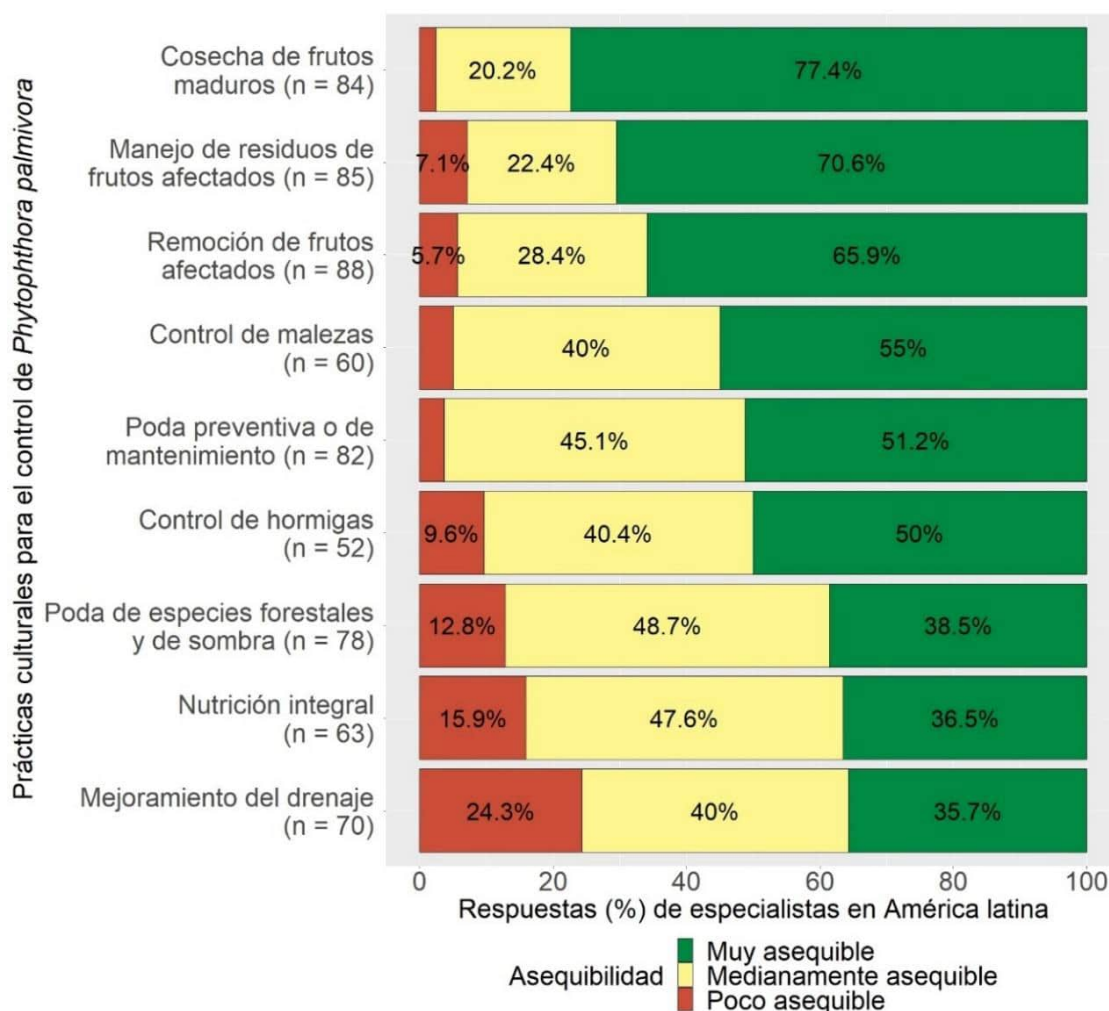


Figura 106. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

De acuerdo con los especialistas, la cosecha de frutos maduros y control de malezas es una de las prácticas más utilizadas por los productores, considerándose por más del 70% de los encuestados como de difusión alta (figura 107). La poda preventiva o de mantenimiento y la remoción de frutos maduros obtuvo respuestas similares para las categorías de difusión alta y media. Por el contrario, el manejo de los residuos de los frutos afectados, la poda de especies forestales y de sombra, la nutrición integral y el mejoramiento del drenaje son consideradas prácticas no tan difundidas para el control de la mazorca negra entre los productores (figura 107).

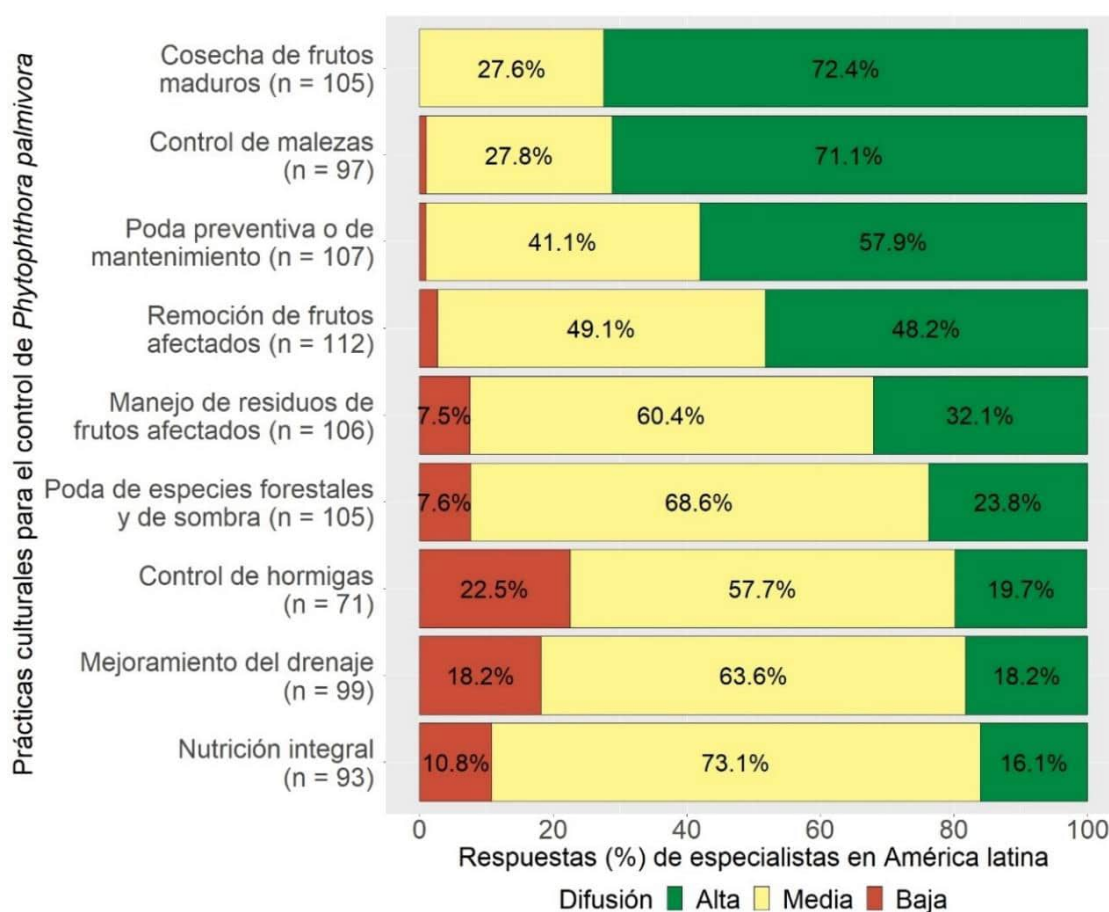


Figura 107. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de las prácticas culturales, los especialistas consideran que la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos de frutos y la cosecha de frutos maduros son actividades que deben realizarse con mayor regularidad en el cultivo. En estas prácticas un mayor número de especialistas indicaron que deben realizarse semanalmente con porcentajes entre el 22 y el 32% a quincenalmente con porcentajes entre el 32 y el 60% para que el control de la enfermedad sea efectivo (figura 108). Otras prácticas como el control de malezas, la poda preventiva o de mantenimiento y la nutrición integral se deben realizar trimestral o semestralmente y prácticas como el mejoramiento del drenaje y la poda de especies forestales y de sombra una vez al año (figura 108).

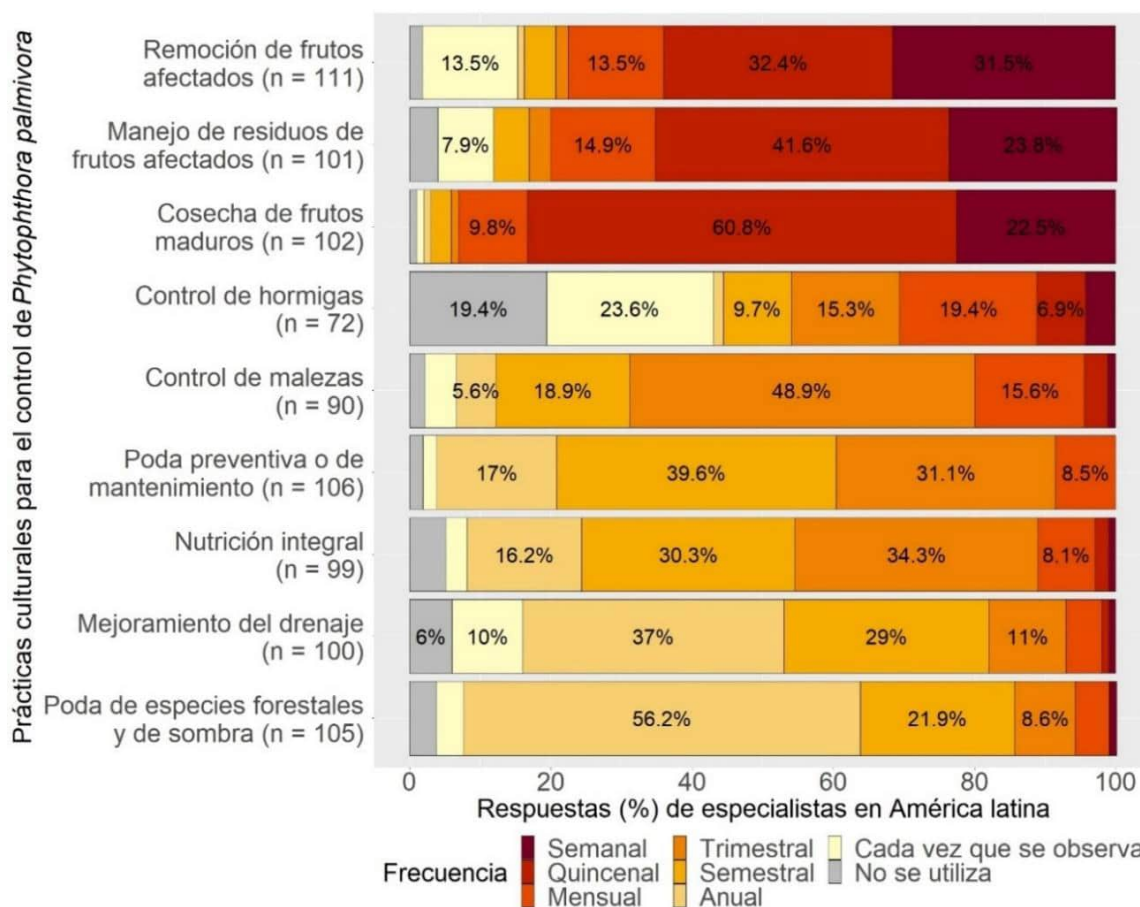


Figura 108. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

Gráficas de burbujas

- Las gráficas de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas efectivas y medianamente costosas a económicas (figura 109). La remoción y manejo de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros fueron correlacionadas por un mayor número de especialistas como prácticas efectivas y económicas para los productores. La poda preventiva o de mantenimiento, el mejoramiento del drenaje y la nutrición integral se correlacionaron más con prácticas efectivas, pero medianamente costosas (figura 109).

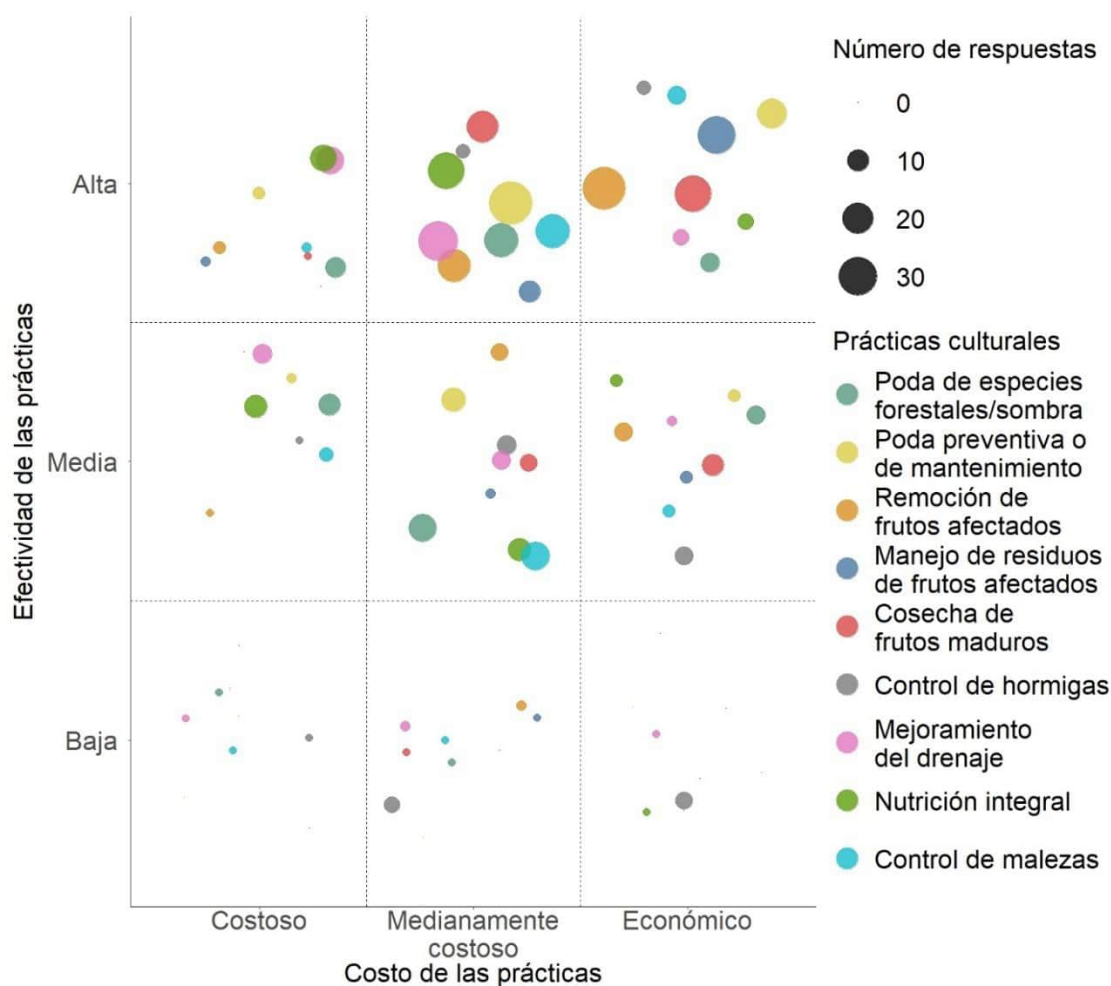


Figura 109. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad y asequibilidad alta. Esto se observó en una mayor proporción en prácticas como la remoción de frutos afectados, la cosecha de frutos maduros, el manejo de residuos de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento (figura 110).

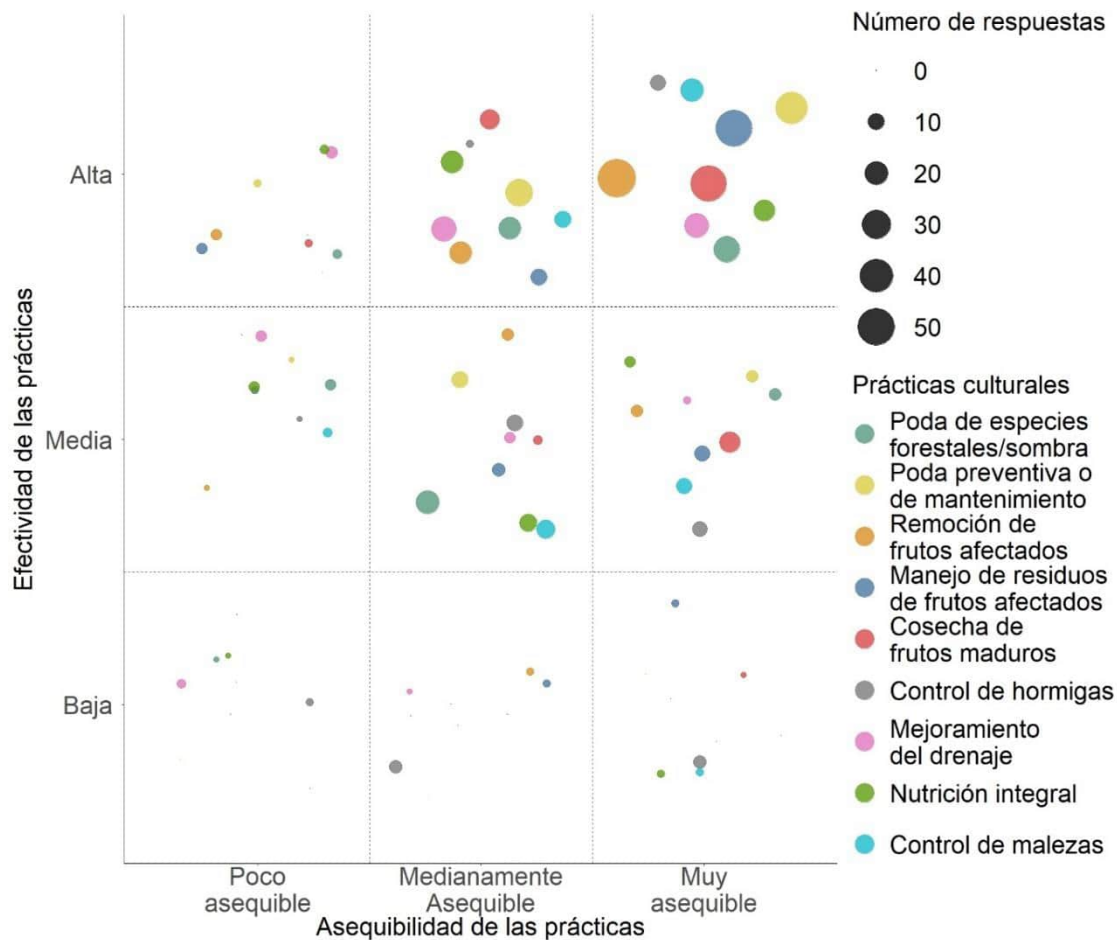


Figura 110. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad alta y una difusión entre media y alta (figura 111). Entre las prácticas que podemos identificar como de efectividad y difusión alta se encuentra la cosecha de frutos maduros y la poda preventiva o de mantenimiento. Entre las prácticas de efectividad alta y difusión media se encuentra el manejo de residuos de frutos afectados, la remoción de frutos afectados, el mejoramiento del drenaje, entre otras (figura 111).

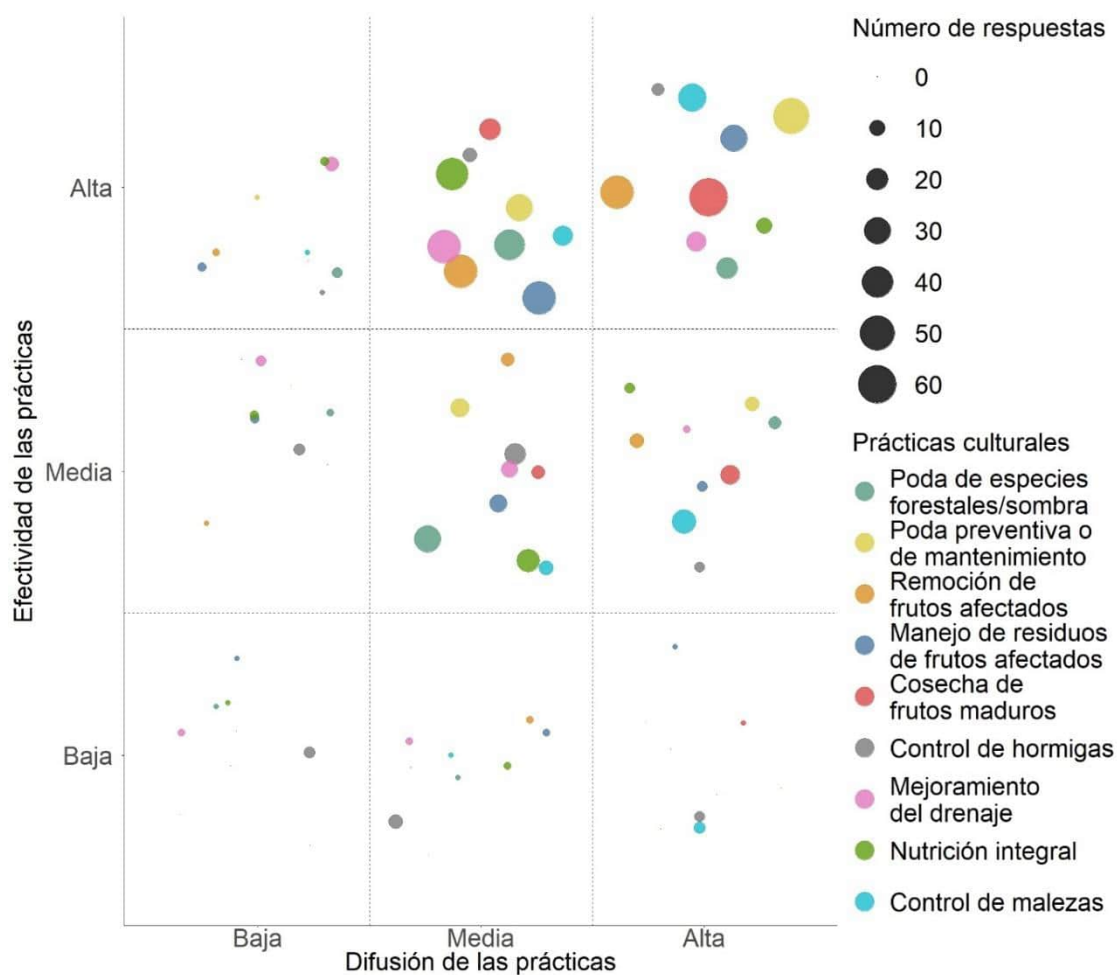


Figura 111. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Otras prácticas culturales que utilizan algunos especialistas para el control de la mazorca negra son:

- **Protección de heridas:** Considerado por un especialista como no recomendado, de efectividad alta y difusión media. Se recomienda su aplicación semestral.
- **Reducir la altura de los árboles:** Considerado como muy recomendable por tres de los cuatro especialistas y poco recomendable por uno de ellos. Considerado de efectividad alta y media, muy asequible, medianamente costoso y de difusión baja y alta. Se recomienda su aplicación semanal y semestral.
- **Desinfección de herramientas:** Considerado por un especialista como muy recomendable, de efectividad alta, muy asequible, económico y de difusión media. Se recomienda su aplicación cada vez que se observa la enfermedad.

Control biológico

I. Recomendación

En cuanto a los agentes de control biológico utilizados para el control de la mazorca negra, únicamente las especies de *Trichoderma* spp. fueron consideradas como muy recomendables con proporciones entre el 38 y 58%. La especie *Penicillium funiculosum* fue considerada por al menos un especialista como recomendable. Por el contrario, especies como *Chaetomium globosum*, *Gliocladium* sp. y *Aspergillus* sp. no se recomendaron para el control de la enfermedad (figura 112).

En *Phytophthora palmivora* el control biológico ha sido utilizado principalmente como un tratamiento preventivo para evitar la infección de los frutos. *Trichoderma* spp. es el microorganismo más utilizado para el control de la enfermedad ya que ensayos *in vitro* y en campo han demostrado que inhibe la propagación de la enfermedad con resultados similares a los obtenidos con la aplicación de fungicidas (Orellana, 2022; Franco-Apupalo, 2023). Otros microorganismos reportados como *Beauveria bassiana*, *Aspergillus flavipes*, *Metarhizium* sp. y *Bacillus* sp. también disminuyen la incidencia de la enfermedad (Upura et al., 2012; Guamán-Villa et al., 2022; Orellana, 2022).

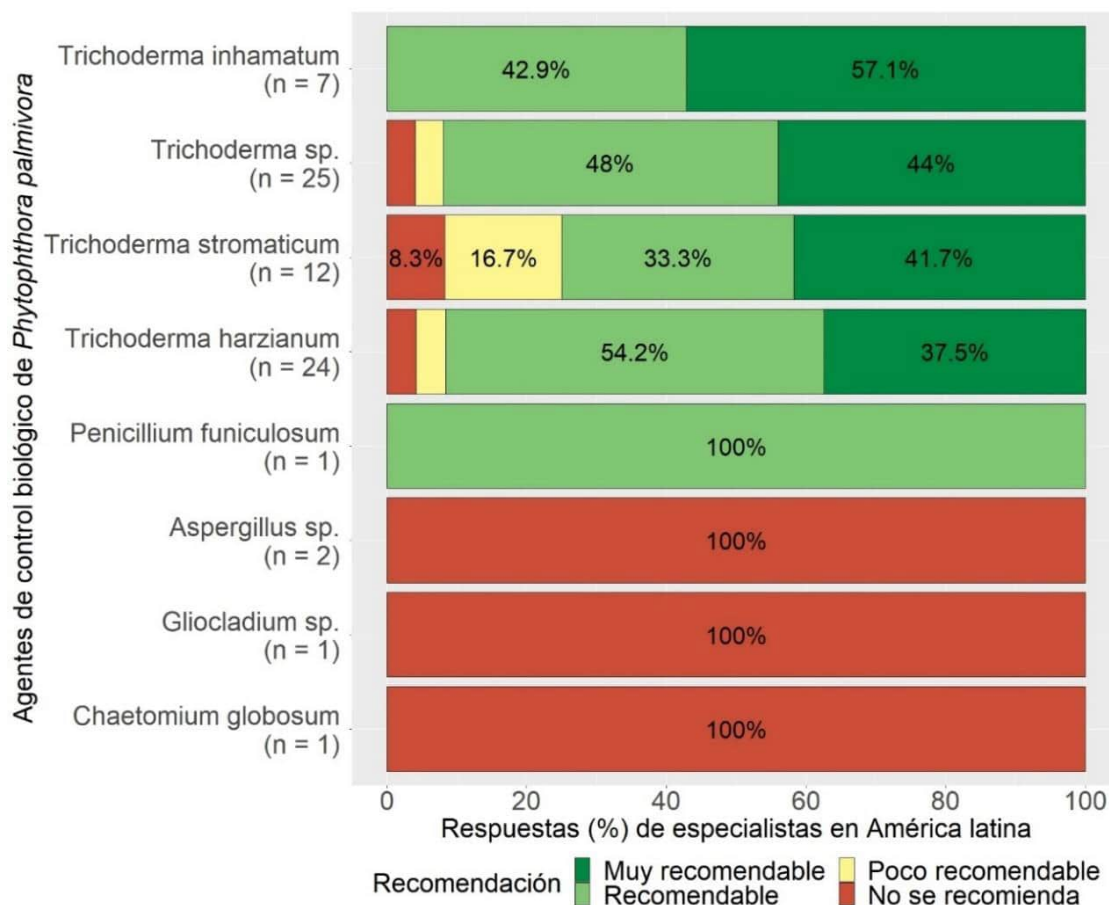


Figura 112. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control biológico, *Trichoderma* y sus diferentes especies fueron consideradas como microorganismos de efectividad alta en una proporción superior al 50%, a excepción de *T. stromaticum*. Se destaca a *T. inhamatum* como la especie de mayor efectividad para el control de la mazorca negra, según la percepción de los especialistas. El único género diferente a *Trichoderma* donde se reportó una efectividad media para el control de la enfermedad fue *Penicillium funiculosum*, con la respuesta de un único especialista. De los otros microorganismos no se obtuvieron respuestas (figura 113).

Dentro de los microorganismos que fueron desconocidos para los especialistas *Aspergillus* sp. ha sido reportado como un hongo antagonista eficaz para suprimir el desarrollo de *P. palmivora* en frutos de cacao *in vitro* y en condiciones semi controladas (Upara *et al.*, 2012), *Gliocladium* spp y *Chaetomium globosum* son agentes endófitos en los cuales se ha observado un efecto de supresión del crecimiento del hongo (Hanada, 2006; Rodríguez-Polanco, 2013).

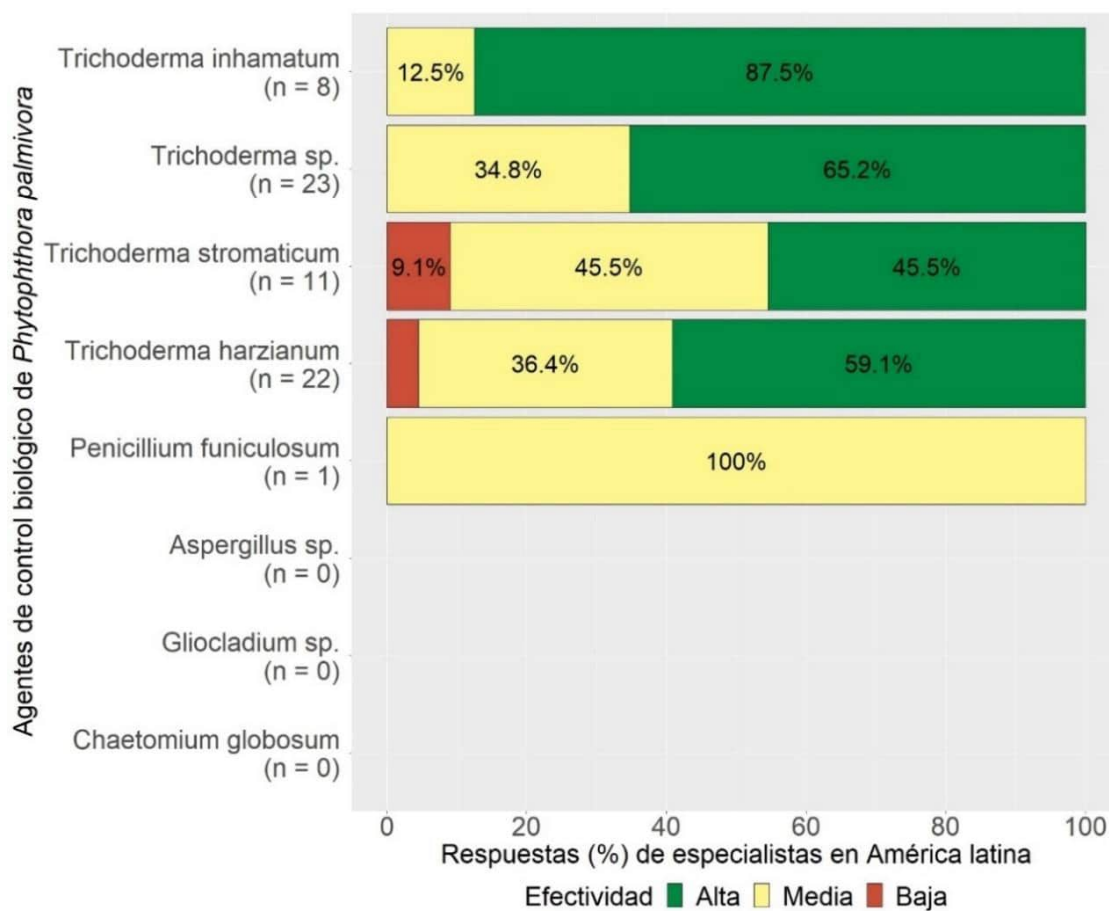


Figura 113. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes biológicos, la mayoría de los especialistas indicaron que los microorganismos del género *Trichoderma* utilizados para controlar la mazorca negra son económicos a medianamente costosos, con ligeras variaciones entre las especies. No se tiene información del costo de los otros géneros (figura 114).

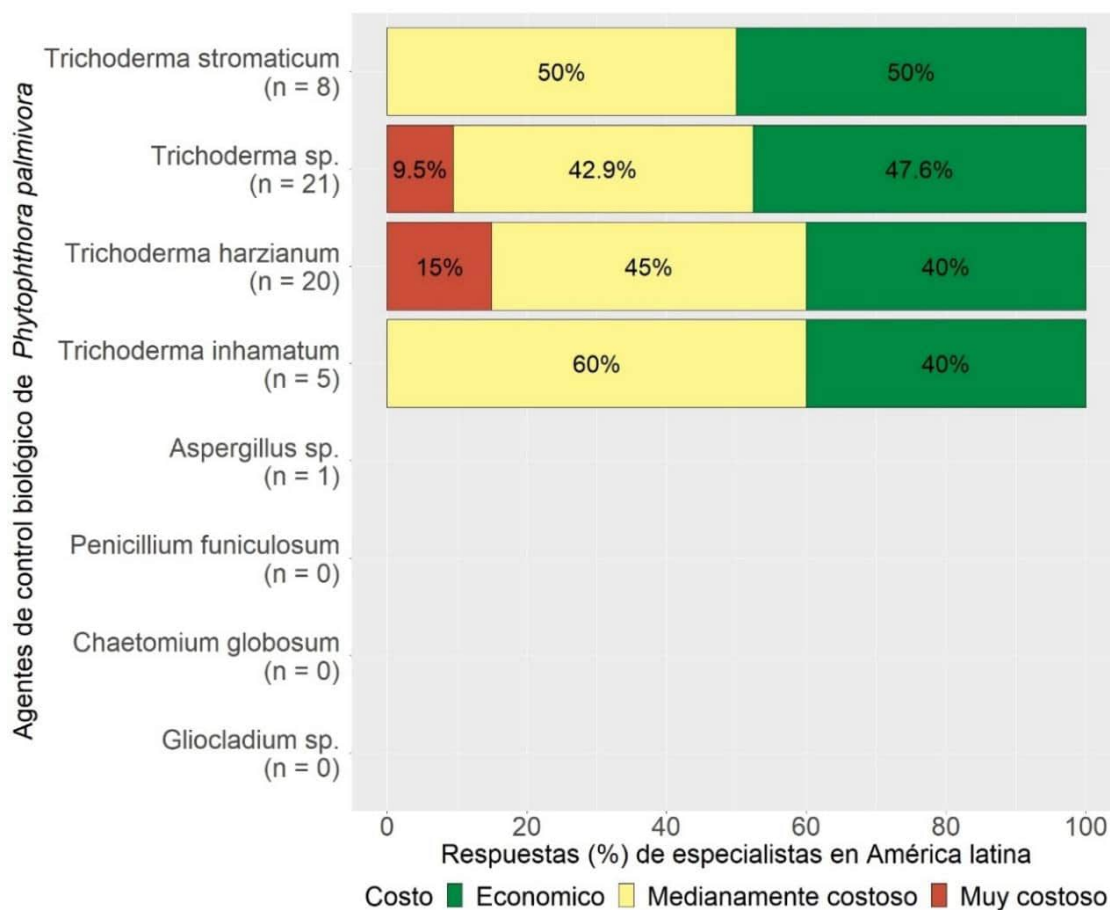


Figura 114. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la facilidad de adquirir estos agentes de control biológico, los especialistas indicaron que las especies de *Trichoderma* pueden llegar a ser entre medianamente asequibles a poco asequibles para los productores (figura 115). Otras especies como *P. funiculosum*, *Aspergillus* sp., *C. globosum* y *Gliocladium* sp. son consideradas como poco asequibles, sin embargo, únicamente respondieron la pregunta dos especialistas (figura 115).

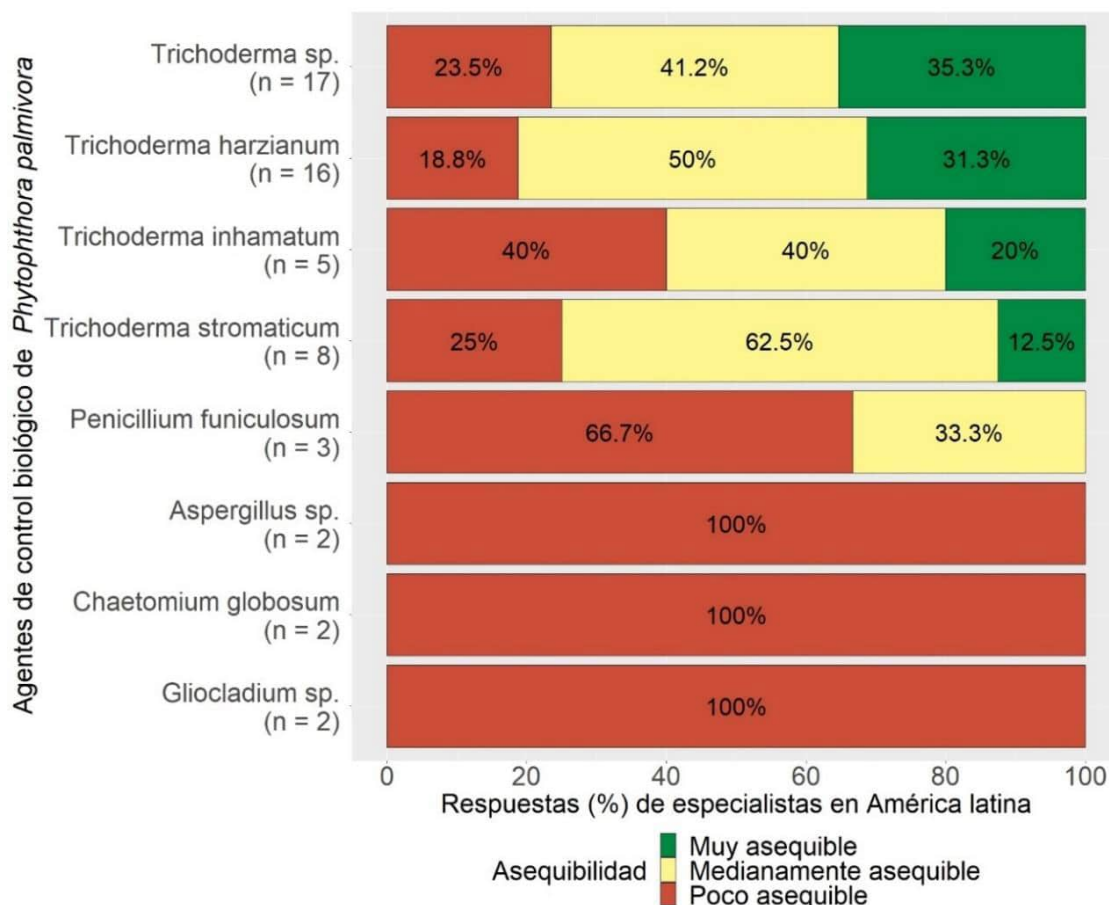


Figura 115. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los agentes de control biológico, únicamente las especies del género *Trichoderma* son medianamente difundidas entre los productores, con variaciones entre las especies, siendo *T. inhamatum* y *T. stromaticum* las menos conocidas entre los productores. Especies como *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus* sp., *C. globosum* y *Gliocladium* sp. son poco conocidas entre los productores, llegando a considerarse que no son utilizadas por los productores (figura 116).

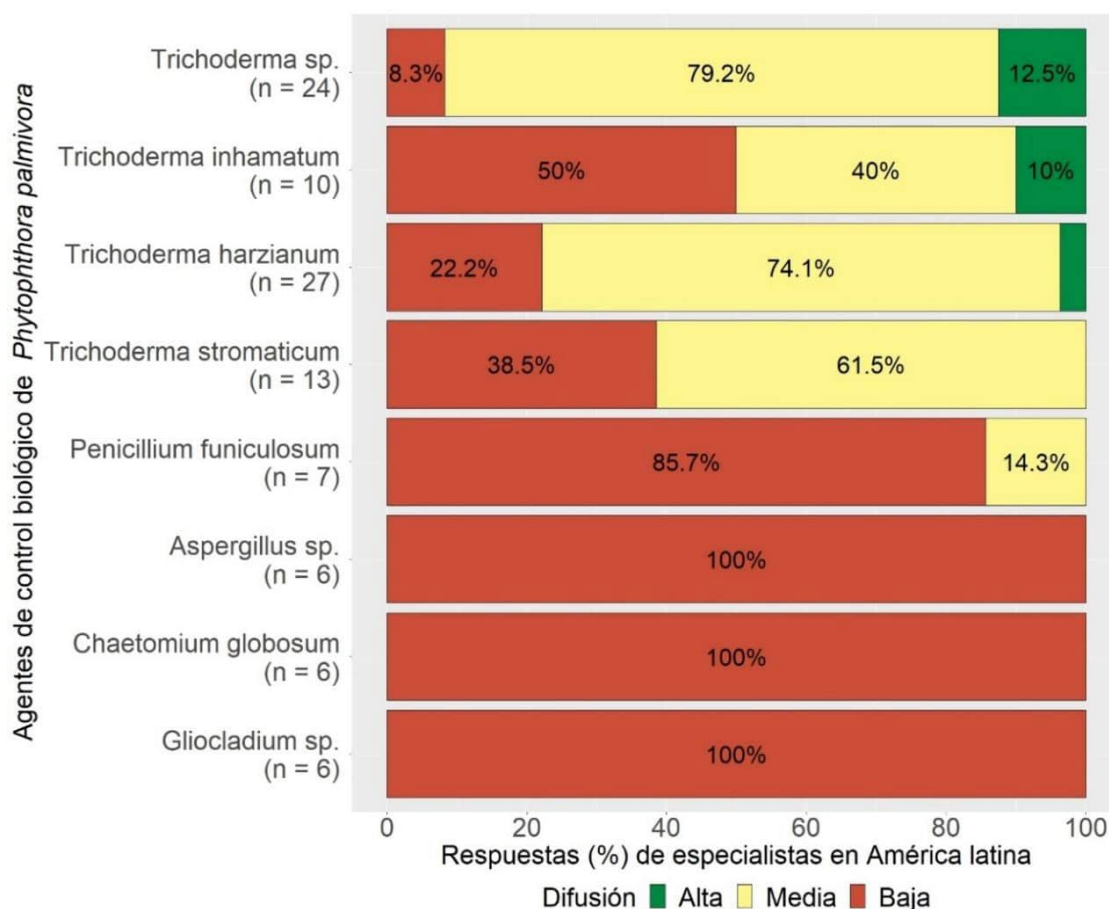


Figura 116. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con la percepción de los especialistas, la frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico como *T. harzianum* y *Trichoderma* sp. deben realizarse quincenalmente por el 35 y el 30% de los encuestados respectivamente y mensual a semestralmente con porcentajes que variaron entre el 9 y el 26%. Otras especies como *T. stromaticum*, *T. inhamatum* y *P. funiculosum* son consideradas que se deben aplicar semestralmente por el 22 al 33% de los encuestados y cada vez que se observa la enfermedad por el 20 al 56% de ellos. Géneros como *Aspergillus*, *Chaetomium* y *Gliocladium* se considera que deben ser aplicados cada vez que se observa la enfermedad (figura 117).

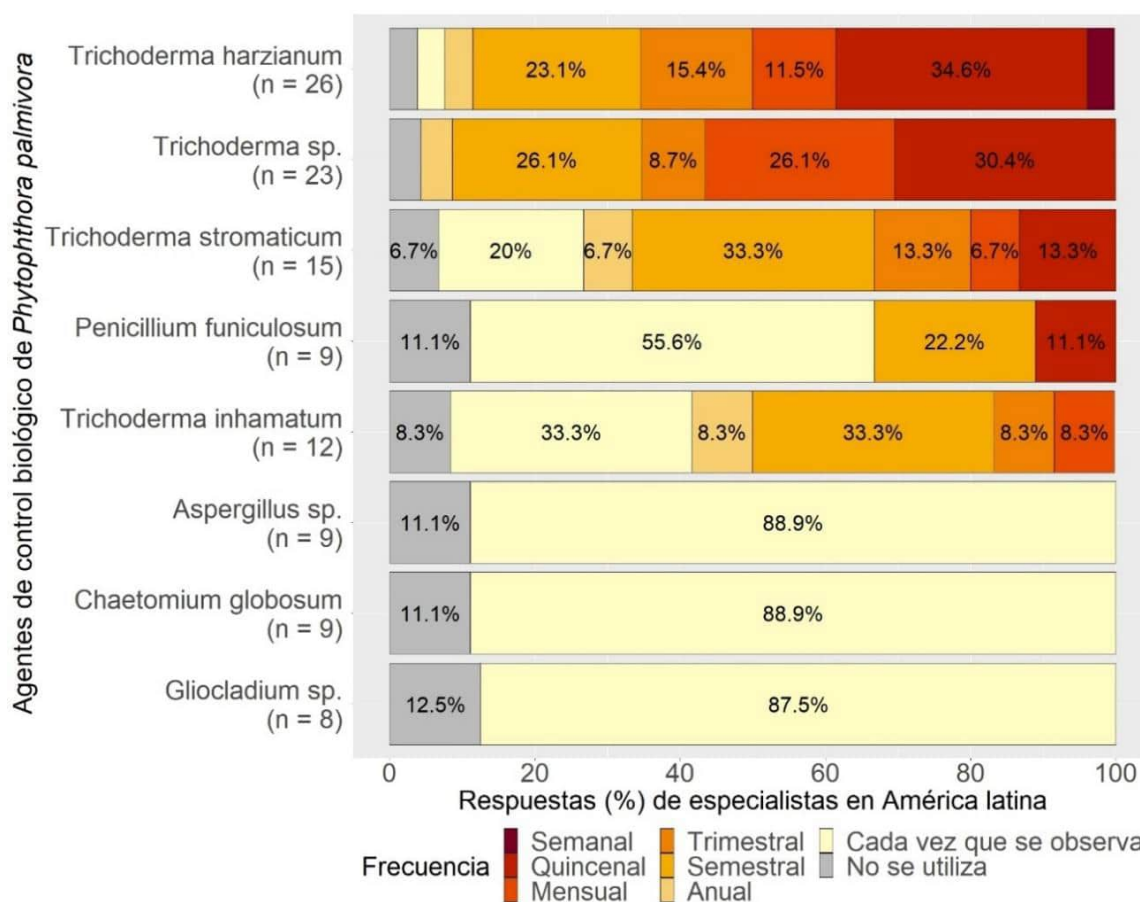


Figura 117. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico mostraron una tendencia hacia productos económicos con una efectividad alta. Esta correlación se observó únicamente en las especies *Trichoderma* sp. y *Trichoderma harzianum* con un número de respuestas representativo (figura 118).

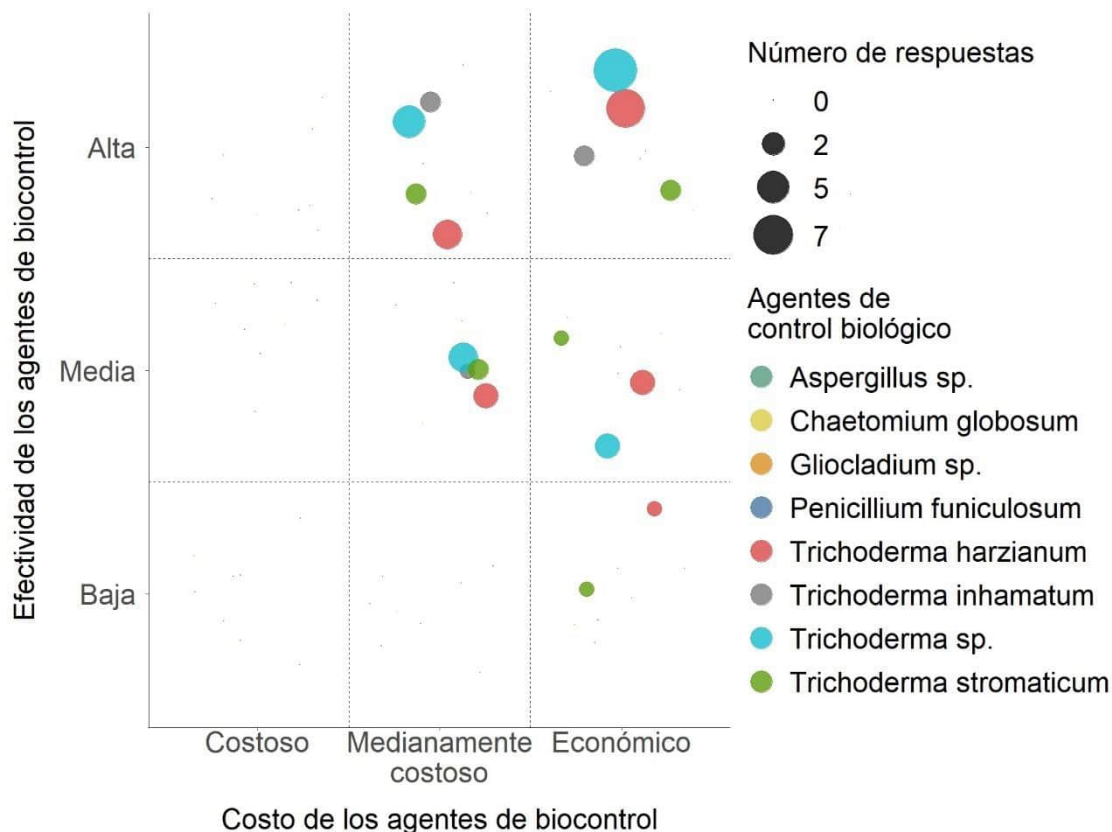


Figura 118. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico no mostró una tendencia clara, sin embargo, se observó un mayor número de respuestas para la correlación entre efectividad y asequibilidad alta con las especies *Trichoderma* sp. y *T. harzianum* y en una proporción similar, una correlación entre la efectividad media y medianamente asequible para *Trichoderma* sp., *T. harzianum* y *T. stromaticum* (figura 119).

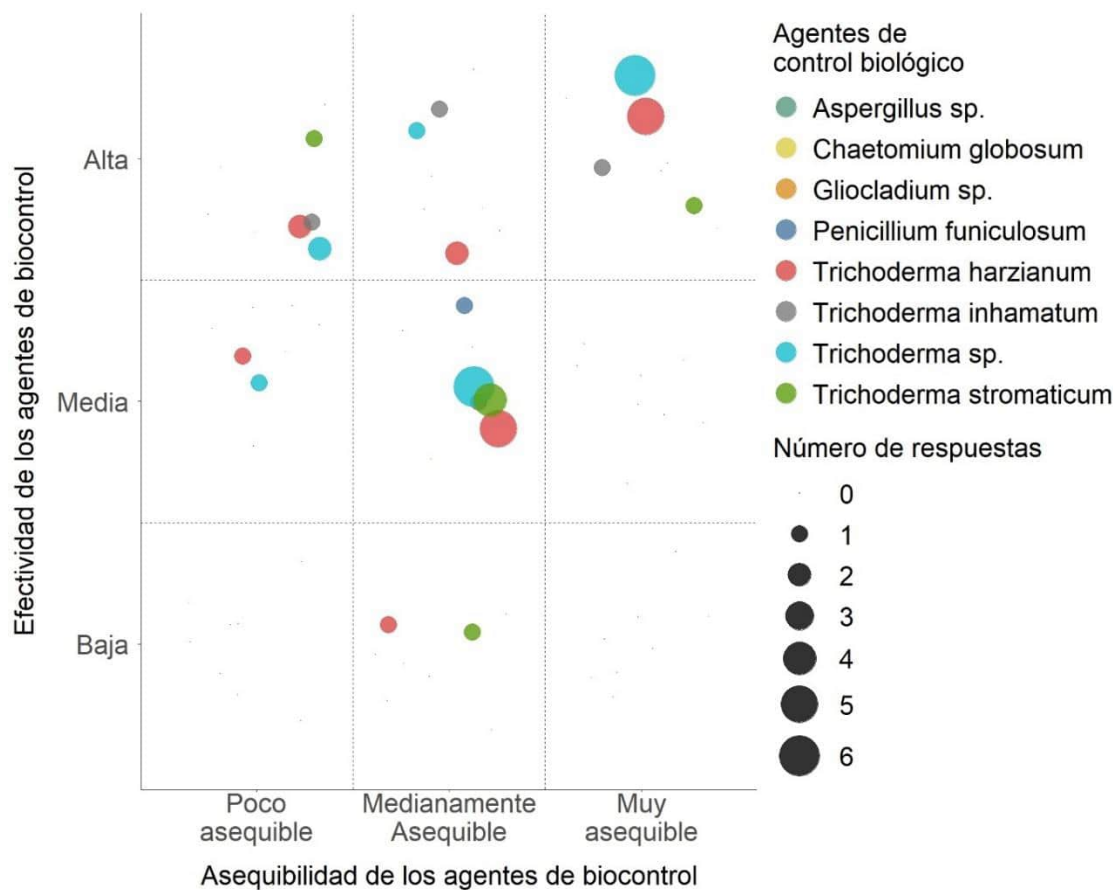


Figura 119. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de biocontrol mostraron con un mayor número de respuestas, una correlación entre la efectividad alta y la difusión media para las especies *Trichoderma* sp. y *T. harzianum*, seguido de una correlación entre efectividad y difusión media para las mismas especies (figura 120).

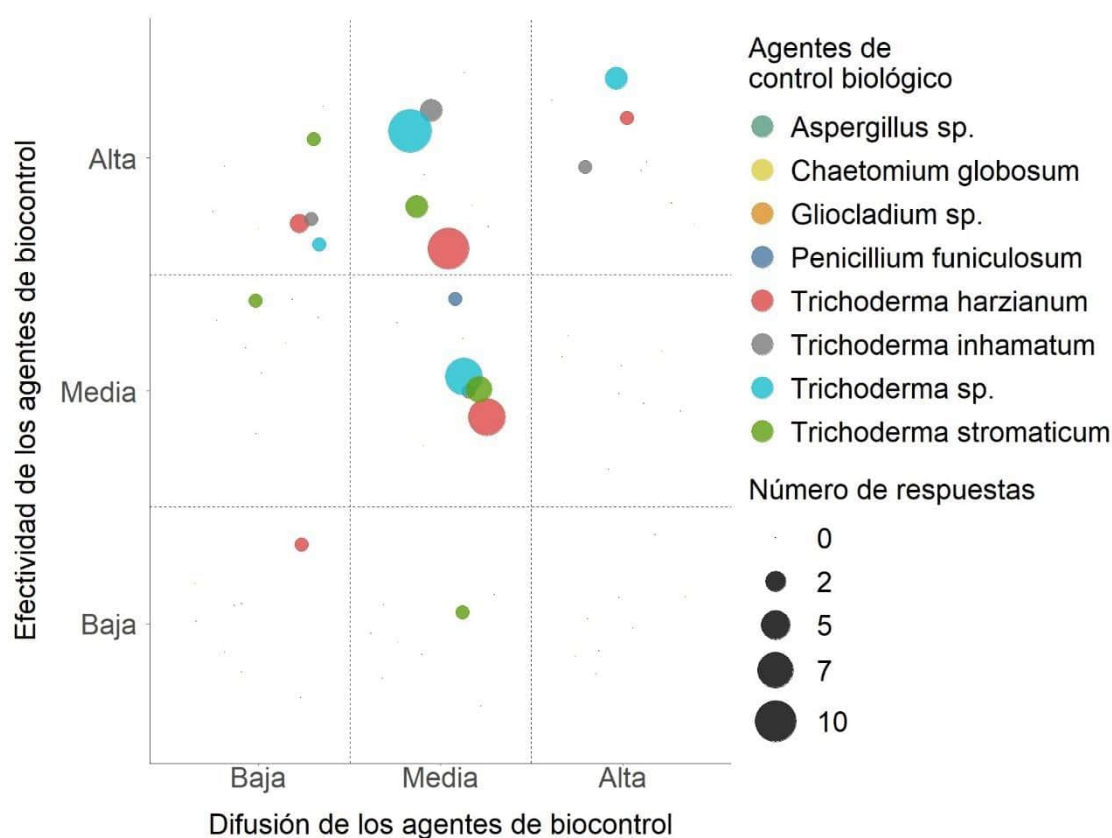


Figura 120. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Otros microorganismos que utilizan algunos especialistas para el control de la mazorca negra son:

- **Safersoil:** Considerado por un especialista como recomendable.
- ***Trichoderma asperellum*:** Considerado por un especialista como muy recomendable, de efectividad media, muy asequible y de difusión media. Se recomienda su aplicación mensual.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos para el control de la mazorca negra, todos los productos encuestados fueron clasificados por los especialistas en una mayor proporción como recomendados a muy recomendados, con respuestas que oscilaron entre el 75 y el 94,5%. El Fosetil, los fungicidas cúpricos, el Metalaxyl y Mancozeb fueron los productos donde más del 30% de los especialistas los consideran muy recomendables para el control de la enfermedad (figura 121). El silicato de potasio fue el único producto químico con más del 15% de respuestas que lo consideraron como poco recomendable para el control de la mazorca negra (figura 121).

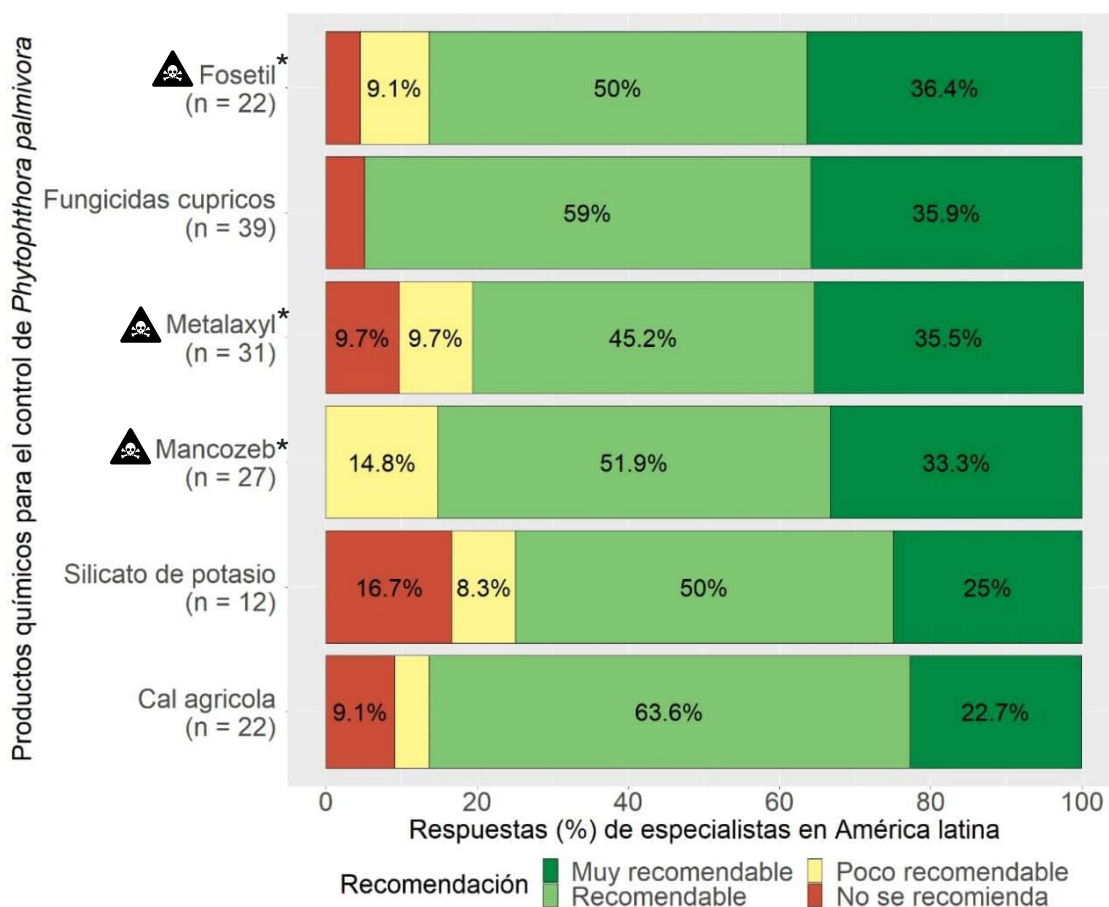


Figura 121. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, los especialistas indicaron que los productos químicos encuestados: Metalaxyl, fungicidas cúpricos, Mancozeb, Fosetil y la cal agrícola son considerados en proporciones mayores al 50% como productos químicos altamente efectivos en el control de la mazorca negra. El único producto químico considerado de efectividad media por más del 80% de los especialistas fue el silicato de potasio (figura 122).

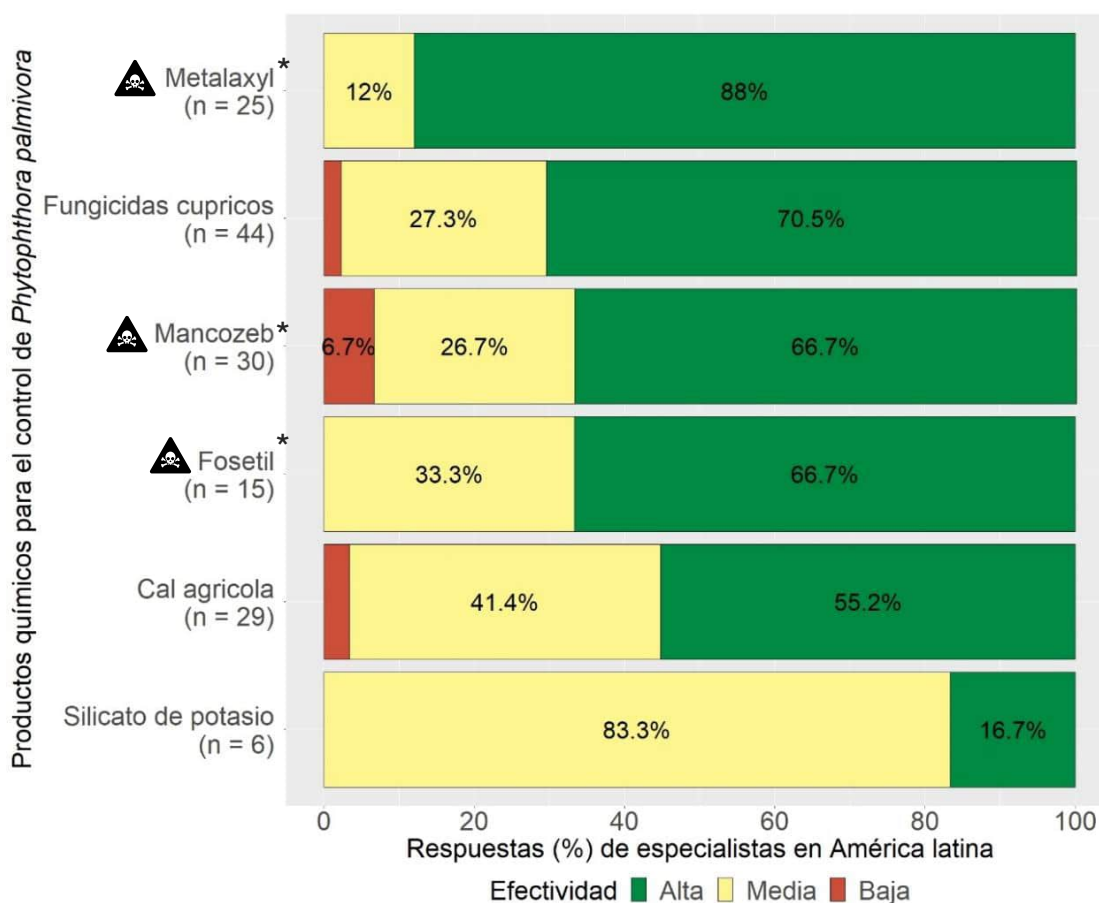


Figura 122. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

El control químico de *P. palmivora* se debe realizar mediante el uso de productos químicos no nocivos ya que los químicos sintéticos o tóxicos generan un impacto ambiental negativo y pueden contribuir a la resistencia del patógeno, lo que disminuiría su efectividad a largo plazo. Aunque el uso de fungicidas a base de cobre ha sido

efectivo para reducir los niveles de infección de la enfermedad, el alto costo de estos productos los hace de difícil acceso para los pequeños productores (Polanco *et al.*, 2020; Soto *et al.*, 2022).

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, la cal agrícola fue el único producto considerado económico para el control de la enfermedad por más del 60% de los encuestados. Los productos Silicato de potasio, fungicidas cúpricos y Mancozeb fueron considerados medianamente económicos por más del 50% de los especialistas. El Fosetil y Metalaxyl fueron considerados medianamente costosos por más del 60% de los encuestados, pero también tienen un porcentaje superior al 23% que los consideran muy costosos (figura 123).

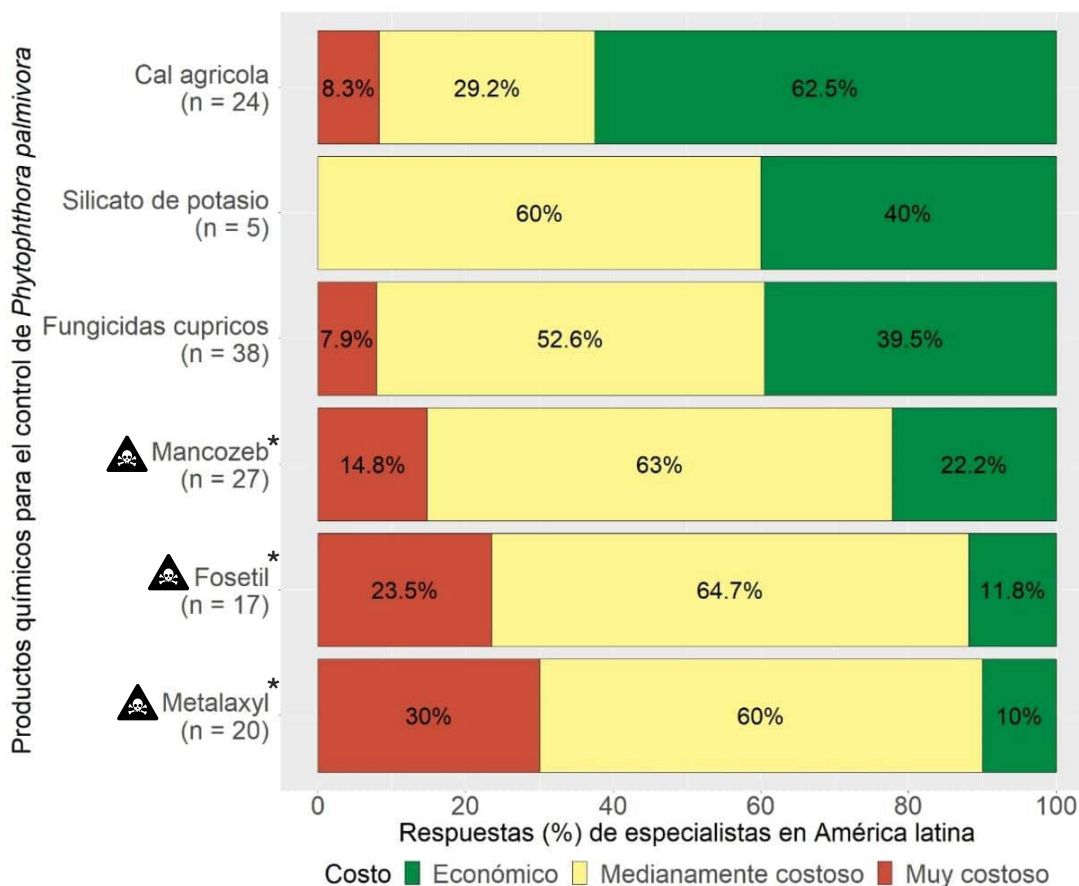


Figura 123. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

La asequibilidad fue alta en la mayoría de los productos químicos encuestados, con porcentajes que oscilaron entre el 36 y el 55% de respuestas catalogadas como muy asequibles. El producto Mancozeb es considerado en proporciones similares como muy asequible y medianamente asequible. El Fosetil fue considerado por un mayor número de especialistas como medianamente asequible. No se obtuvieron resultados para el producto silicato de Potasio (figura 124).

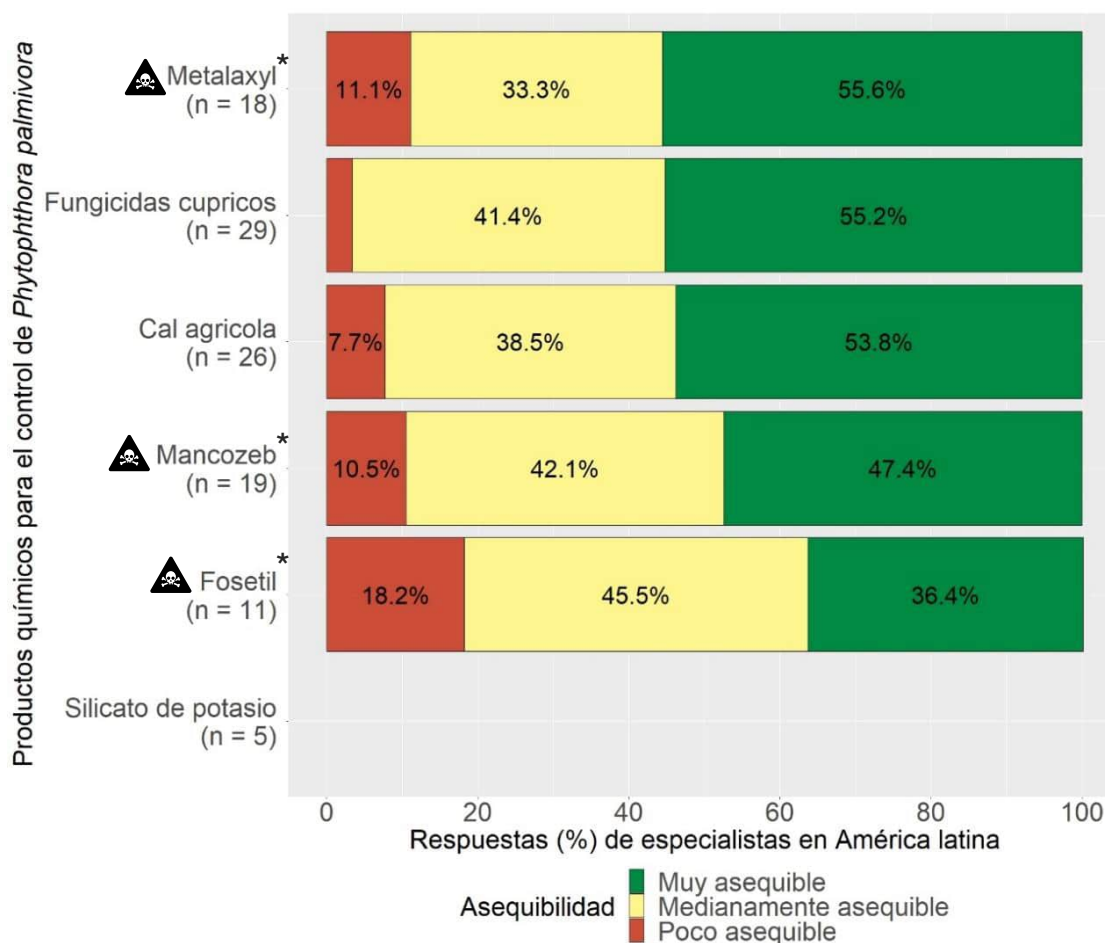


Figura 124. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, los fungicidas cúpricos y la cal agrícola fueron los únicos que tenían más o menos la misma proporción de especialistas que indicaron una difusión alta y media entre los productores. El Metalaxyl, Mancozeb y Fosetil fueron productos considerados por los especialistas en una proporción mayor al 50% como de difusión media entre los productores. El silicato de potasio fue el único producto que los especialistas consideraron en un 44% que no se utiliza y en un 55% que una minoría de los productores lo utiliza (figura 125).

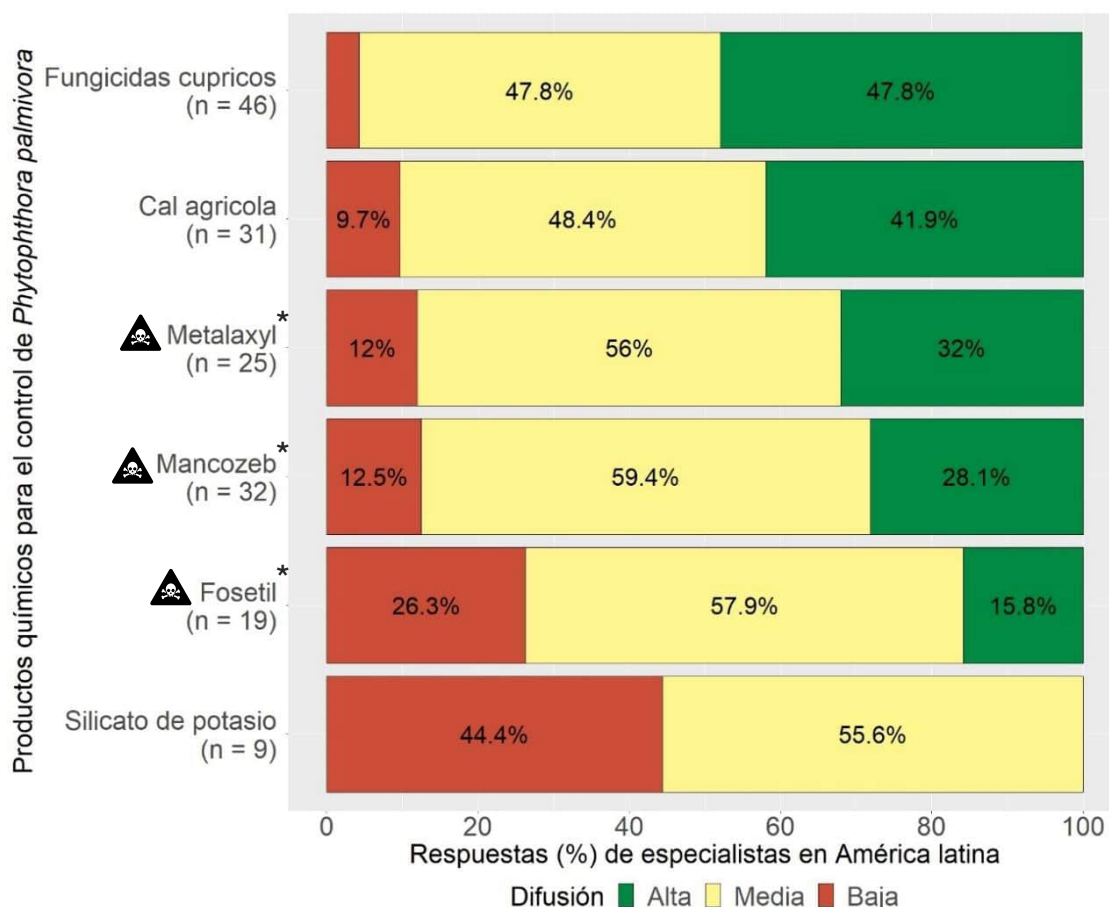


Figura 125. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, los especialistas indicaron en mayor proporción que los fungicidas cúpricos deben aplicarse con una frecuencia mensual por el 31% de los especialistas, semestral por el 20% o quincenal por el 18% de los encuestados. El Metalaxyly Mancozeb obtuvo proporciones similares entre una frecuencia quincenal a semestral (figura 126). En cuanto al silicato de potasio los resultados indicaron que en mayor proporción los especialistas consideran que debe aplicarse cada vez que se observa la enfermedad (figura 126).

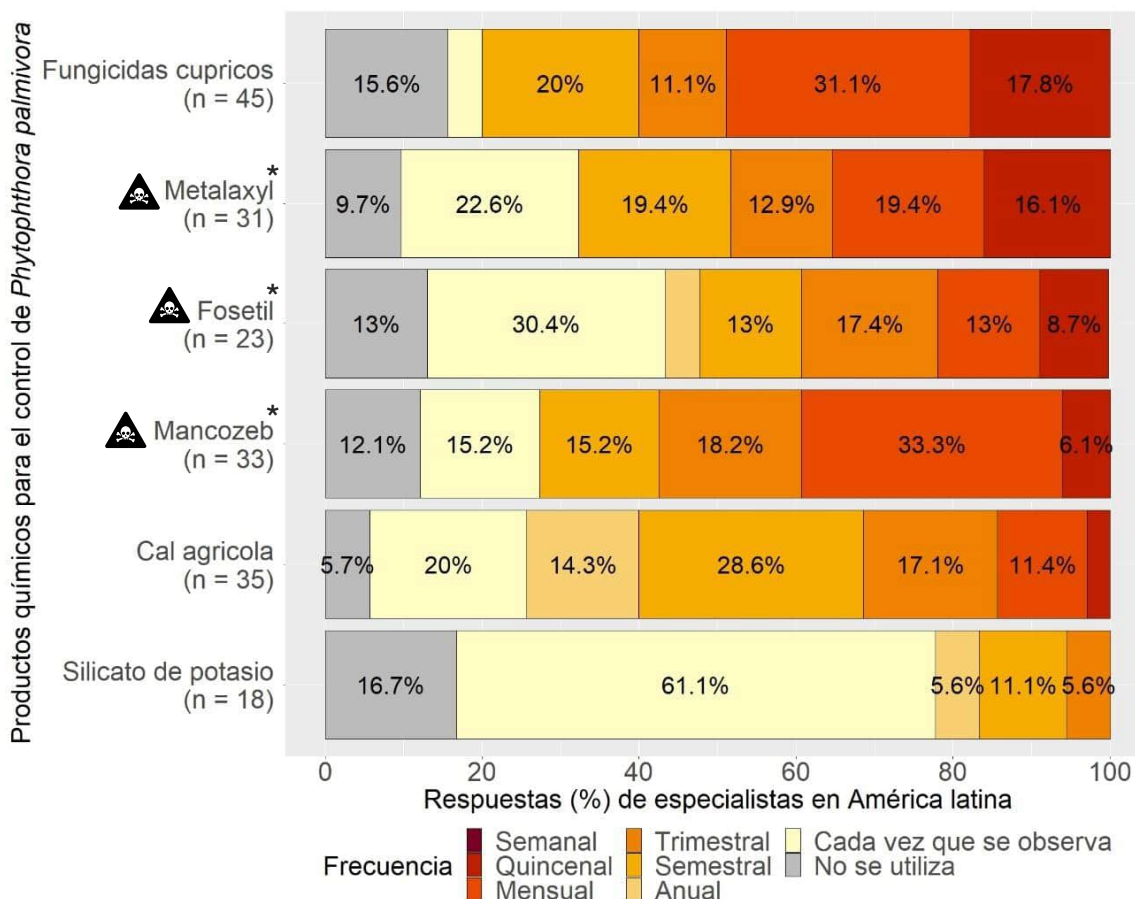


Figura 126. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo mostraron una tendencia hacia productos químicos medianamente costosos y con efectividad alta (figura 127). Los productos químicos como los fungicidas cúpricos, el Metalaxyl y el Fosetil mostraron con un mayor número de respuestas esta tendencia. Otros productos como la cal agrícola se correlacionaron más con ser económicos y con efectividad entre media y alta. El Mancozeb por su parte, es un producto correlacionado en mayor proporción con una efectividad entre media y alta y considerado medianamente costoso para los productores (figura 127).

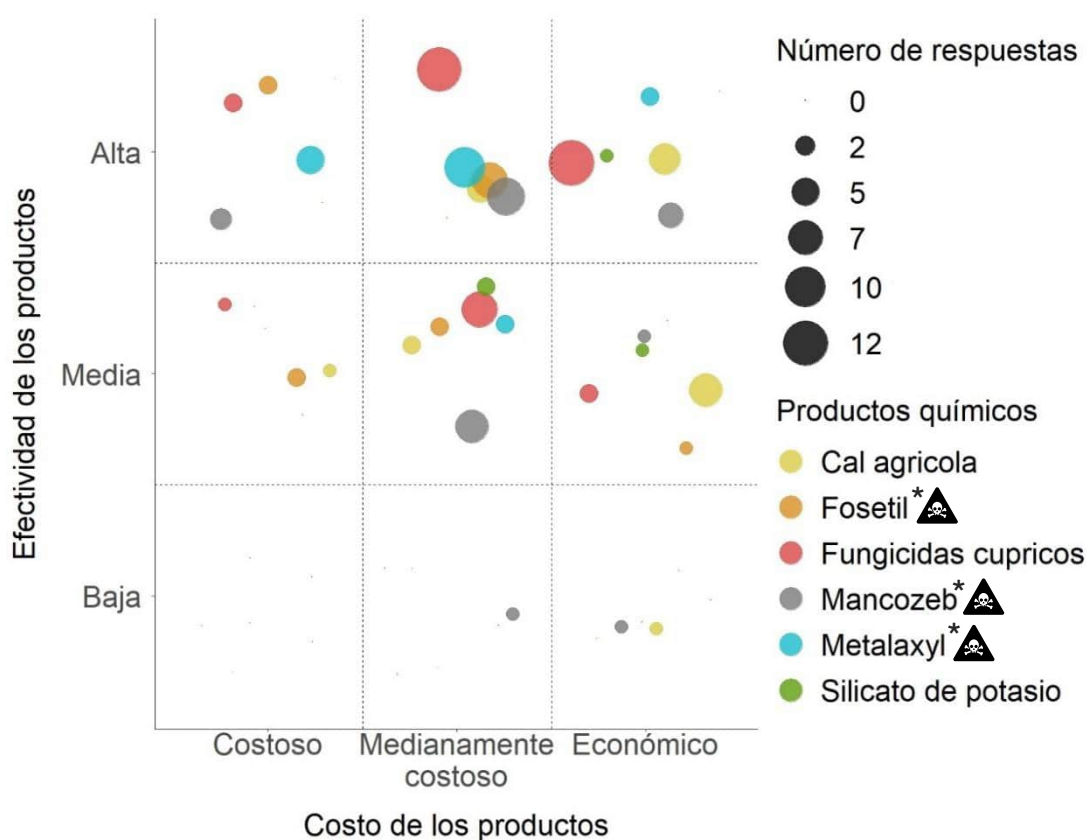


Figura 127. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequebilidad de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos con una efectividad alta y muy asequebles. Esta correlación se observó principalmente con los fungicidas cúpricos al tener un mayor número de respuestas y en menor proporción con productos como el Metalaxyl y la cal agrícola (figura 128).

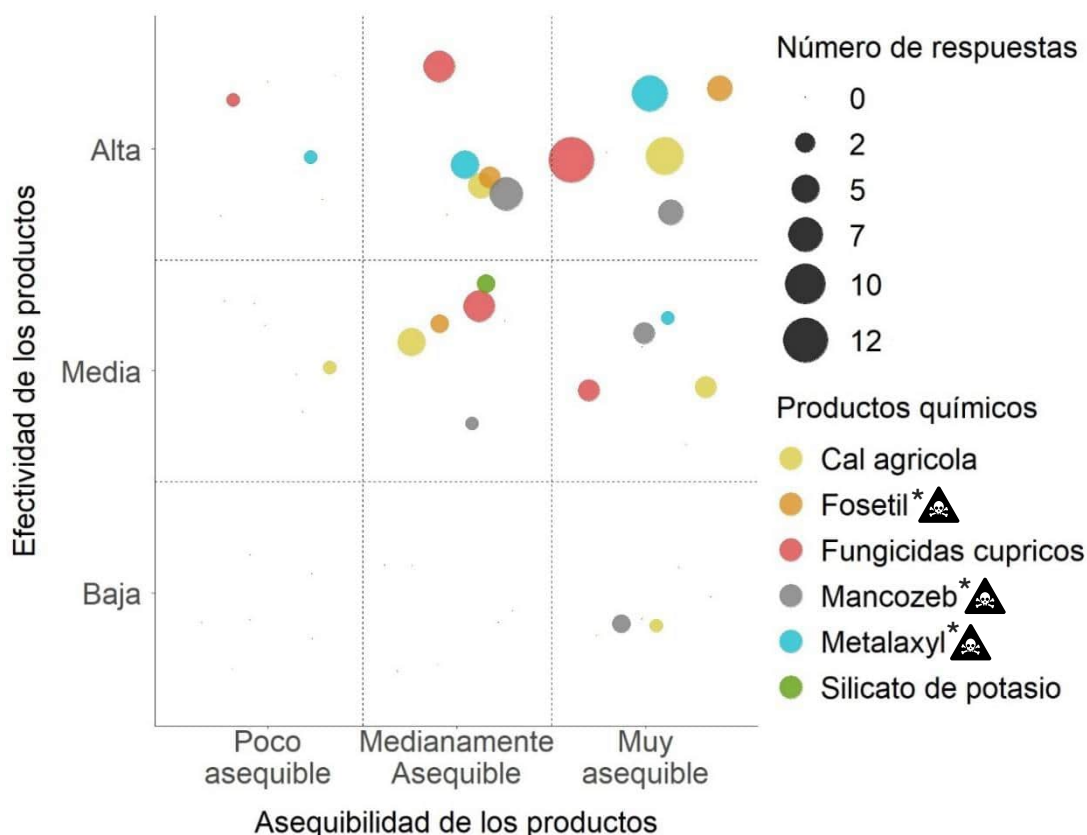


Figura 128. Correlación entre la efectividad y la asequebilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos altamente efectivos y que pueden ser utilizados por la mayoría de los productores (difusión alta) o por una minoría de ellos (difusión media) (figura 129). Dentro de los productos químicos se destaca la correlación de los fungicidas cúpricos como de efectividad

alta y difusión media y la cal agrícola, Mancozeb y Metalaxyl con proporciones similares que los correlacionan con una efectividad alta y difusión media a alta (figura 129).

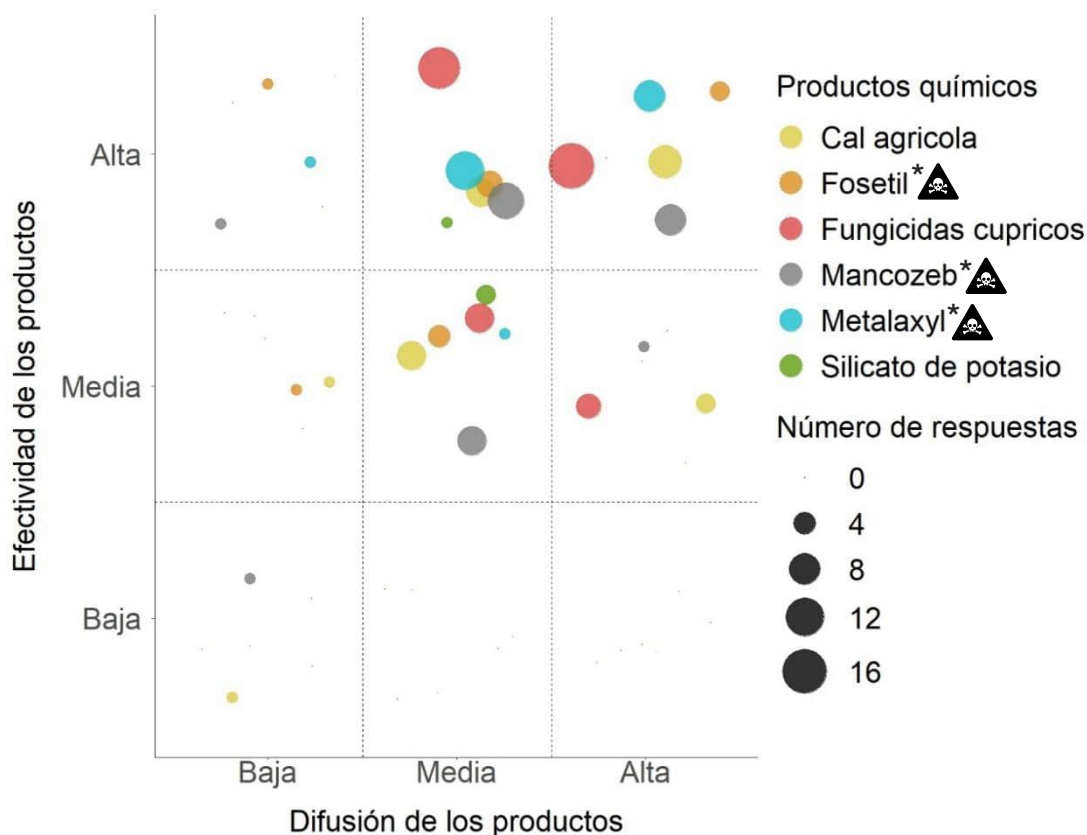




Figura 129. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Otros productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control de la mazorca negra son:

- **Caldo sulfocalcico:** Considerado por dos especialistas como recomendable, de efectividad alta, muy asequible, económico a medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda su aplicación quincenal o trimestral.
- **Cal viva:** Considerado por un especialista como recomendable.

- **Caldo bordelés:** Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso, de difusión alta. Se recomienda su aplicación quincenal
 - **Estrobilurinas*** : Considerado por un especialista como recomendable.
 - **Triazóis*** : Considerado por un especialista como recomendable.
- *Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

En cuanto al control genético, del 93% de especialistas que respondieron la sección de control genético podemos indicar que el 87% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Los especialistas consideran que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 45,5% y el diseño policlonal con variedades locales con un 40,2% (figura 130).

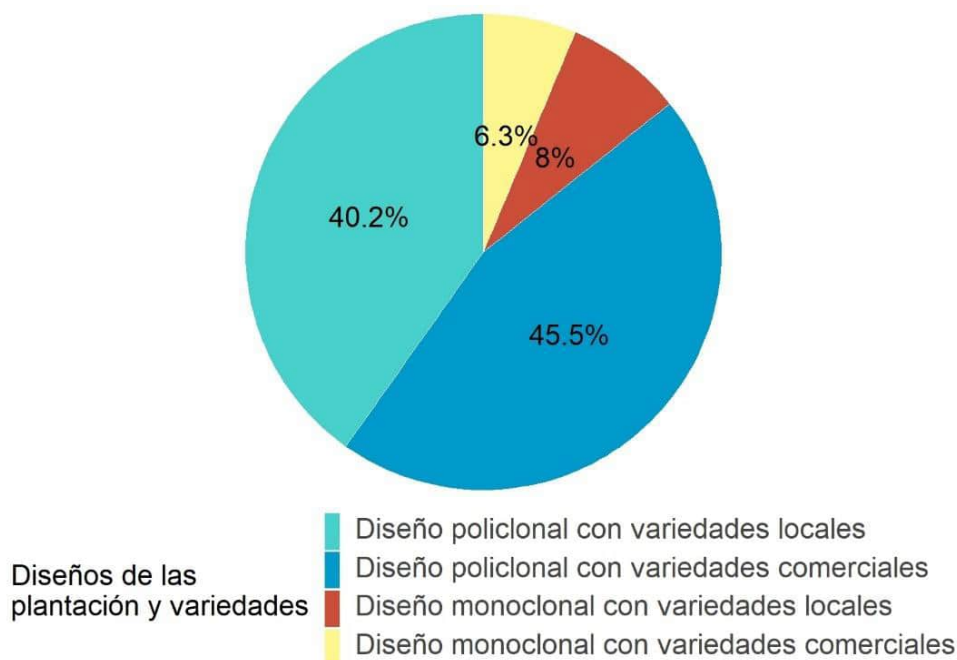
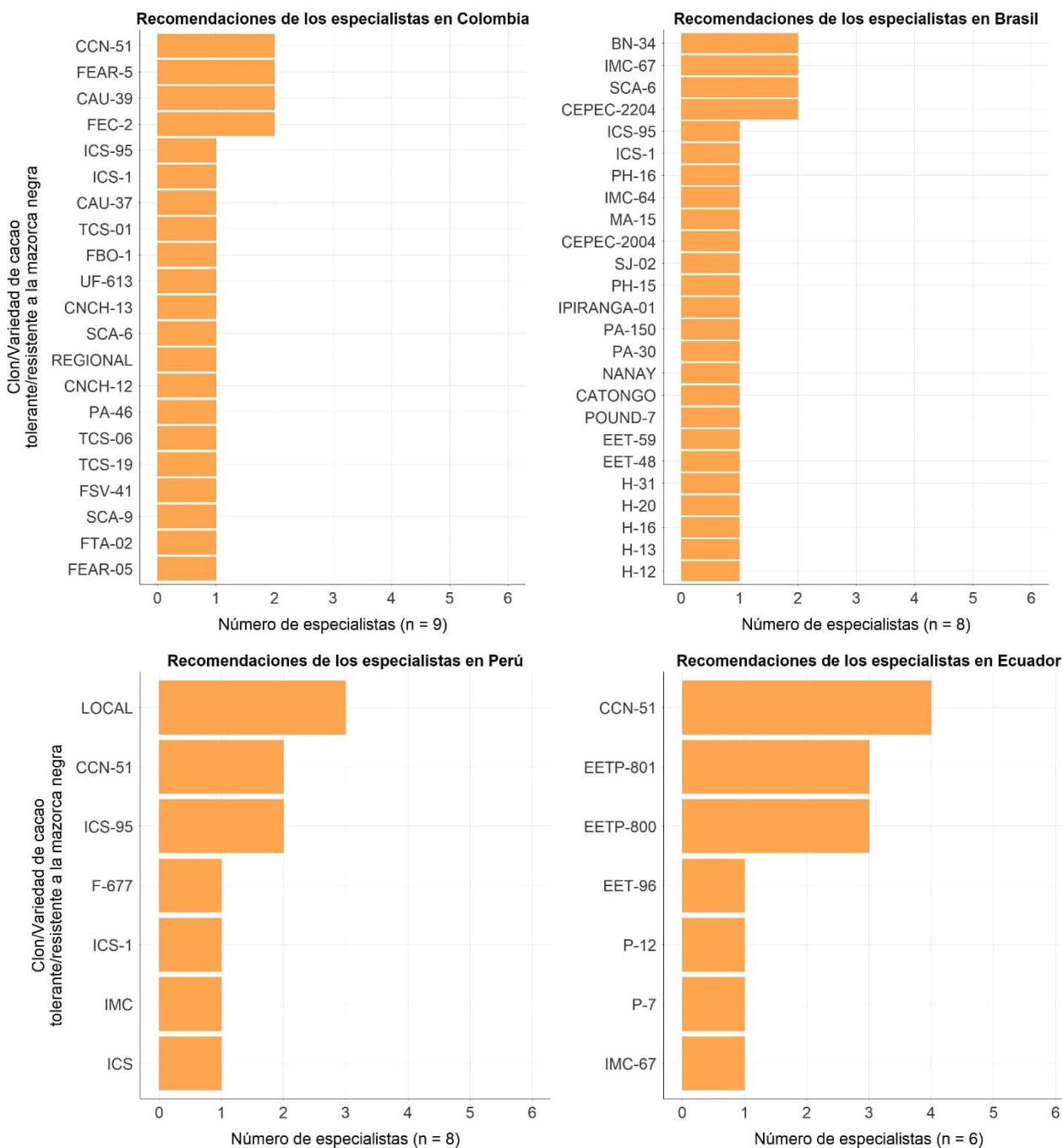


Figura 130. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe por su resistencia/tolerancia a la mazorca negra se destaca el clon CCN-51 en países como Colombia, Perú y Ecuador. En Centroamérica y el Caribe los clones ICS-95, CATIE-R6 y CATIE-R4 fueron los más recomendados. En México un mayor número de especialistas recomendó la variedad de cacao trinitario y en Venezuela el clon IMC-67, SCA-6 y SCA-12 (figura 131). Cabe resaltar que en México y Venezuela únicamente se obtuvieron respuestas de tres especialistas.



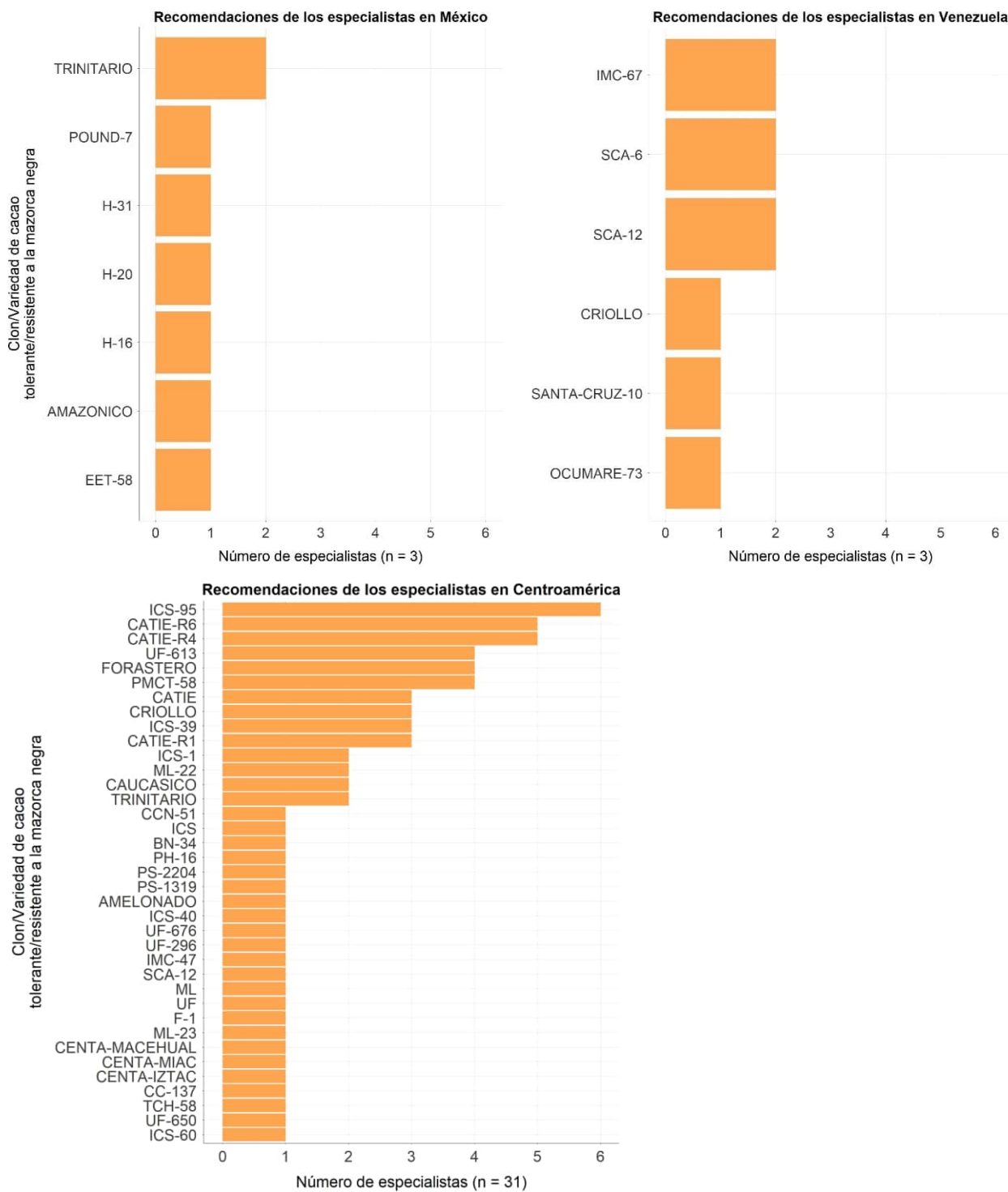


Figura 131. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la mazorca negra.

De acuerdo con lo reportado en la literatura, la selección de materiales resistentes es a largo plazo el método de control más económico y eficaz para el control de la mazorca negra. Se han identificado materiales resistentes como SCAVINA-12 de árboles de cacao procedentes de la Amazonia peruana. El cultivar SCAVINA-6 ha sido considerado más resistente incluso que las variedades Catongo e ICS-1. Otros materiales identificados han sido Pound-7, CC-42, EET-59 y UF-613 identificados como resistentes (Polanco, 2013).

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de *P. palmivora* para las dos primeras componentes consiguió explicar el 78,3% de la varianza observada en los datos. El primer componente correlaciona las variables asequibilidad, difusión, efectividad y recomendación. El segundo componente está correlacionado con la variable costo (figura 132).

A nivel de los métodos de control, se puede apreciar que, según la percepción de los especialistas, las prácticas culturales son las más recomendadas y efectivas para el control de *P. palmivora*; dentro de estas, la poda de especies forestales y de sombra y el control de hormigas cortadoras son las que menos recomiendan. El costo de las prácticas representó un componente importante al momento de explicar las variables, en este caso, se puede apreciar que el control de hormigas, cosecha de frutos maduros y remoción y manejo de frutos afectados son prácticas económicas, y la poda de especies forestales, la poda preventiva o de mantenimiento, el mejoramiento del drenaje, el control de malezas y la nutrición integral son moderadamente costosas (figura 132).

El segundo método de control que más recomiendan y presenta una alta efectividad es el control químico, sin embargo, la mayoría de los productos, excluyendo la cal agrícola, son medianamente costosos, lo que puede llegar a limitar su aplicación. En cuanto a la asequibilidad, la mayoría de los especialistas los consideran asequibles a medianamente asequibles. De todos los productos químicos, la cal agrícola y los fungicidas cúpricos son los más difundidos entre los productores (figura 132).

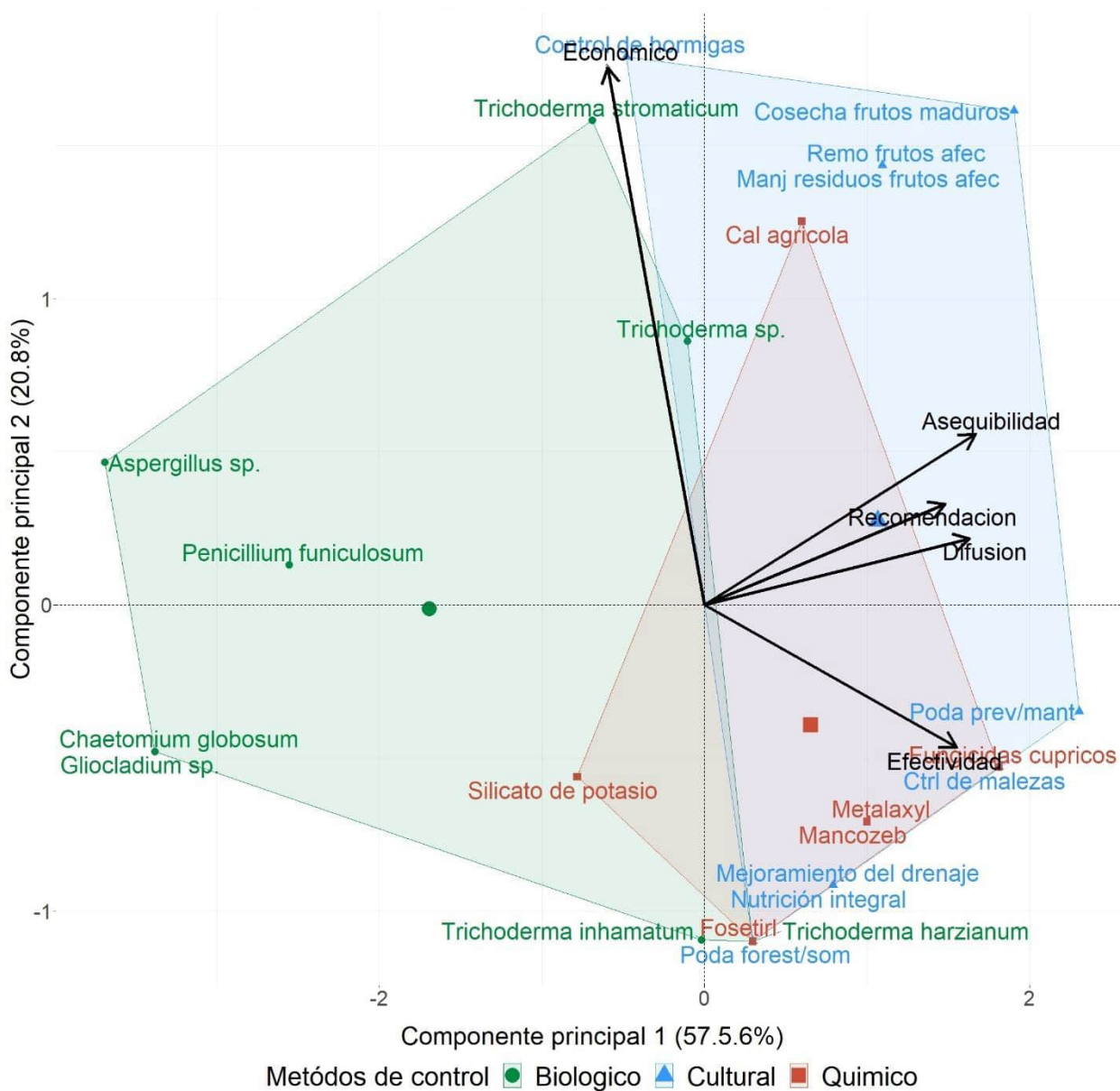


Figura 132. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad *Phytophthora palmivora* en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina y el Caribe.

Dentro del control biológico, *Trichoderma* con sus diferentes especies son las más recomendadas y presentan una buena efectividad para el control de la enfermedad, especialmente *T. inhamatum*. Los especialistas indican que algunos productos biológicos son relativamente económicos, como *Trichoderma* sp. y *T. stromaticum*

pero en general no son de fácil acceso ni son utilizados por los productores. *Penicillium funiculosum* también fue recomendado, pero presenta una efectividad media y su asequibilidad y difusión es baja. De las otras especies, *Aspergillus* sp., es un producto económico pero que no se recomienda para el control de la enfermedad, sin embargo, los especialistas desconocen la efectividad del producto al ser poco asequible y difundido entre los productores. En cuanto a *C. globosum* y *Gliocladium* sp., los especialistas desconocen su efectividad y el costo de este producto por lo que lo catalogan como poco asequible y de baja difusión ocasionando que no sean recomendados (figura 132).

Conclusiones




El control cultural es considerado por los especialistas como el método más efectivo para el control de la mazorca negra. Dentro de estas prácticas, se destaca la remoción de frutos afectados y la poda preventiva o de mantenimiento como los más efectivos para el control de la enfermedad ya que reducen directamente la fuente de inóculo del patógeno. Las podas, el control de malezas y las técnicas que ayudan a disminuir los excedentes de agua, como el mejoramiento del drenaje, contribuyen a generar condiciones desfavorables por lo que reducen la enfermedad indirectamente (tabla 5).

El control biológico ha sido utilizado en la mazorca negra principalmente como un tratamiento preventivo para evitar la infección de frutos. Dentro de los microorganismos que se encuestaron *Trichoderma* spp. es el microorganismo más recomendado y efectivo para el control de la enfermedad (tabla 5).

Aunque se ha comprobado la efectividad de algunos fungicidas cúpricos en el control de la mazorca negra, el costo de los productos químicos hace que sean de difícil acceso para los pequeños productores. Los productos químicos tóxicos pueden generar un impacto ambiental negativo y contribuir al desarrollo de resistencia de los patógenos, por lo que se recomienda realizar un manejo integrado del cultivo y utilizar productos químicos no nocivos, los cuales están en línea con la agricultura orgánica (tabla 5).

Por último, el control genético es uno de los métodos más empleados por los especialistas para el control de la enfermedad, recomendando diferentes clones como el CCN-51, IMC-67 e ICS-95. La selección de materiales resistentes es a largo plazo uno de los métodos de control más económicos y eficaces, sin embargo, se resalta la necesidad de realizar más estudios que demuestren su efectividad a largo plazo.

Tabla 5. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Cosecha de frutos maduros	Alta	Bajo	Alta	H
	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta/Media	H
Biológico	<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Bajo/Medio	Media	P
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Bajo/Medio	Media	P
	<i>Trichoderma inhamatum</i>	Alta	Bajo/Medio	Media/Baja	P
	<i>Trichoderma stromaticum</i>	Media	Bajo/Medio	Media	P
Químico	Metalaxyl* 	Alta	Medio	Alta	P
	Fungicidas cúpricos	Alta	Medio	Alta/Media	P
	Mancozeb* 	Alta	Medio	Alta/Media	P
	Fosetil* 	Alta	Medio	Media	P
Genético^a	ICS-95	Alta			H
	CCN-51	Alta			H
	IMC-67	Alta			H
	CATIE-R4	Alta			H
	CATIE-R6	Alta			H

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Rosellinia sp.

Pudrición negra de la raíz o llaga estrellada



Foto: Farfán Abel



Foto: Farfán Abel

La pudrición negra de la raíz o pie negro es una enfermedad causada por hongos del género *Rosellinia*. Los agentes causales que transmiten esta enfermedad al cacao son comúnmente *Rosellinia pepo* y *Rosellinia bunodes*. La pudrición negra de la raíz es una enfermedad importante en América Latina y el Caribe, al afectar una gran cantidad de cultivos de importancia económica. Los hongos de este género son habitantes naturales del suelo, se ubican dentro del grupo de los “parásitos facultativos” donde su función principal es ser un hongo saprófito (Carvajal-Salazar *et al.*, 2022).

Rosellinia pepo es el agente causal de la llaga estrellada en cacao, café y frutales y *R. bunodes* de la llaga negra en estos cultivos. Los síntomas de la enfermedad son iguales en la parte aérea para ambas especies, sin embargo, existen diferencias en la organización del micelio en las raíces. En *R. pepo* se observa sobre las raíces afectadas micelio que avanza en forma de abanico gris el cual se va tornando oscuro a medida que envejece. Al atravesar la corteza las hifas toman un color blanco y forman entre estas y la madera una capa radiada en forma de estrella de color blanco que luego se oxida. Para el caso de *R. bunodes* las raíces se observan ennegrecidas y en la corteza y debajo de ella se observa una densa red micelial (rizomorfos) inicialmente de color

pardo oscuro y luego negros. Al realizar cortes longitudinales de las raíces las ramificaciones se observan como puntos negros y en cortes transversales líneas negras (Aranzazu *et al.*, 1999).

Esta enfermedad se propaga comúnmente por el contacto de las raíces de los árboles enfermos y los sanos, provocando muchas veces la muerte del árbol (Carvajal-Salazar *et al.*, 2022). Algunas investigaciones han observado que la diseminación de la enfermedad ha ocurrido a partir de tocones de árboles de sombra eliminados, los cuales se encuentran en proceso de descomposición. La eliminación de estos árboles a través del anillamiento o la poda severa debilita los árboles haciéndolos susceptibles a parásitos facultativos como *Rosellinia* (Aranzazu *et al.*, 1999).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América Latina la incidencia de la pudrición negra de la raíz es baja a leve en países como Colombia, Ecuador y Brasil, y leve en Perú y México (figura 133).

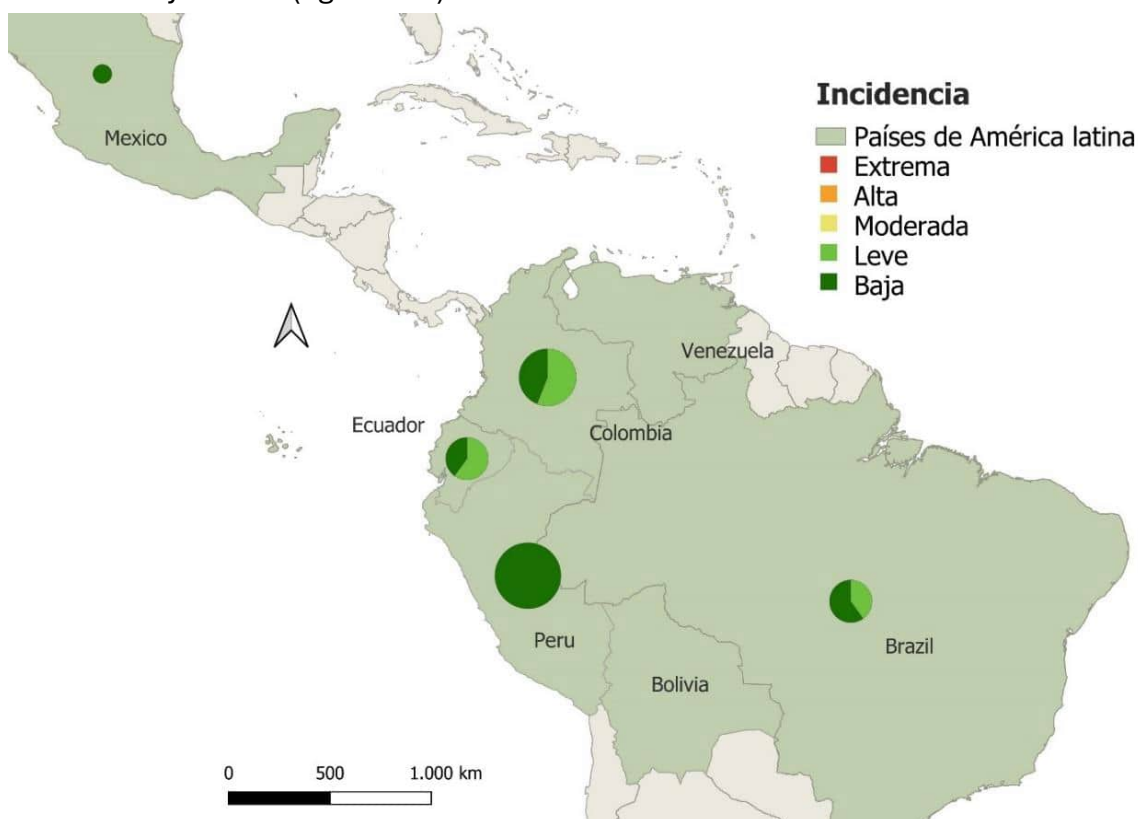


Figura 133. Incidencia de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

En cuanto a la severidad, en Colombia, Ecuador y Perú la mayoría de los especialistas indicaron que la severidad de la enfermedad es baja; sin embargo, algunos especialistas consideran que puede ser alta en Perú y Colombia y extrema en Ecuador y Colombia. En Brasil y México los especialistas indicaron que la severidad es baja y leve, con porcentajes similares a los obtenidos en la incidencia (figura 134)

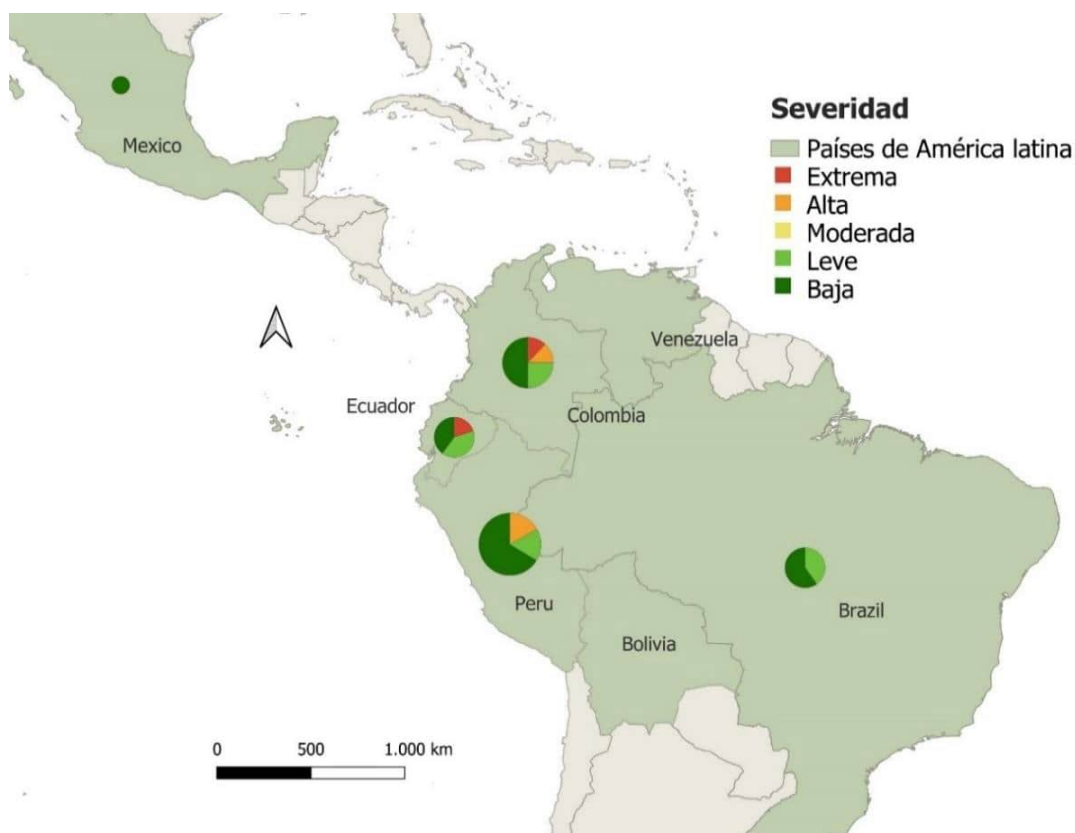


Figura 134. Severidad de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 60% de las respuestas indicaron que la enfermedad puede aumentar en cualquier época del año y un 35% que puede aumentar en época de lluvia (figura 135). Esto concuerda con el comportamiento del hongo ya que en estado natural se puede encontrar en el suelo, sin embargo, el aumento de la humedad del suelo (por ejemplo, en épocas de lluvia) es el factor limitante que permite su crecimiento micelial (Carvajal-Salazar et al., 2022).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, las respuestas de los especialistas indicaron en un 62,5% que la enfermedad aumenta en presencia de la etapa vegetativa de la planta y en un 25% en etapa de fructificación (figura 135). Lo que se ha reportado en literatura para esta enfermedad, es que se disemina a través de raíces afectadas de árboles cercanos, especialmente de árboles de sombra muertos por la enfermedad, o en terrenos donde se han sembrado otro tipo de cultivos, por lo que la enfermedad se puede transmitir en cualquier etapa de desarrollo siempre y cuando ocurra el contacto radicular con una planta infectada (Aranzazu, 1997).

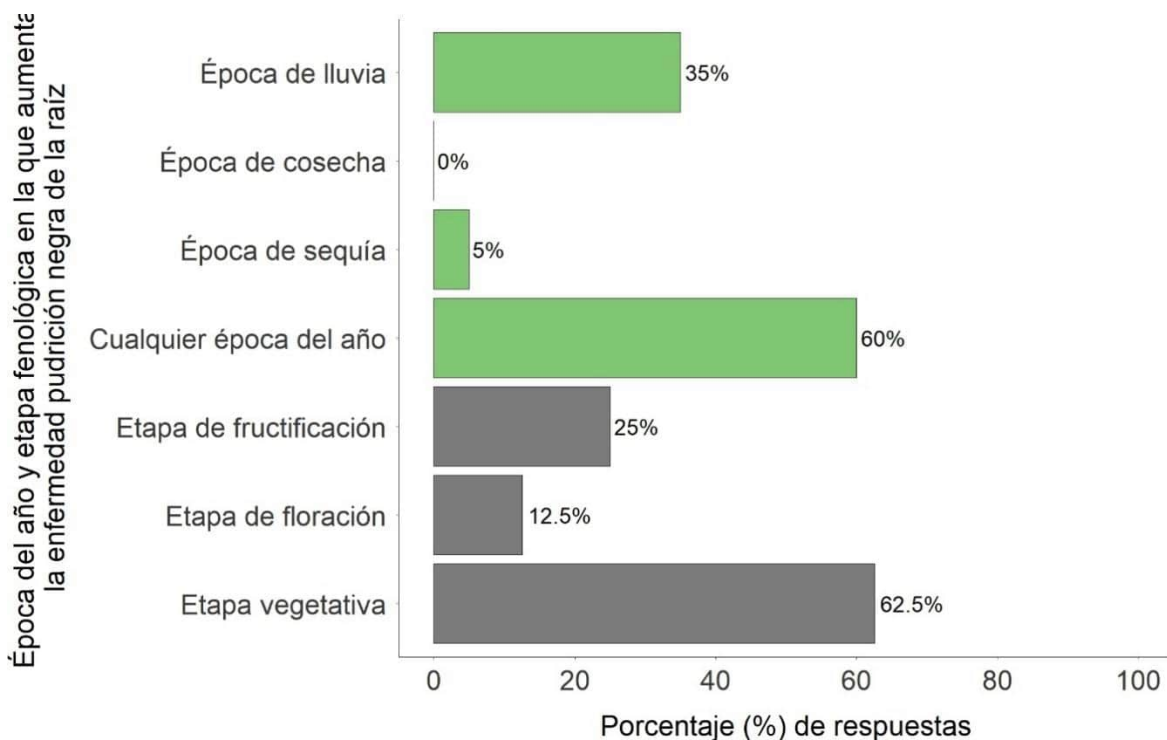


Figura 135. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta de la pudrición negra de la raíz un total de 68 especialistas, de los cuales aproximadamente el 50% indicaron que si han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 90% utilizan el método de control cultural para controlar la enfermedad (figura 136). El segundo método de control más utilizado es el control genético, con un 66,7% de los

especialistas. El control químico y control biológico fueron los métodos que menos utilizan los especialistas para controlar la enfermedad con porcentajes entre el 60 y 53% respectivamente (figura 136).

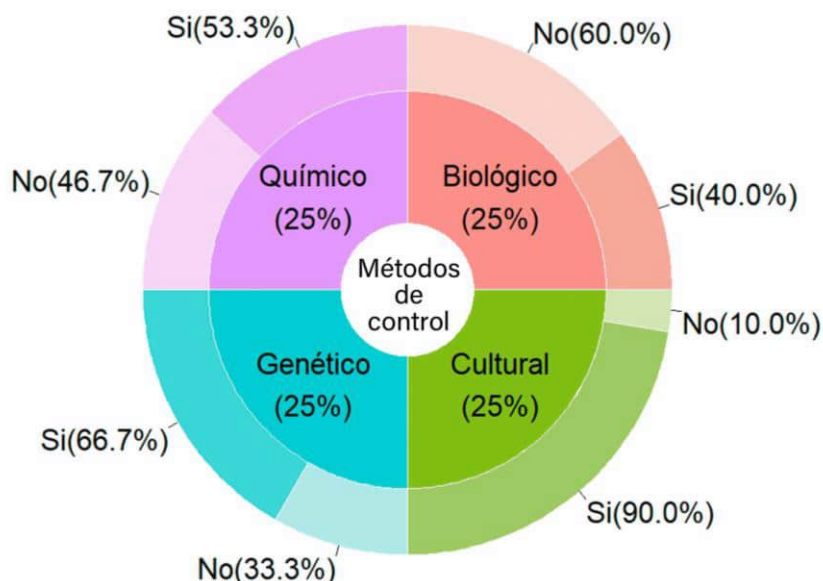


Figura 136. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.).

El diagnóstico oportuno de la pudrición negra de la raíz es un factor determinante para el manejo del cultivo debido a que los síntomas se manifiestan cuando el patógeno ya ha colonizado los tejidos vasculares y ha destruido gran parte del sistema radicular (Carvajal-Salazar *et al.*, 2022). Dentro de los métodos de control, el cultural es la estrategia más empleada para el manejo de la pudrición de la raíz donde ya que se tienen en cuenta tres aspectos fundamentales: evitar las causas que originan la enfermedad, manejo del foco evitando la dispersión y rehabilitación del área afectada.

En cuanto al control químico existen pocas expectativas sobre el potencial de control principalmente por su baja eficiencia y por la rentabilidad económica de su aplicación (Polanco, 2013). El control biológico es un método promisorio para el manejo de *Rosellinia* spp. el cual ha mostrado resultados satisfactorios con diferentes agentes de biocontrol (Sanabria-Velázquez & Grabowski-Ocampos, 2016).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la pudrición negra, se puede observar que, según la percepción de los especialistas, todas las prácticas son consideradas en un porcentaje mayor al 47% como prácticas muy recomendadas. Dentro de estas, la erradicación de árboles afectados, la remoción de raíces afectadas y la remoción de residuos leñosos son las más recomendadas por los especialistas (figura 137). La recomendación de las prácticas culturales: repique del suelo, limpieza y solarización del suelo y la poda de raíces laterales de árboles cercanos difirió entre los distintos especialistas. En promedio, el 56% indicaron que son prácticas muy recomendadas, el 15,7% que son poco recomendables y el 12,5% que no se recomiendan (figura 137).

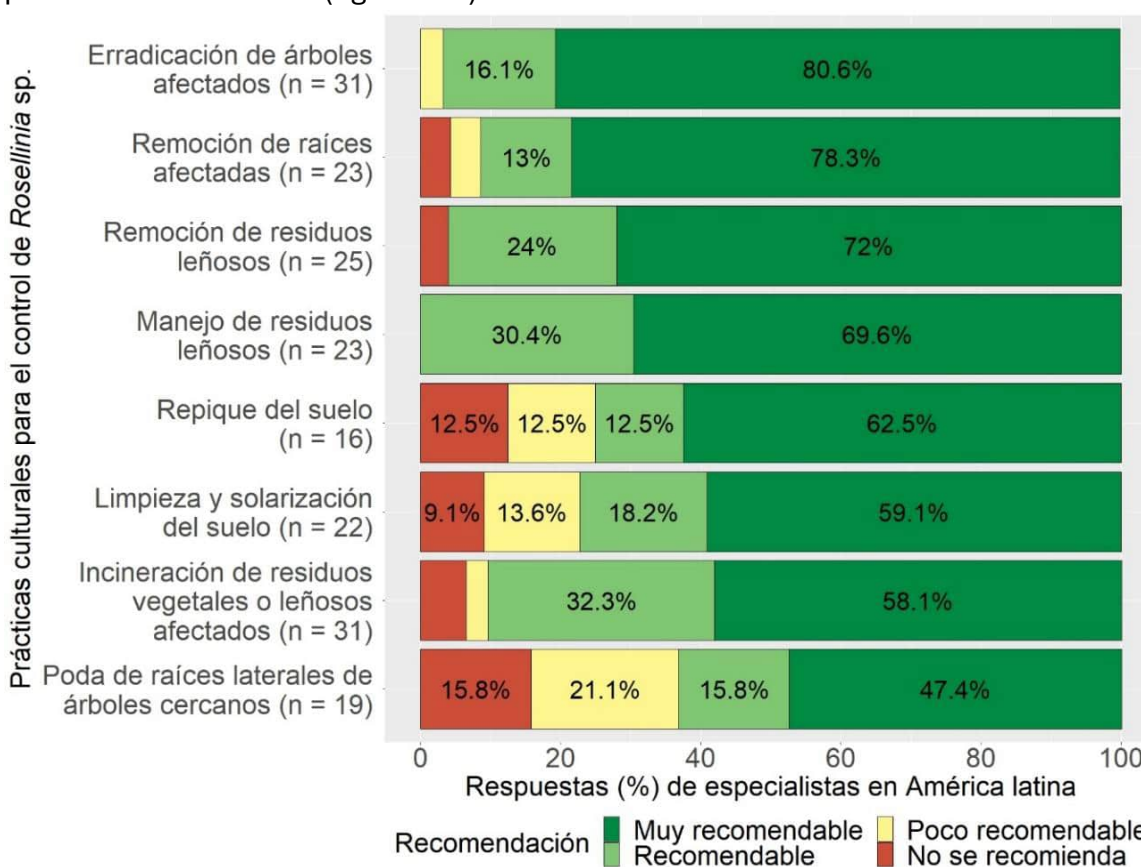


Figura 137. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

En la literatura se recomienda la integración de las prácticas culturales de la siguiente manera: el primer paso es aislar el árbol mediante la realización de zanjas y realizar la poda de las raíces, el segundo paso consiste en la eliminación y quema de los restos leñosos y el último paso es la aplicación de cal para aumentar el pH y facilitar la descomposición orgánica de los tejidos. También se puede realizar la solarización de tejidos leñosos para ayudar a erradicar el patógeno (García *et al.*, 2003).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de las prácticas culturales para el control de la pudrición negra de la raíz, todas las prácticas encuestadas fueron catalogadas en más del 50% como prácticas muy efectivas. Dentro de estas, la práctica erradicación de árboles afectados fue considerada por el 100% de los especialistas como de alta efectividad (figura 138). Otras prácticas con efectividad alta son el manejo de residuos leñosos, la remoción de raíces afectadas, la incineración de residuos vegetales afectados y la remoción de residuos leñosos con porcentajes superiores al 75% (figura 138).

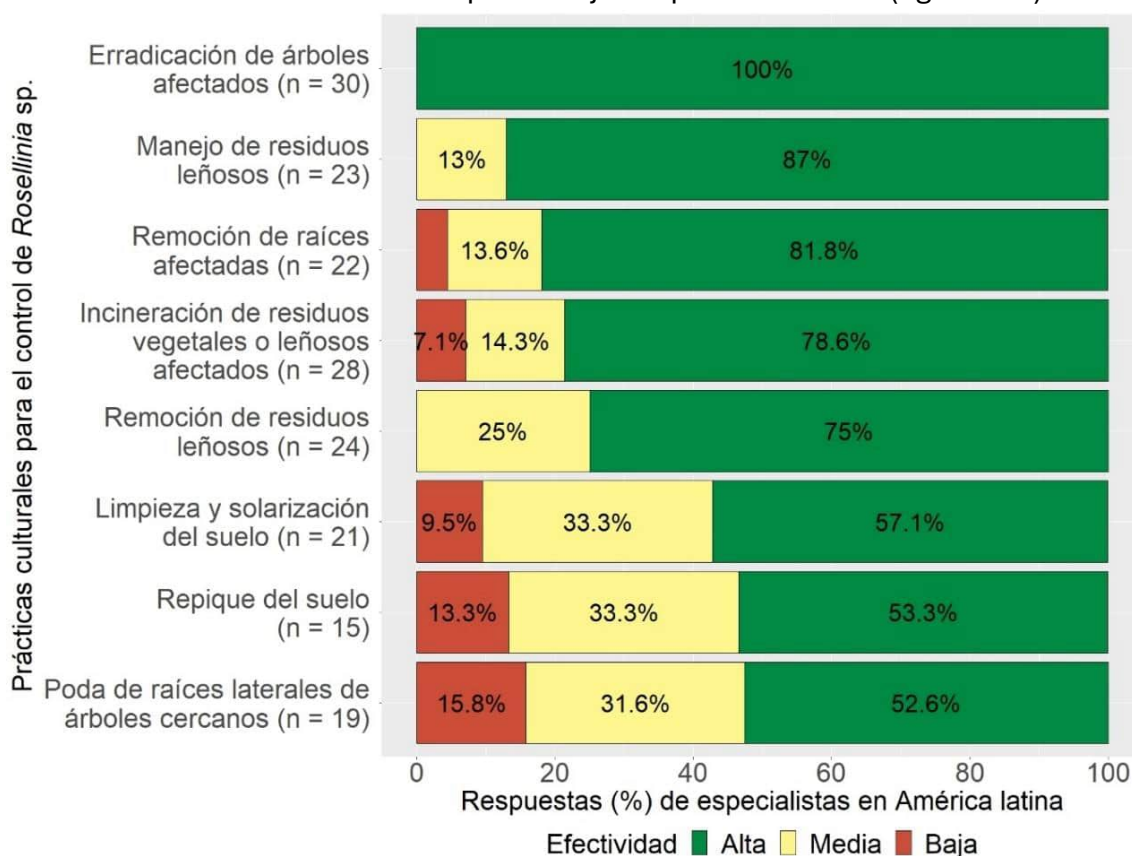


Figura 138. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas, se puede observar en términos generales que entre el 40 y el 50% de los especialistas consideran que son prácticas económicas, entre el 30 y el 50% las consideran prácticas medianamente costosas y menos del 30% como prácticas muy costosas (figura 139). Se pueden catalogar como prácticas económicas al manejo y remoción de residuos leñosos, con más del 50% de respuestas en esta categoría. La erradicación de árboles afectados, la poda de raíces laterales y el repique del suelo son prácticas que se consideran en mayor proporción como medianamente costosas (figura 139).

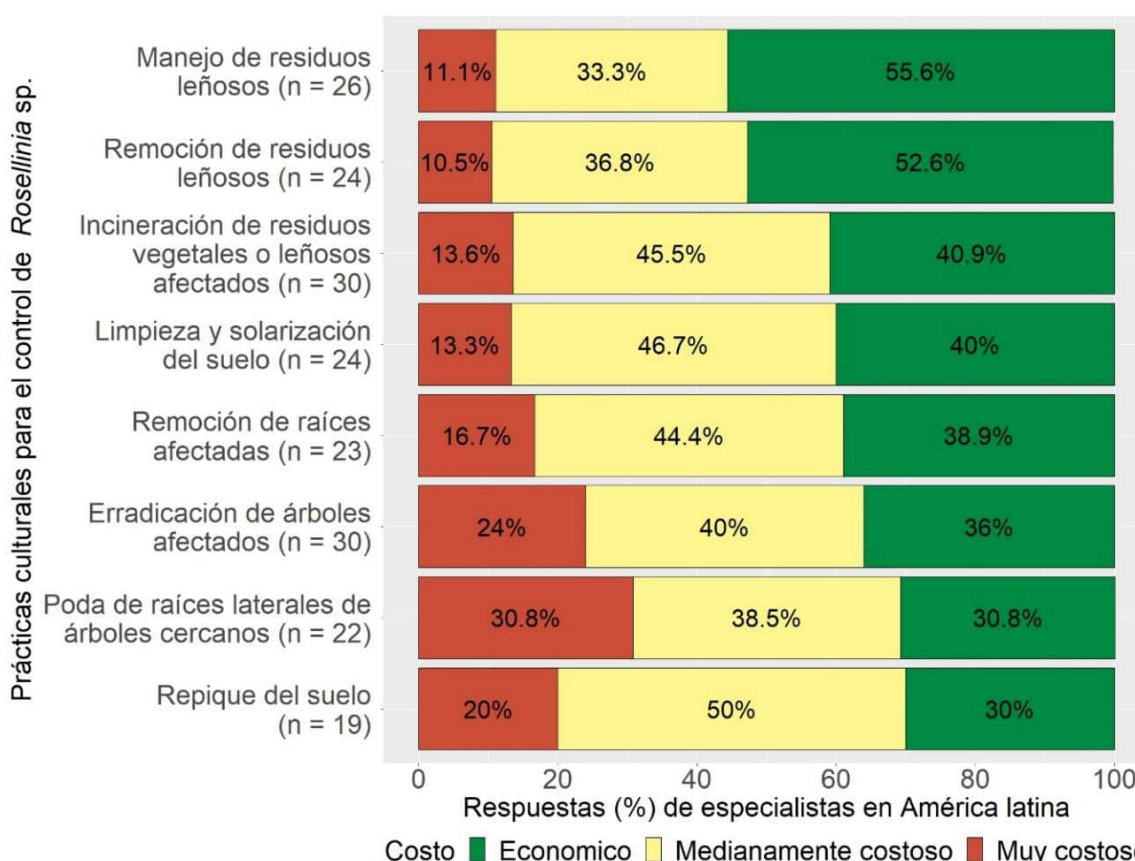


Figura 139. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas culturales fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 70% (figura 140). La única práctica que fue catalogada como medianamente asequible fue la poda de raíces laterales de árboles cercanos posiblemente por la complejidad que implica la realización de esta actividad (figura 140).

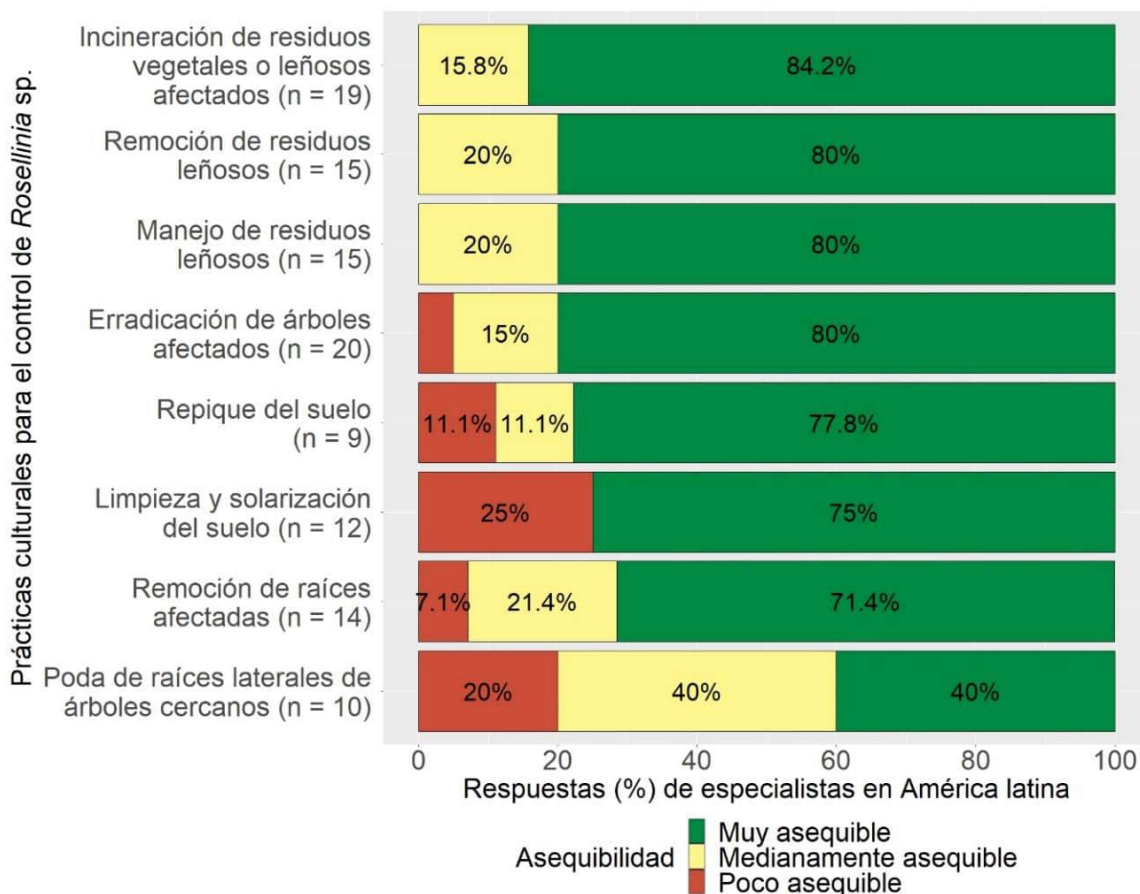


Figura 140. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de las prácticas culturales, todas fueron catalogadas en una proporción mayor al 50% como prácticas de difusión media, lo que indica que son utilizadas por una minoría de los productores para el control de la pudrición negra de la raíz. El repique del suelo, la poda de raíces laterales de árboles cercanos y la limpieza y solarización del suelo, fueron las prácticas que los especialistas consideran en una proporción mayor al 30% como de difusión baja (figura 141).

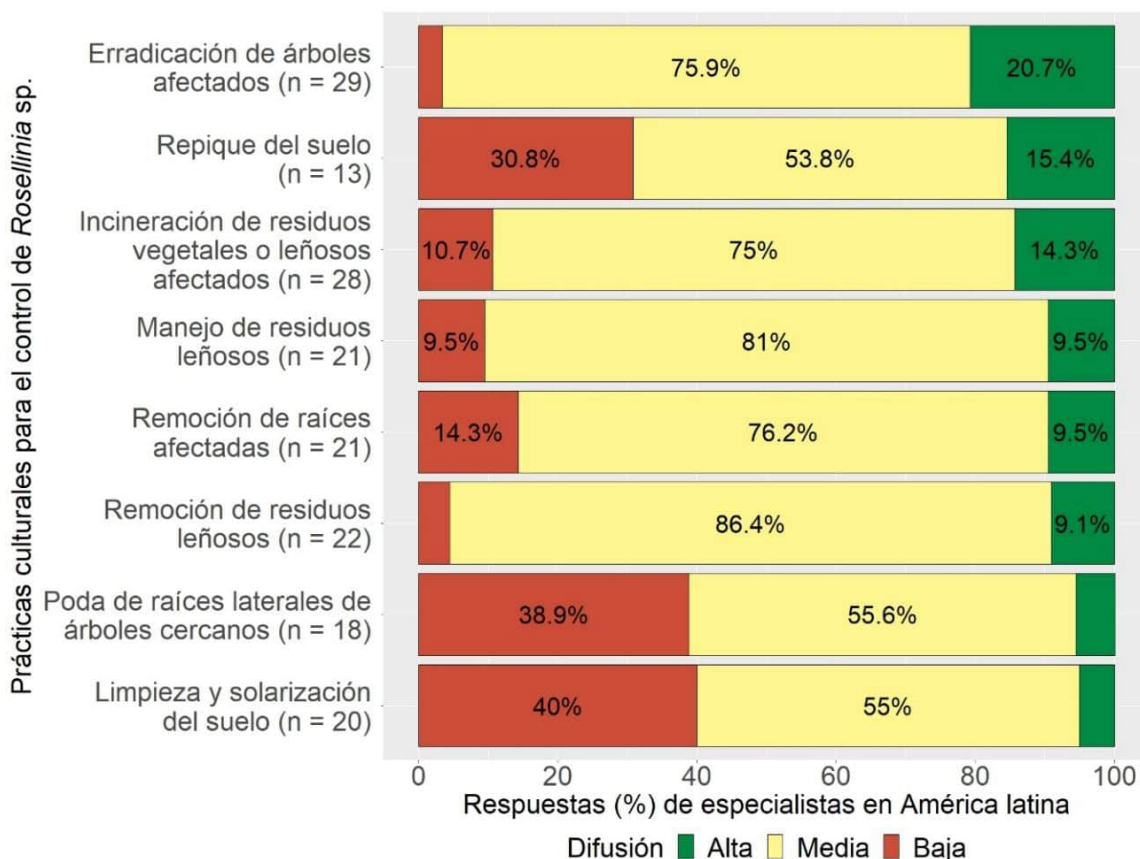


Figura 141. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de las prácticas culturales, más del 45% de los encuestados indicaron que estas prácticas deben realizarse cada vez que se observa la enfermedad (figura 142). En cuanto a las prácticas de poda de raíces laterales de árboles cercanos y repique del suelo, más del 30% de los especialistas consideran que no se utilizan para el control de la enfermedad (figura 142).

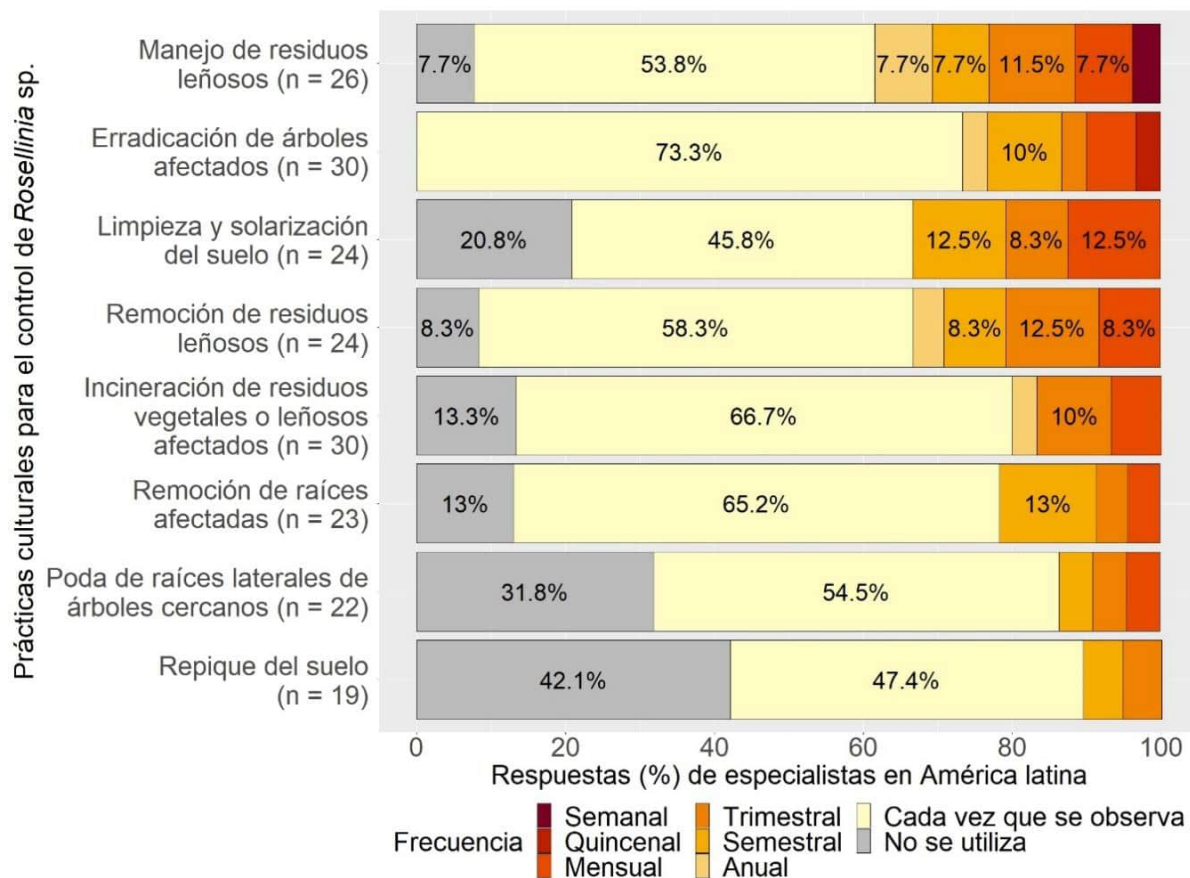


Figura 142. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráfica de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas económicas con una efectividad alta. Entre estas prácticas, se resalta con un mayor número de respuestas el manejo de residuos leñosos, la remoción de raíces afectadas y la remoción de residuos leñosos (figura 143). Entre las prácticas correlacionadas como de efectividad alta y medianamente costosas se encuentra en mayor proporción la erradicación de árboles afectados y la incineración de residuos vegetales/leñosos afectados (figura 143).

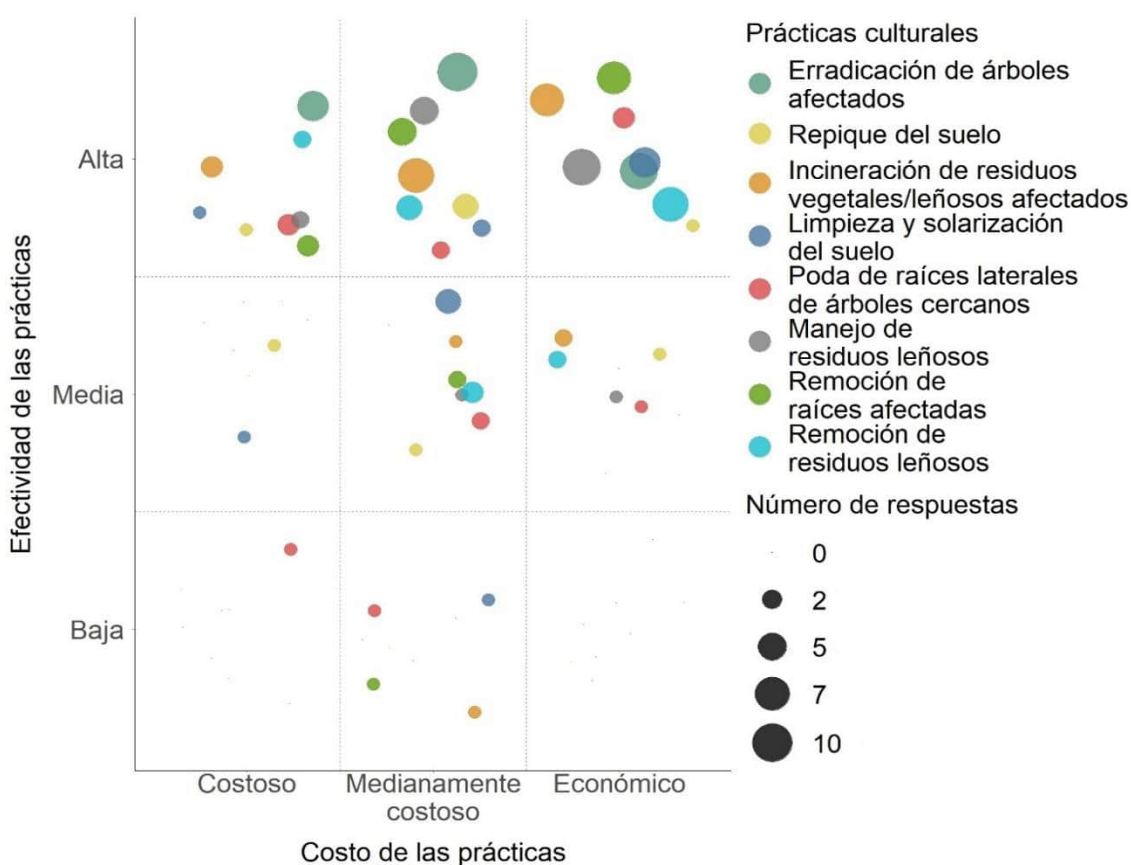


Figura 143. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequebilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia marcada hacia prácticas culturales con efectividad alta y muy asequebles. Con un mayor número de respuestas se destacan las prácticas erradicación de árboles afectados, incineración de residuos vegetales/leñosos afectados, manejo de residuos leñosos y en menor medida la remoción de raíces afectadas y la remoción de residuos leñosos (figura 144).

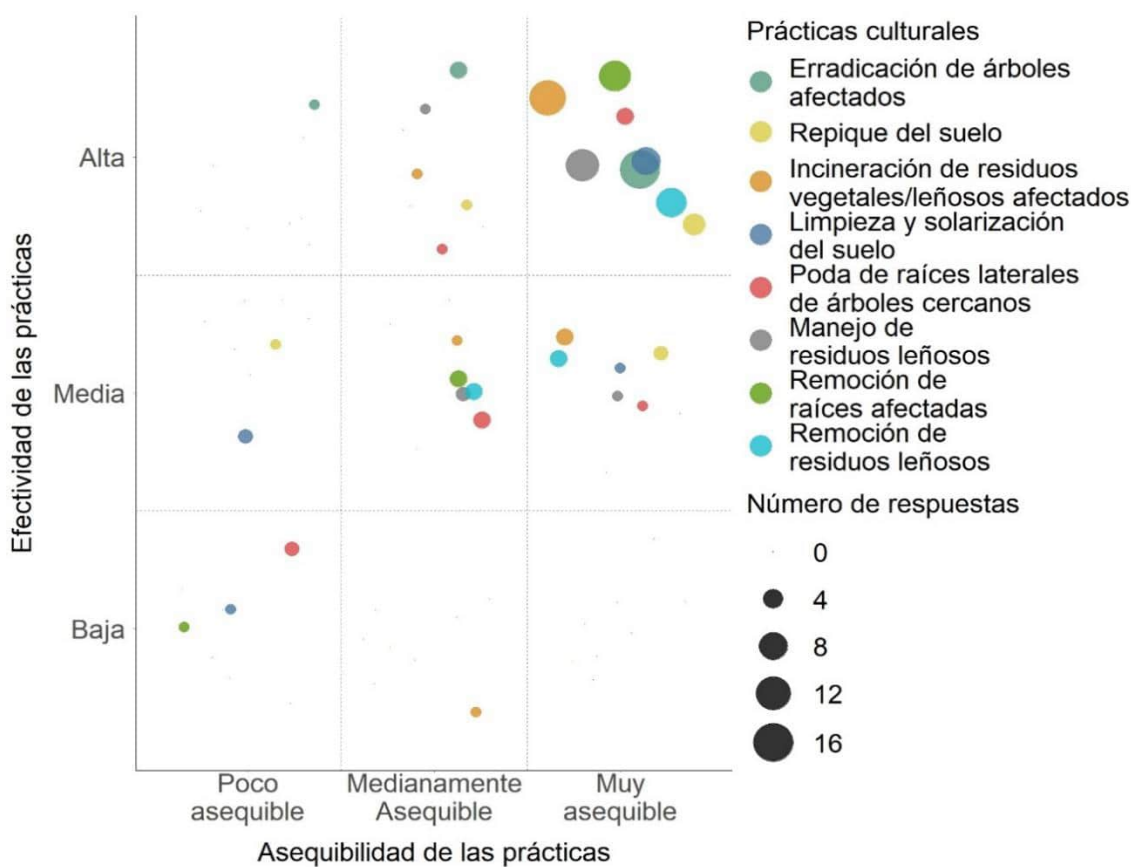


Figura 144. Correlación entre la efectividad y la asequebilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad alta y una difusión media. El mayor número de respuestas estuvo representado en las prácticas de erradicación de árboles afectados e incineración de residuos vegetales/leñosos afectados (figura 145).

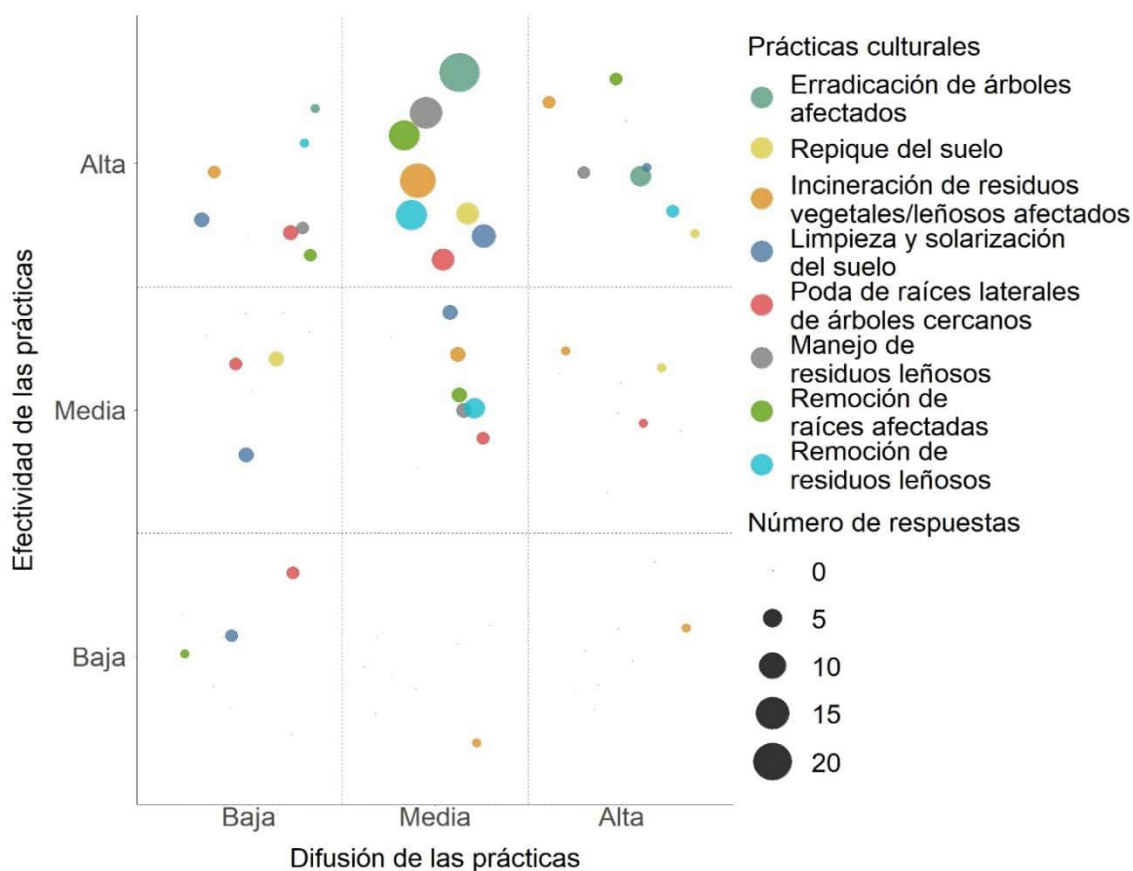


Figura 145. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control biológico

I. Recomendación

En cuanto a los agentes de control biológico utilizados para el control de pudrición negra de la raíz, todos los microorganismos fueron considerados por los especialistas como muy recomendables con proporciones entre el 45 y el 60% y recomendables con proporciones entre el 40 y 55% (figura 146). Entre los microorganismos más recomendados para el control de la enfermedad se encuentran *Trichoderma viridae*, *T. koningii* y *Bacillus subtilis* (figura 146).

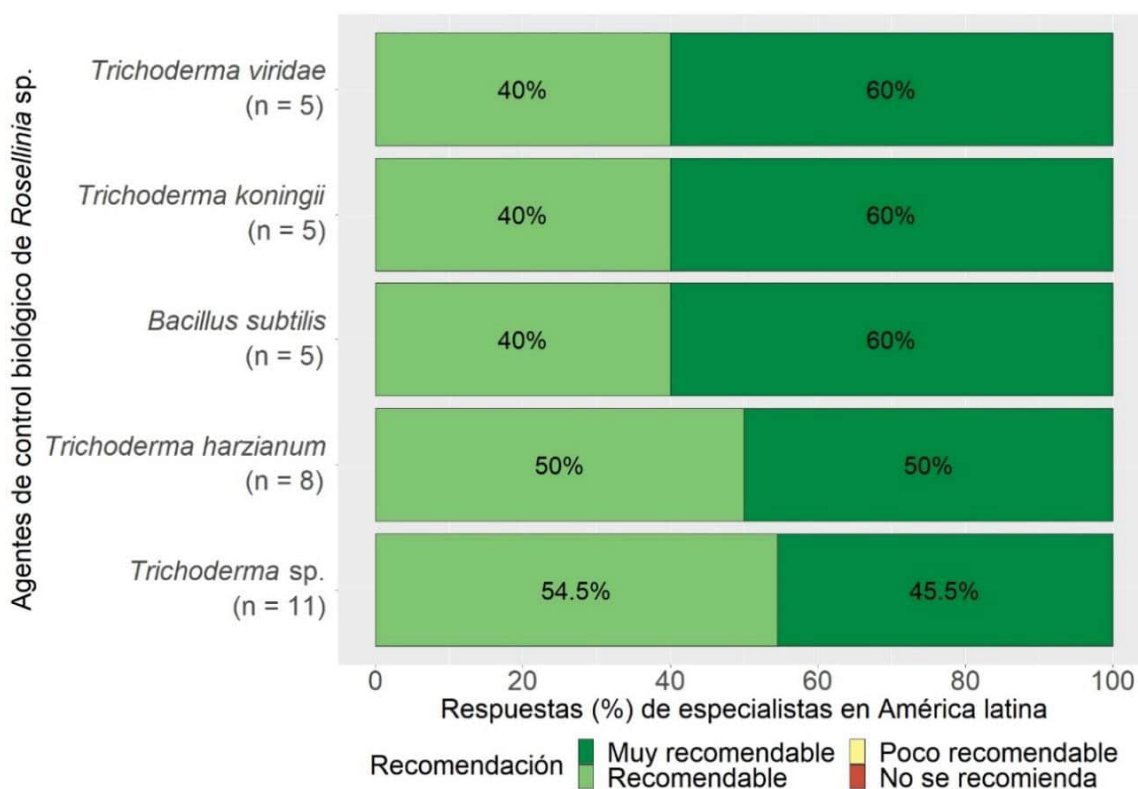


Figura 146. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

El control de la pudrición negra de la raíz se ha realizado principalmente con microorganismos como *Trichoderma* sp., Micorrizas y bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas* (Mendoza-García, 2000). El éxito de *Trichoderma* spp. en el control de patógenos del suelo se debe a que estos antagonistas son aislados directamente del suelo con condiciones ecológicas similares a los suelos donde se

reintroducen, mejorando su capacidad de respuesta en campo, factor que es indispensable para garantizar el éxito de los microorganismos utilizados en el control biológico (Sanabria-Velázquez & Grabowski-Ocampos, 2016).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control biológico, la mayoría de los microorganismos fueron considerados por los especialistas como de efectividad alta. El único que presentó una efectividad media en proporciones mayores al 60% fue la especie *Trichoderma viridae* (figura 147).

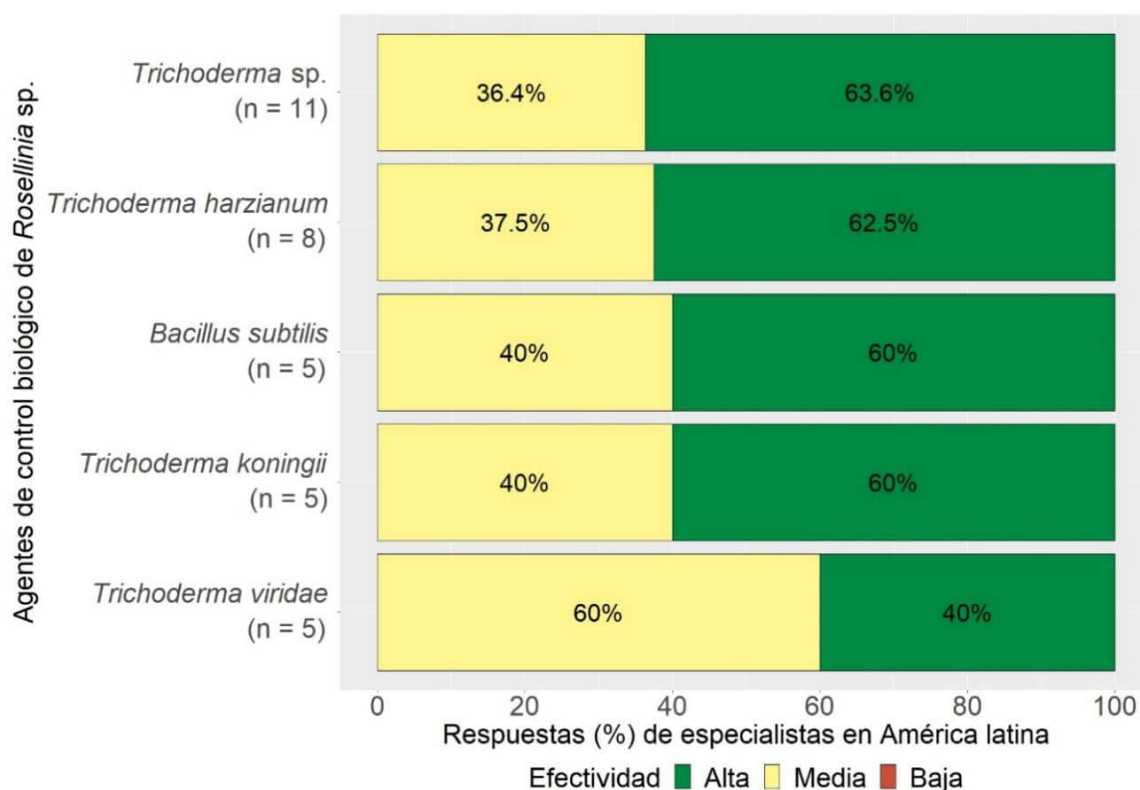


Figura 147. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes biológicos, la mayoría de los especialistas indicaron que los microorganismos son medianamente costosos, especialmente *Trichoderma koningii* y *Bacillus subtilis*, con respuestas del 80% y el 100% respectivamente (figura 148).

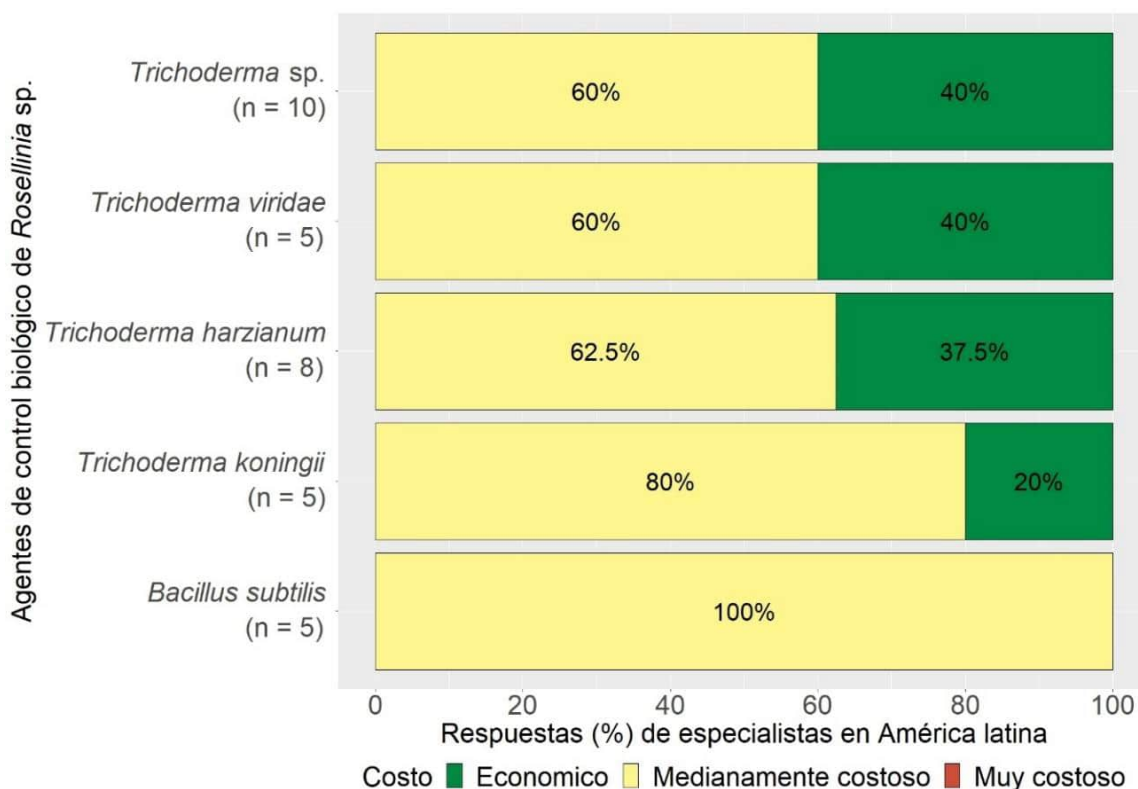


Figura 148. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la facilidad de adquirir estos agentes de control biológico, los especialistas indicaron que la única especie que es fácil de adquirir es *Trichoderma sp.* (figura 149). Las especies *T. harzianum* fue considerada por el 75% de los especialistas como medianamente asequible. La especie *T. koningii* fue considerada poco asequible y medianamente asequible por los dos especialistas que respondieron esta pregunta (figura 149).

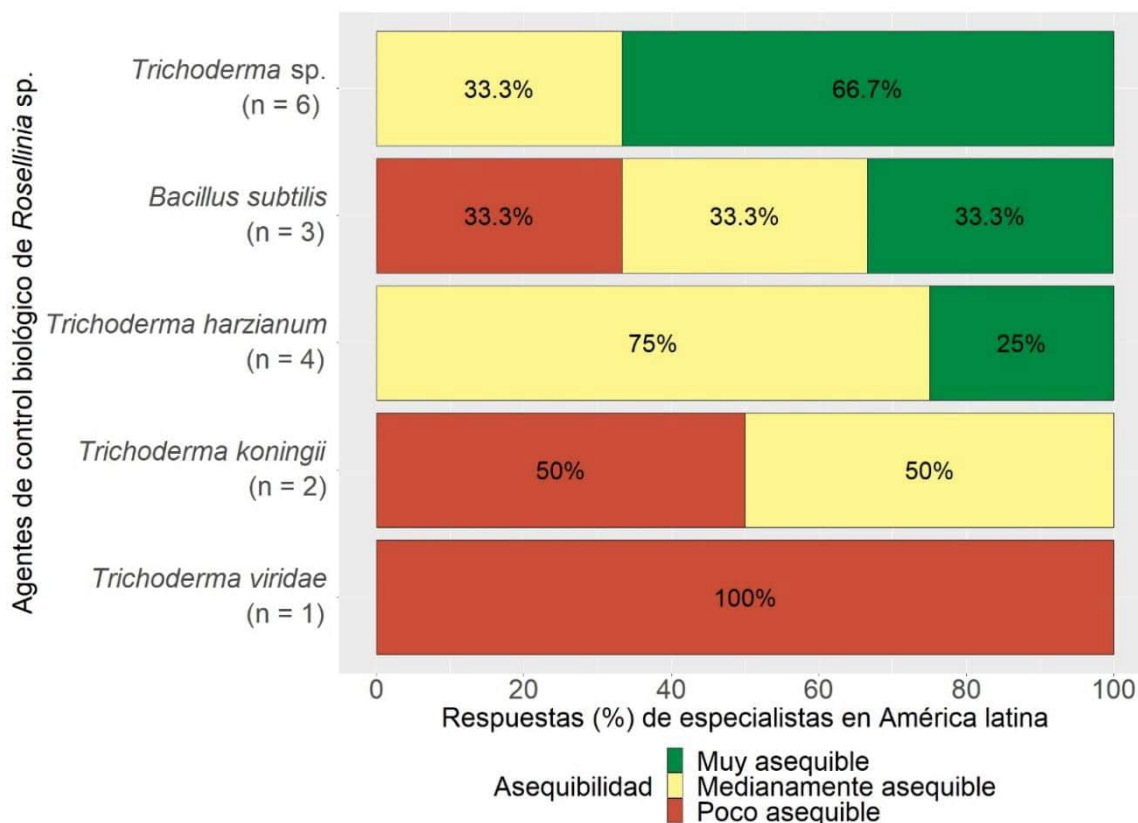


Figura 149. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los agentes de control biológico, las especies *Trichoderma sp.*, *T. harzianum* y *T. viride* son considerados microorganismos que una minoría de los productores utiliza (difusión media). Los especialistas indicaron en una proporción del 67% que los microorganismos *Bacillus subtilis* y *T. koningii* no son utilizados por los productores (figura 150).

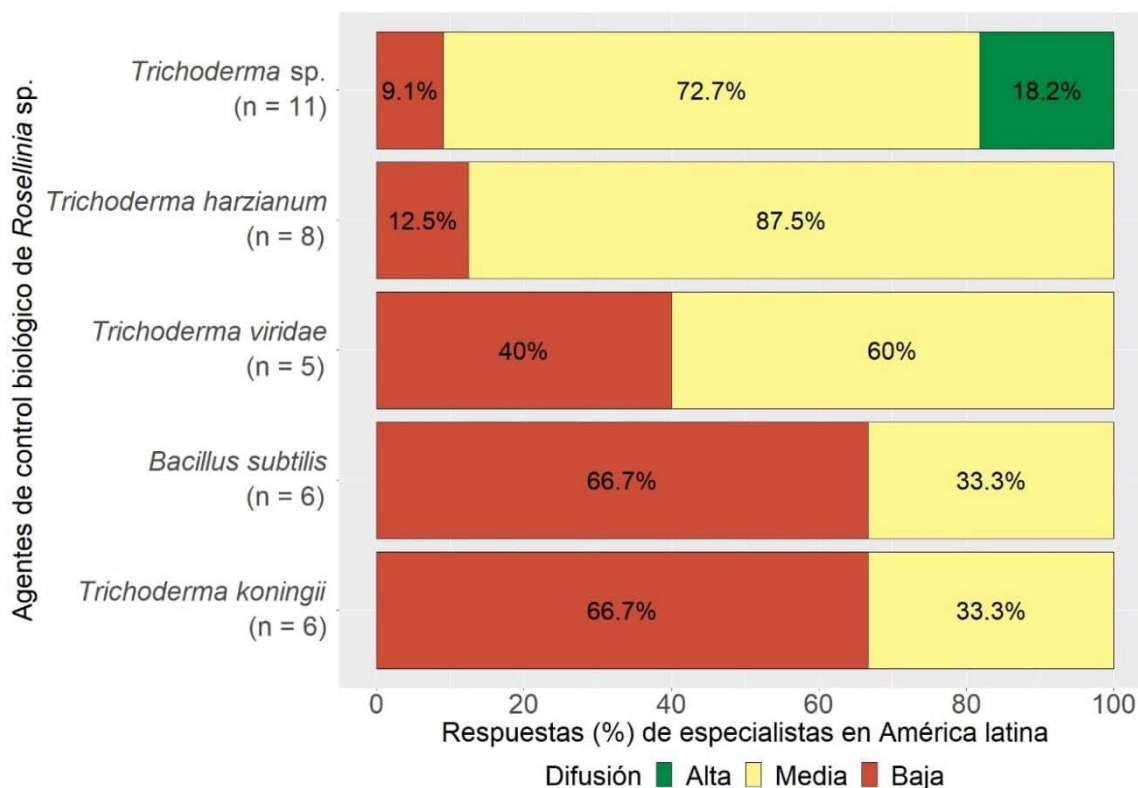


Figura 150. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con la percepción de los especialistas, la frecuencia de aplicación de las agentes de control biológico *Trichoderma koningii*, *Trichoderma sp.* y *Bacillus subtilis* debe realizarse quincenalmente, con respuestas entre el 14 y el 28% o mensualmente, con respuestas entre el 14 y el 36% (figura 151). Cabe resaltar que aproximadamente el 29% de los especialistas consideraron que las especies *T. koningii*, *T. viride* y *B. subtilis* se deben aplicar cada vez que se observa la enfermedad (figura 151).

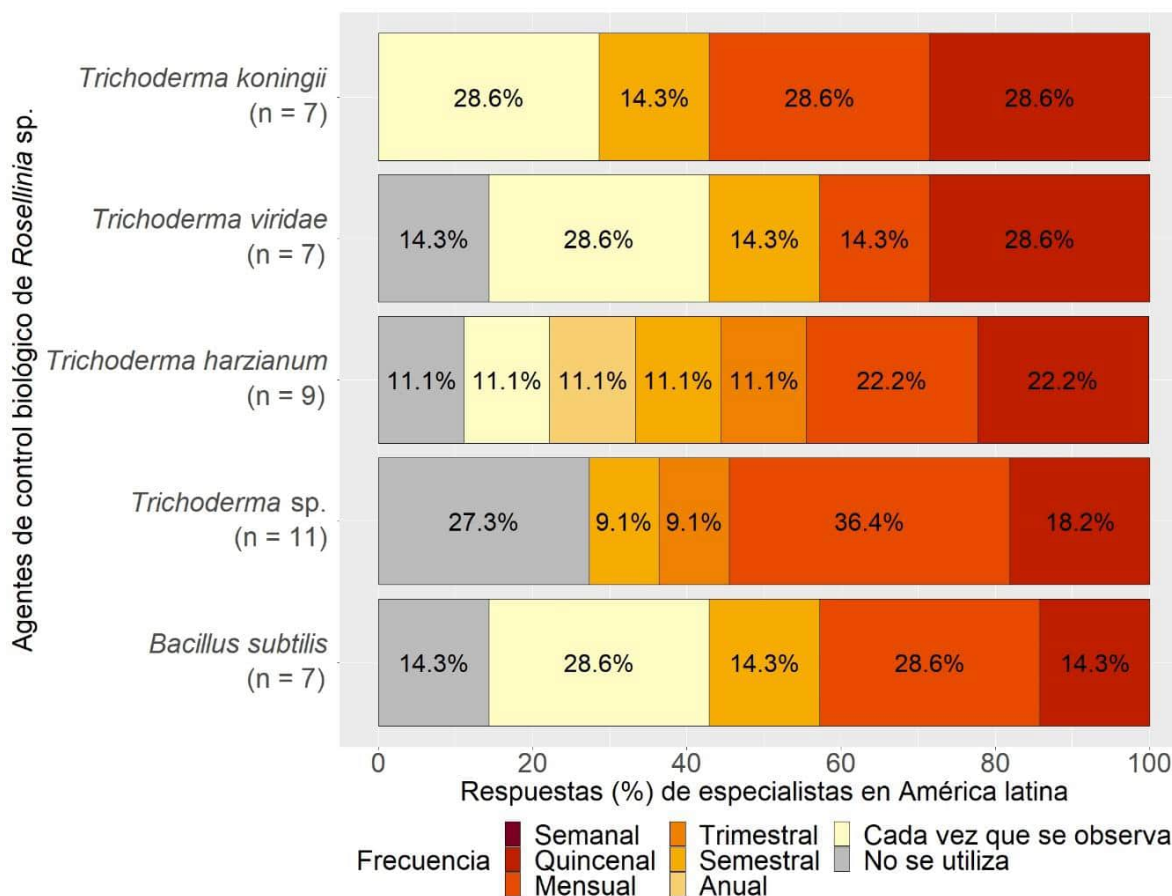


Figura 151. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráfica de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico mostraron una tendencia hacia productos medianamente costosos y de efectividad alta (figura 152), sin embargo, cabe resaltar que se obtuvieron pocas respuestas correlacionadas en todos los agentes de control. Esta correlación se vio más marcada para las especies *Trichoderma sp.*, *T. harzianum* y *B. subtilis* con un mayor número de respuestas (figura 152).

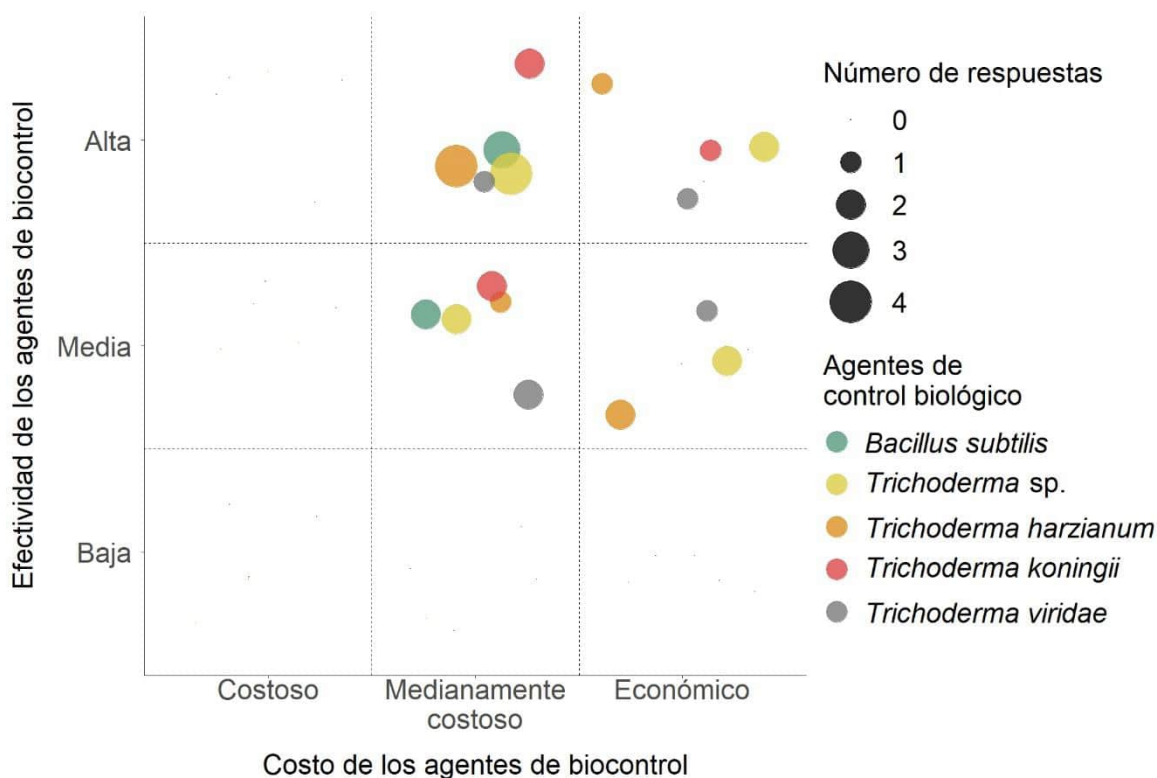


Figura 152. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico no mostraron una tendencia, sin embargo, un mayor número de especialistas consideraron a *Trichoderma* sp. como un microorganismo efectivo y muy asequible y a *T. harzianum* como efectivo, pero medianamente asequible (figura 153).

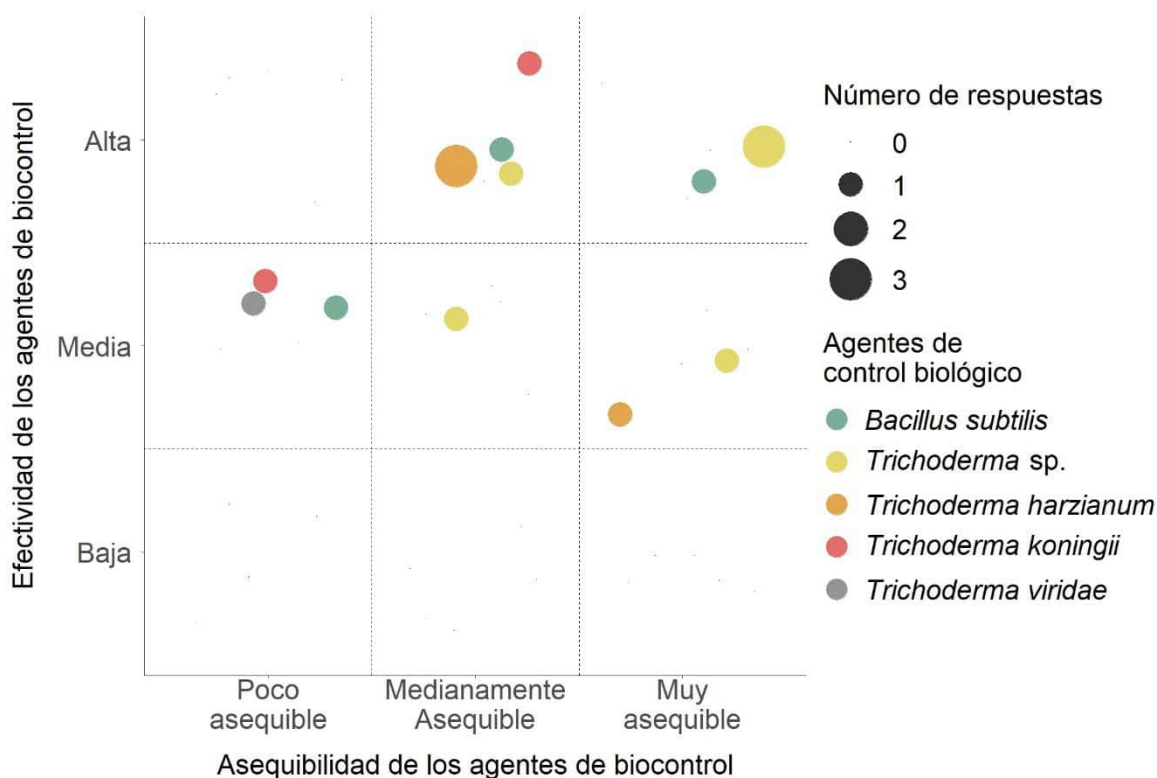


Figura 153. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las agentes de biocontrol no mostraron una tendencia por el bajo número de respuestas correlacionadas. En la gráfica se puede apreciar que los especialistas consideraron a *Trichoderma* sp. y *Trichoderma harzianum* como microorganismos de difusión media y de efectividad entre media y alta en similar proporción (figura 154).

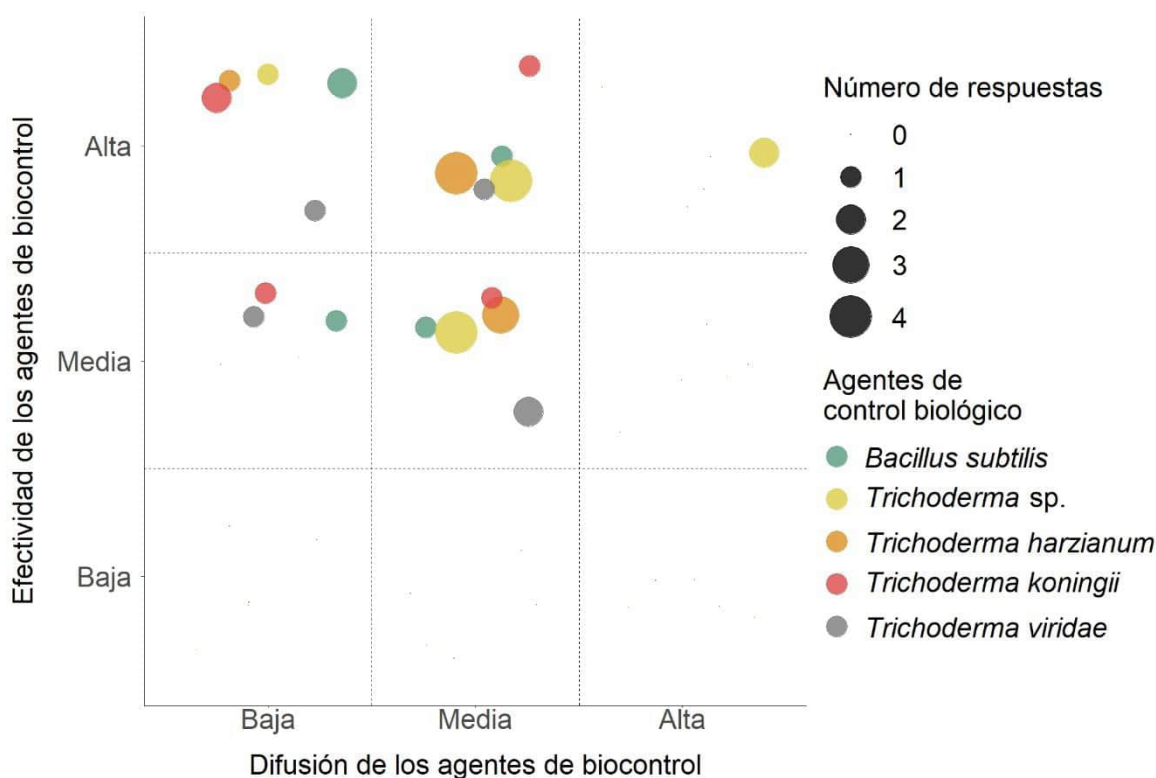


Figura 154. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto a la recomendación de los productos químicos utilizados para el control de la pudrición negra de la raíz, se puede observar que la cal agrícola fue el único producto que más del 55% de los especialistas consideraron muy recomendado para el control de la enfermedad. La percepción de los fungicidas cúpricos varió entre los especialistas, siendo considerado como muy recomendable por el 31% y recomendable por el 39% de ellos. Por otro lado, el químico Picloram-triisopropanol amonio y el 2,4-D-triisopropanol amonio fueron considerados por un mayor número de especialistas como no recomendados para el control de la enfermedad (figura 155).

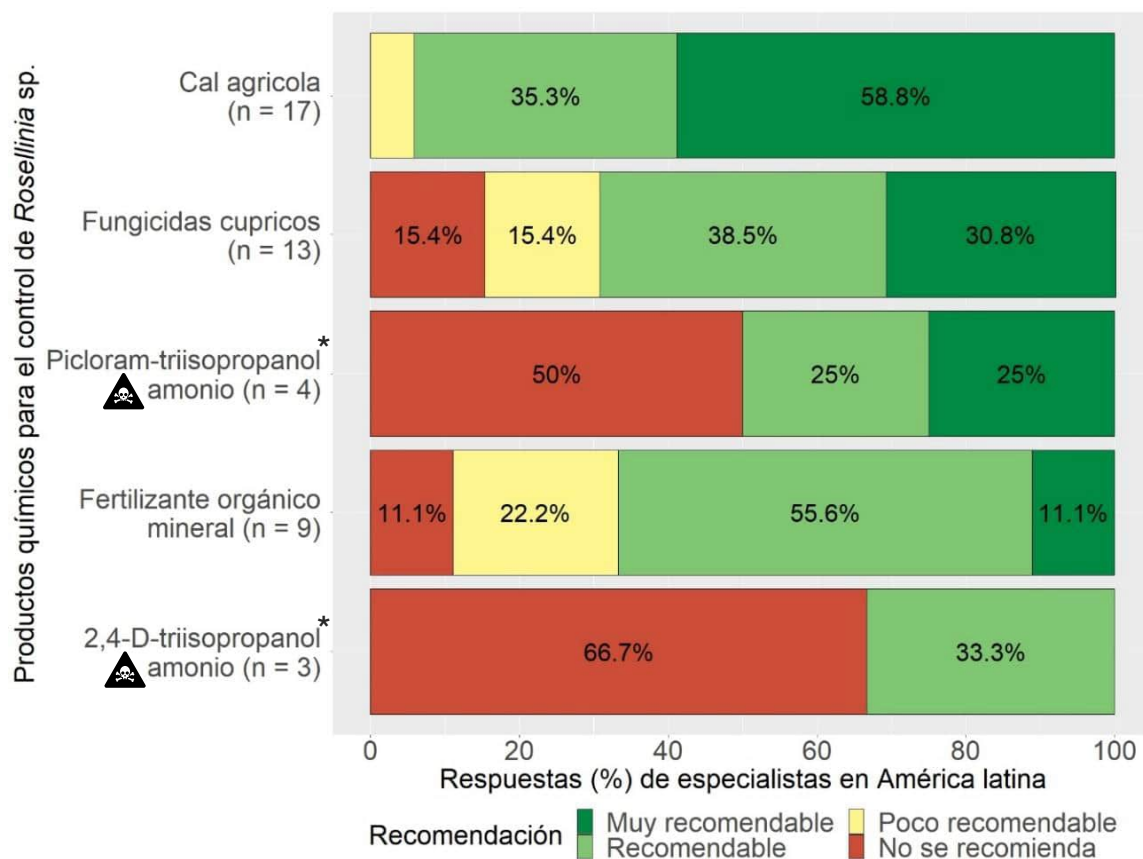


Figura 155. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Estos resultados concuerdan con reportes en literatura, donde no se recomienda el uso de productos químicos tóxicos para el control de la enfermedad, entre otras cosas, por la baja eficiencia de control, el aumento de los costos de producción y la contaminación del medio ambiente (Polanco, 2013).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la cal agrícola y los fungicidas cúpricos fueron considerados por más del 60% de los especialistas como efectivos para el control de la enfermedad. Los fertilizantes orgánicos y el Picloram-triisopropanol obtuvieron el mismo número de respuestas para una efectividad alta y media. El 2,4-D-triisopropanol amonio fue considerado por un único especialista como de efectividad media (figura 156).

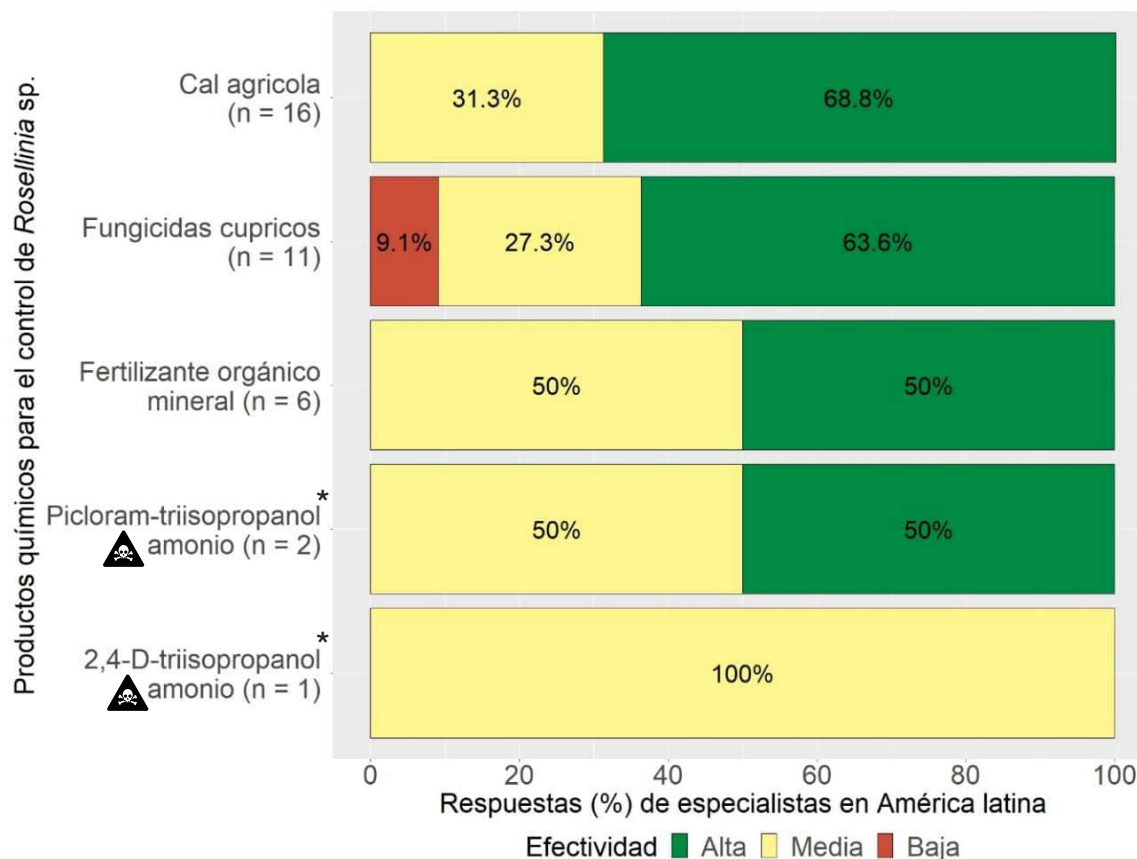


Figura 156. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, la cal agrícola y el fertilizante orgánico mineral, fueron considerados por los especialistas como productos económicos por más del 50% de ellos. En cuanto a los fungicidas cúpricos, una mayor cantidad de especialistas los catalogaron como medianamente costosos (figura 157).

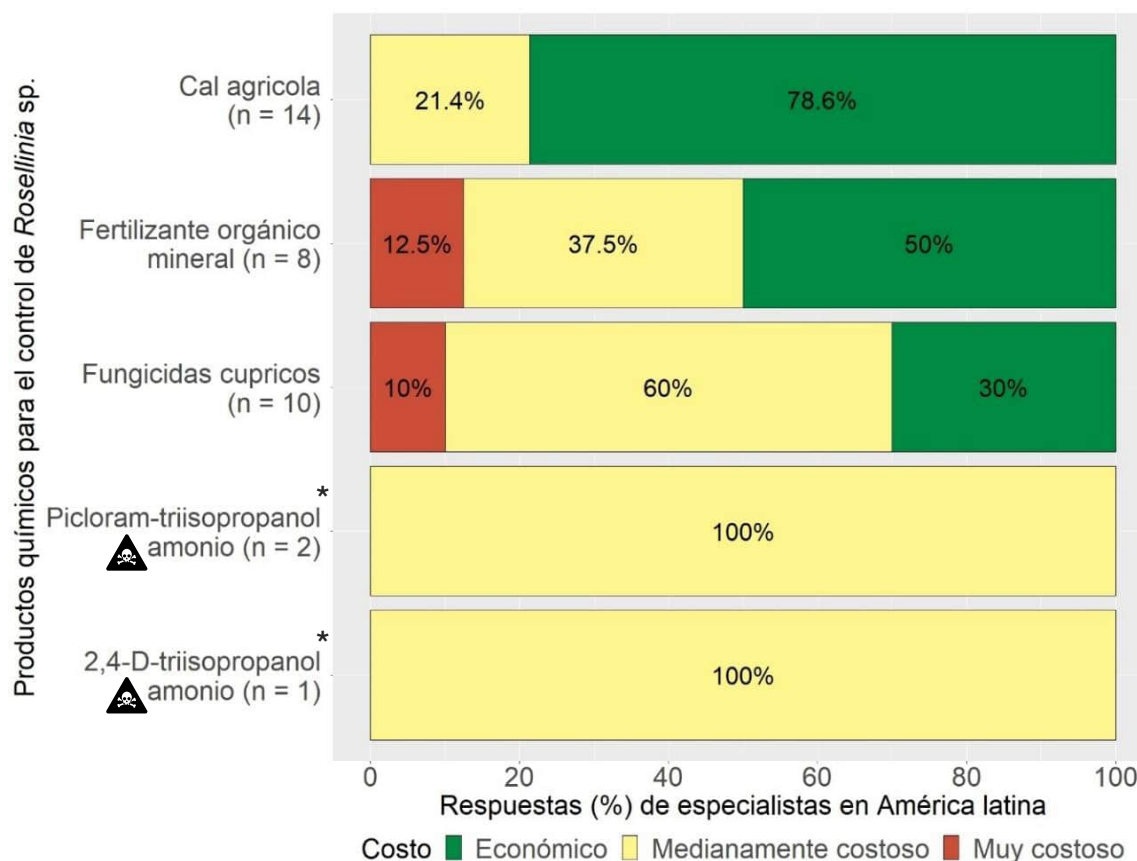


Figura 157. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad de los productos químicos, los fungicidas cúpricos, la cal agrícola y el fertilizante orgánico mineral, son considerados productos de asequibilidad alta por más del 60% de los especialistas. Por el contrario, el Picloram-triisopropanol amonio y el 2,4-D-triisopropanol amonio son productos considerados poco asequibles por los dos especialistas que respondieron esta pregunta (figura 158).

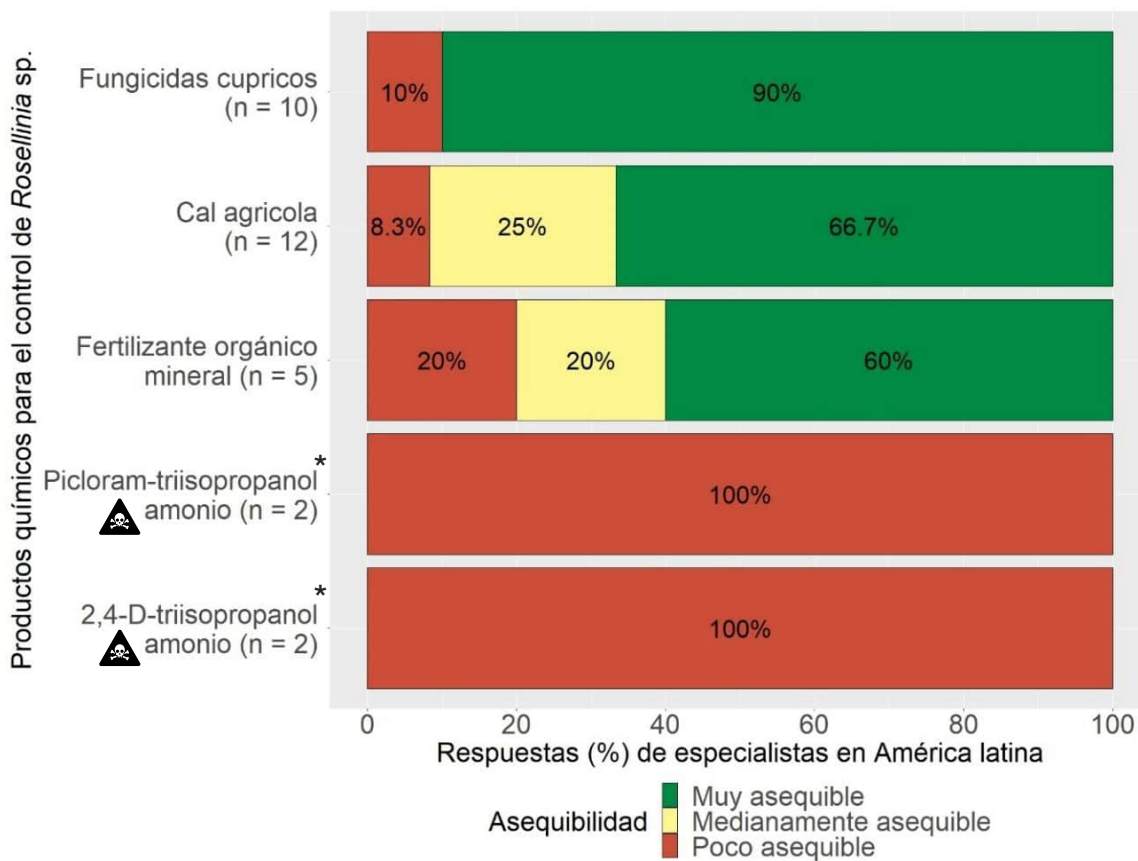


Figura 158. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, menos del 33% de los especialistas consideran a la cal agrícola y a los fungicidas cúpricos como productos de alta difusión. Los productos químicos Picloram-triisopropanol amonio y 2,4-D-triisopropanol amonio son considerados en una mayor proporción como químicos de baja difusión, es decir, no son utilizados por los productores para el control de la enfermedad (figura 159).

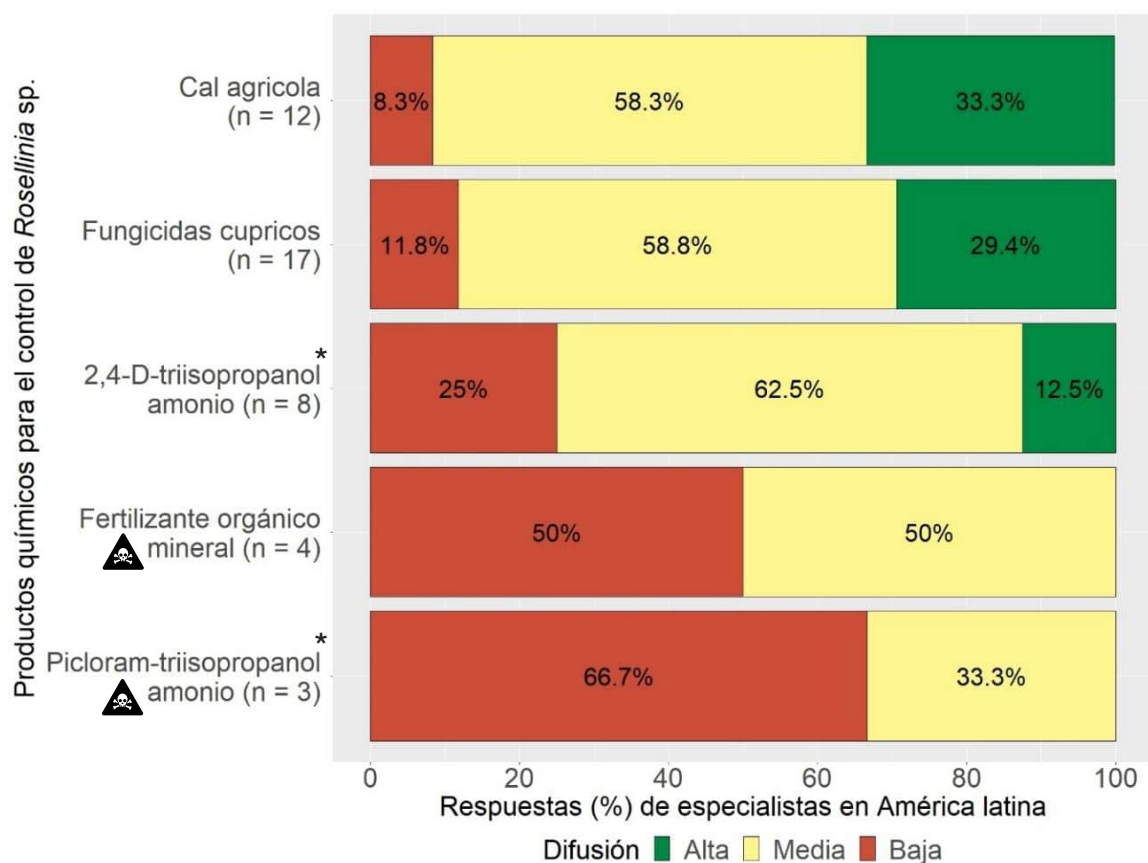


Figura 159. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp.*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, el 37% de los especialistas consideraron que el fertilizante orgánico mineral debe aplicarse trimestralmente, sin embargo, un alto porcentaje (25%) consideraron que no se utiliza para el control de la enfermedad. La aplicación de la cal agrícola varió de mensualmente a trimestralmente por el 20% de los especialistas, sin embargo, la mayoría de los especialistas consideraron que no se utiliza en el cultivo. Lo mismo ocurrió con los fungicidas cúpricos donde el 25% lo consideró de aplicación semestral y el 42% consideró que no se utilizan. En cuanto al Picloram-triisopropanol amonio y 2,4-D-triisopropanol amonio los especialistas indicaron que se aplica cada vez que se observa la enfermedad, pero también un alto porcentaje indicó que no se utiliza (figura 160).

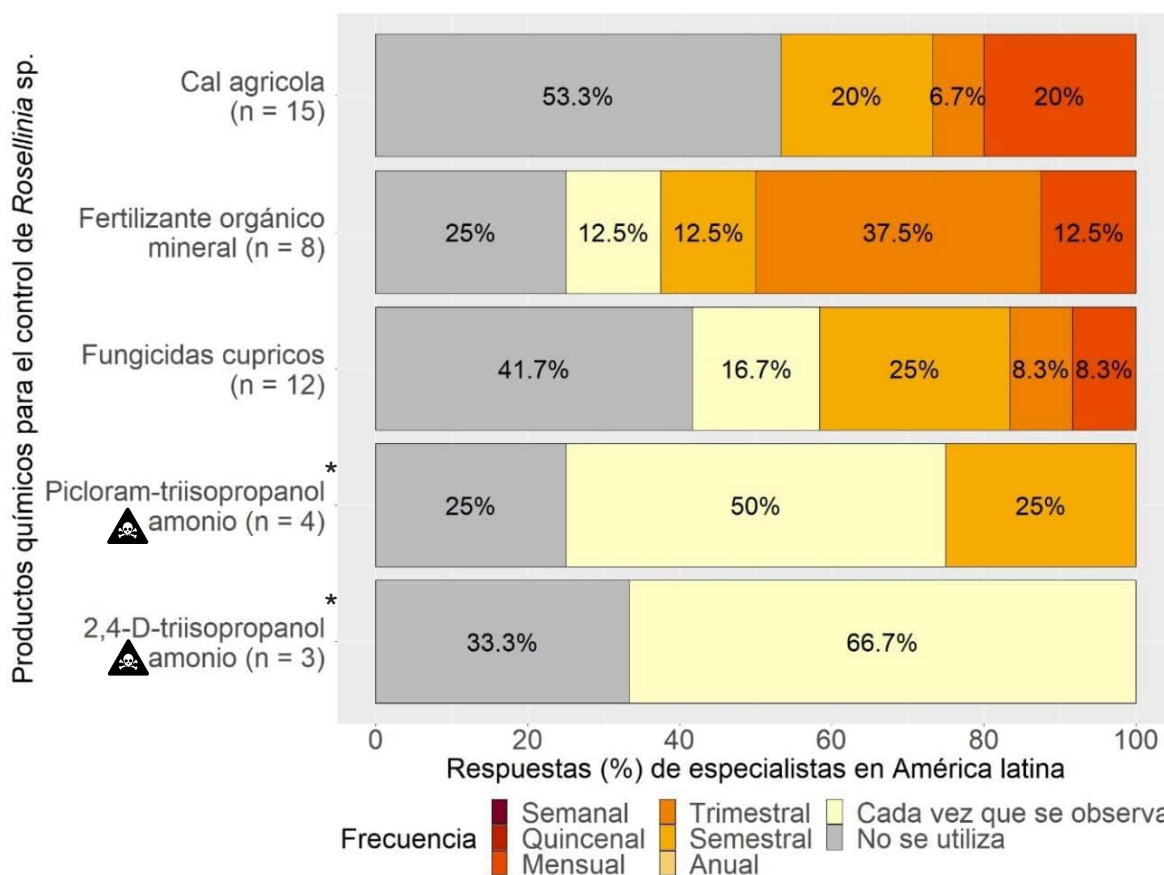


Figura 160. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos mostraron una tendencia únicamente para los fungicidas cúpricos, donde un mayor número de especialistas los consideran de efectividad alta y medianamente costosos (figura 161). Con la cal agrícola no se observó una tendencia clara, obteniendo respuestas en la misma proporción para las categorías de efectividad alta y económico y de efectividad media y económico (figura 161).

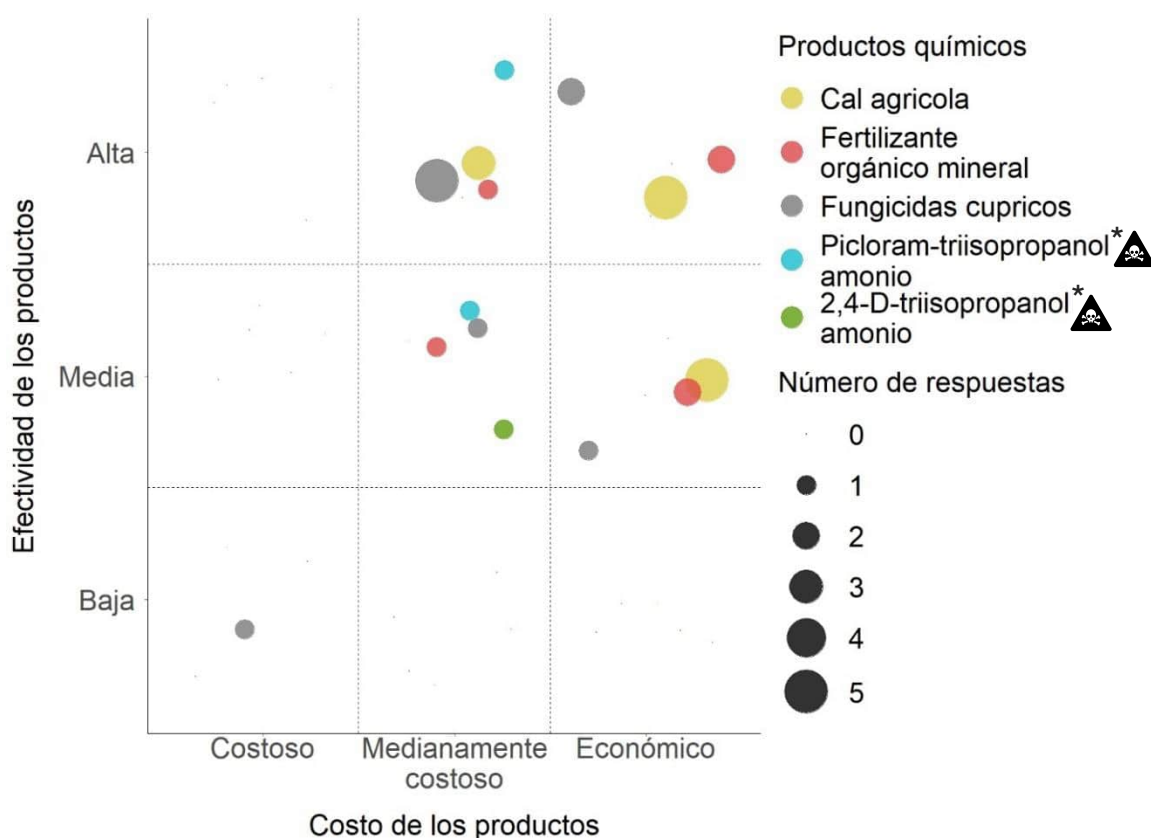


Figura 161. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos no mostraron una tendencia en la correlación por el bajo número de respuestas (figura 162). Se pudo apreciar una mayor correlación para una efectividad alta y asequibilidad alta en los fungicidas cúpricos, pero esto no ocurrió con la cal agrícola donde se obtuvieron aproximadamente el mismo número de respuestas para tres categorías (figura 162).

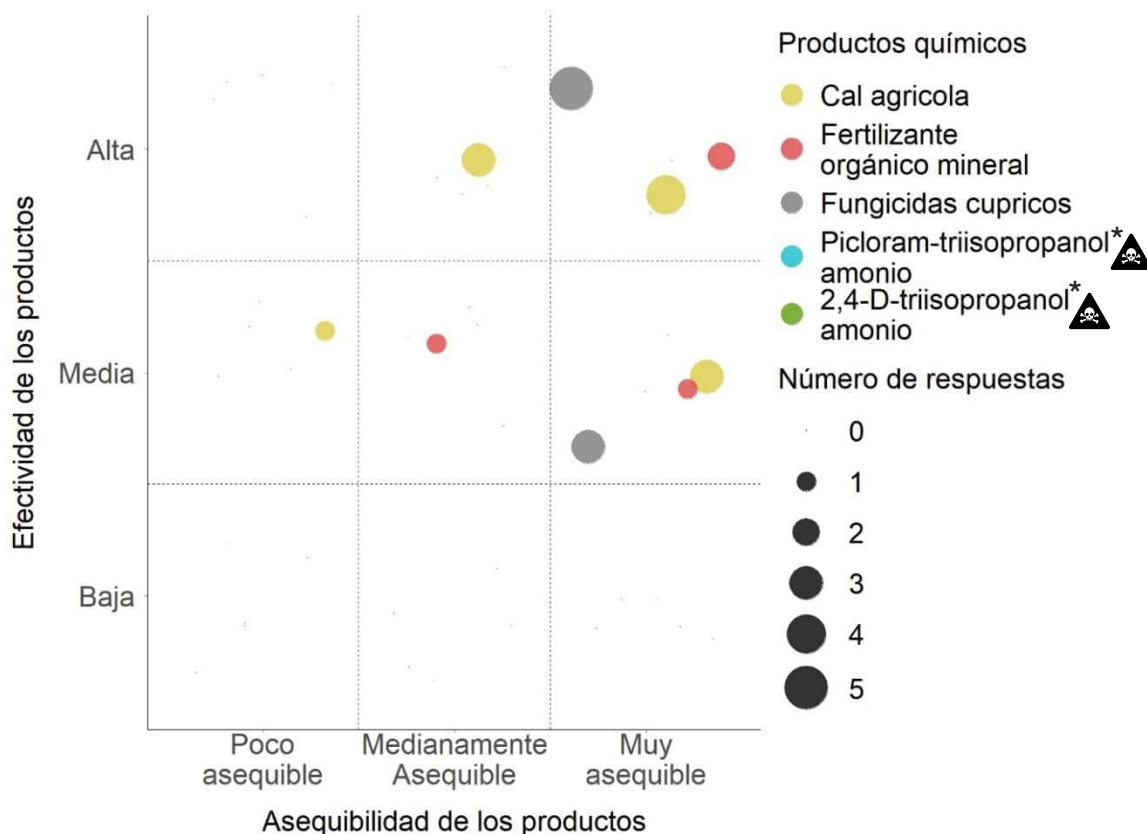


Figura 162. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos no mostraron una tendencia en la correlación por el bajo número de respuestas (figura 163). Se pudo apreciar una mayor correlación para una efectividad alta y difusión media en la cal agrícola y los fungicidas cúpricos (figura 163).

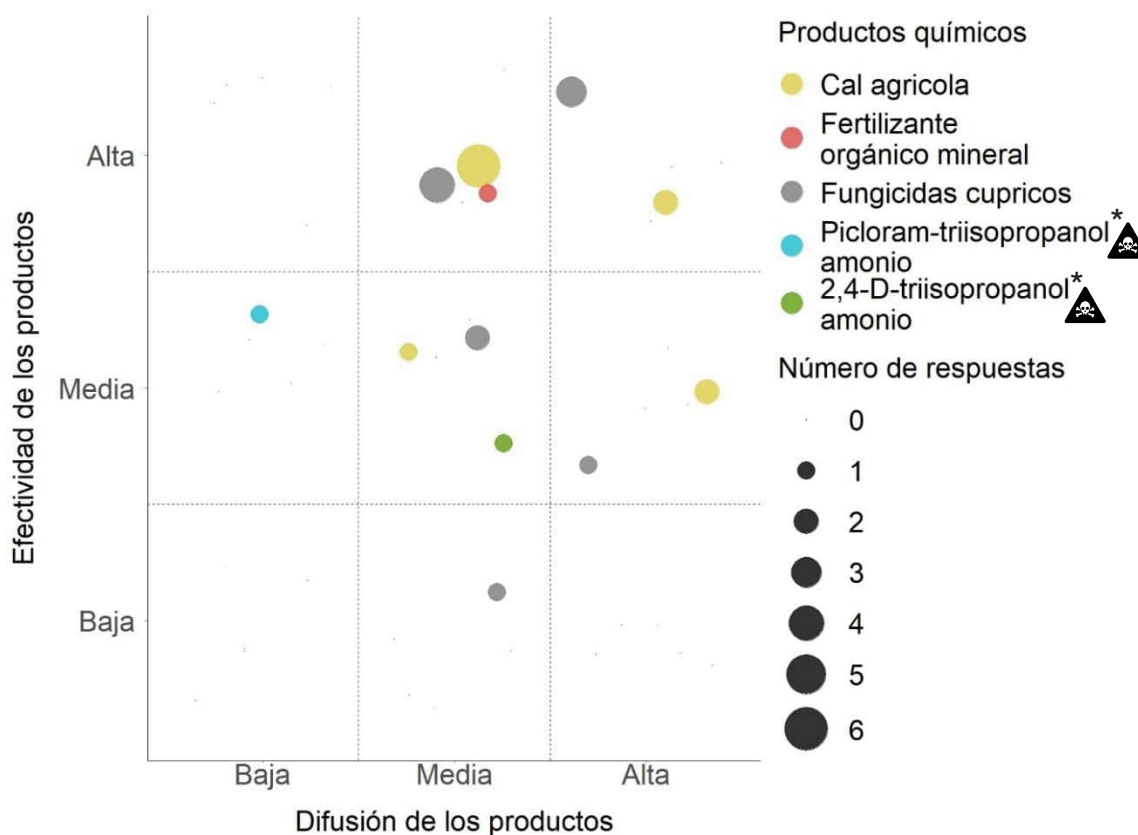


Figura 163. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina. *Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

En cuanto al control genético, de 19 especialistas que respondieron la sección, el 68% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Los especialistas consideraron que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño

ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 50% y el diseño policlonal con variedades locales con un 42,9% (figura 164).

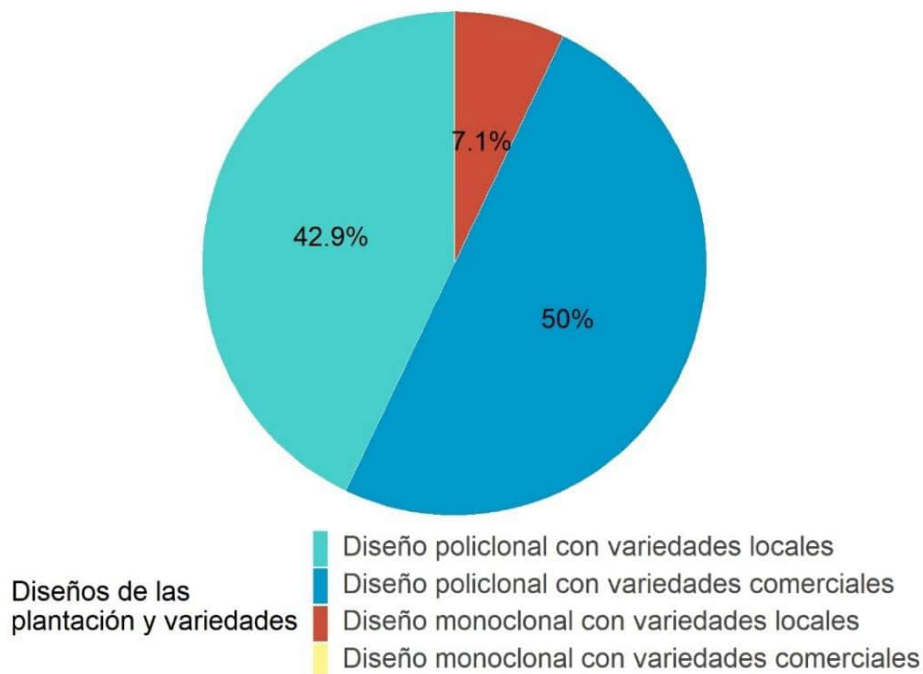


Figura 164. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe por su resistencia/tolerancia a la pudrición negra de la raíz, se destaca el clon CCN-51 recomendado en países como Ecuador, Brasil, México y Colombia. El clon IMC-67 fue el más recomendado en Colombia, seguido del clon Caucasia-39 (figura 165).

El control genético es un método del cual se tienen muchas expectativas para el control de la enfermedad, sin embargo, no se ha podido obtener resultados significativos posiblemente por la condición saprofita del patógeno lo que impide la coevolución de la planta dificultando la adquisición de genes de resistencia (Polanco, 2013). Dentro de los materiales considerados tolerantes a *Rosellinia pepo* se encuentran IMC-67, Pound-7 y UF613 (García-Córdoba *et al.*, 2005).

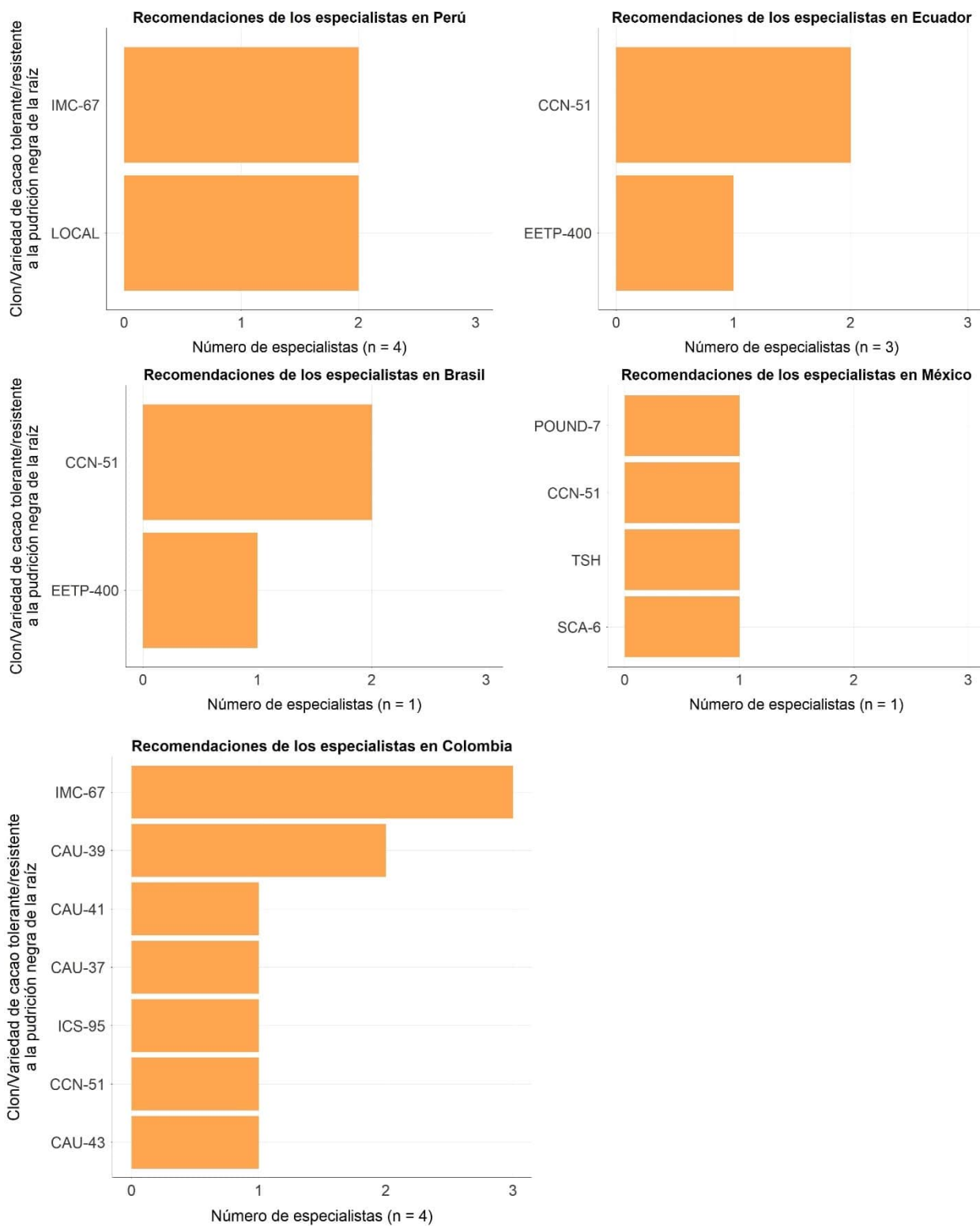


Figura 165. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la pudrición negra de la raíz.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de *Rosellinia* sp. para las dos primeras componentes consiguió explicar el 65,6% de la varianza observada en los datos (figura 157). El primer componente se alimenta de la correlación entre las variables difusión, asequibilidad, costo y recomendación, resaltando que los métodos más recomendados tienden a ser más costosos. El segundo componente solo se relacionó con la variable efectividad, representando la importancia de la eficiencia de la práctica o el producto al momento de ser recomendada (figura 166).

A nivel de los métodos de control, se puede apreciar que, según la percepción de los especialistas, las prácticas culturales son muy recomendadas para el control de la enfermedad *Rosellinia* sp., dentro de estas, la erradicación de árboles afectados, el repique del suelo y la remoción de raíces afectadas son las más recomendadas. En cuanto a la efectividad, la mayoría de las prácticas culturales presentan una efectividad alta, dentro de estas, la remoción de residuos leñosos y el manejo de los residuos son consideradas las prácticas más efectivas (figura 166).

La difusión de las prácticas representó un componente importante al momento de explicar las variables, en este caso, se puede apreciar que la mayoría de las prácticas culturales son utilizadas por los productores. En cuanto al costo de estas prácticas, la limpieza y solarización del suelo, la remoción y manejo de residuos leñosos son consideradas las prácticas más económicas (figura 166).

En cuanto al control químico, únicamente la cal agrícola y los fungicidas cúpricos fueron recomendados por la mayoría de los especialistas y considerados de mayor asequibilidad y difusión para los productores. El Picloram-triisopropanol amonio y el 2,4-D-triisopropanol no se recomendaron ni fueron considerados efectivos o asequibles para los productores (figura 166).

Dentro del control biológico, *Trichoderma* con sus diferentes especies son menos recomendadas que métodos culturales y presentan una menor efectividad para el control de la enfermedad; los especialistas indicaron que son microorganismos relativamente económicos, especialmente *Trichoderma* sp., sin embargo, son medianamente asequibles para los productores (figura 166).

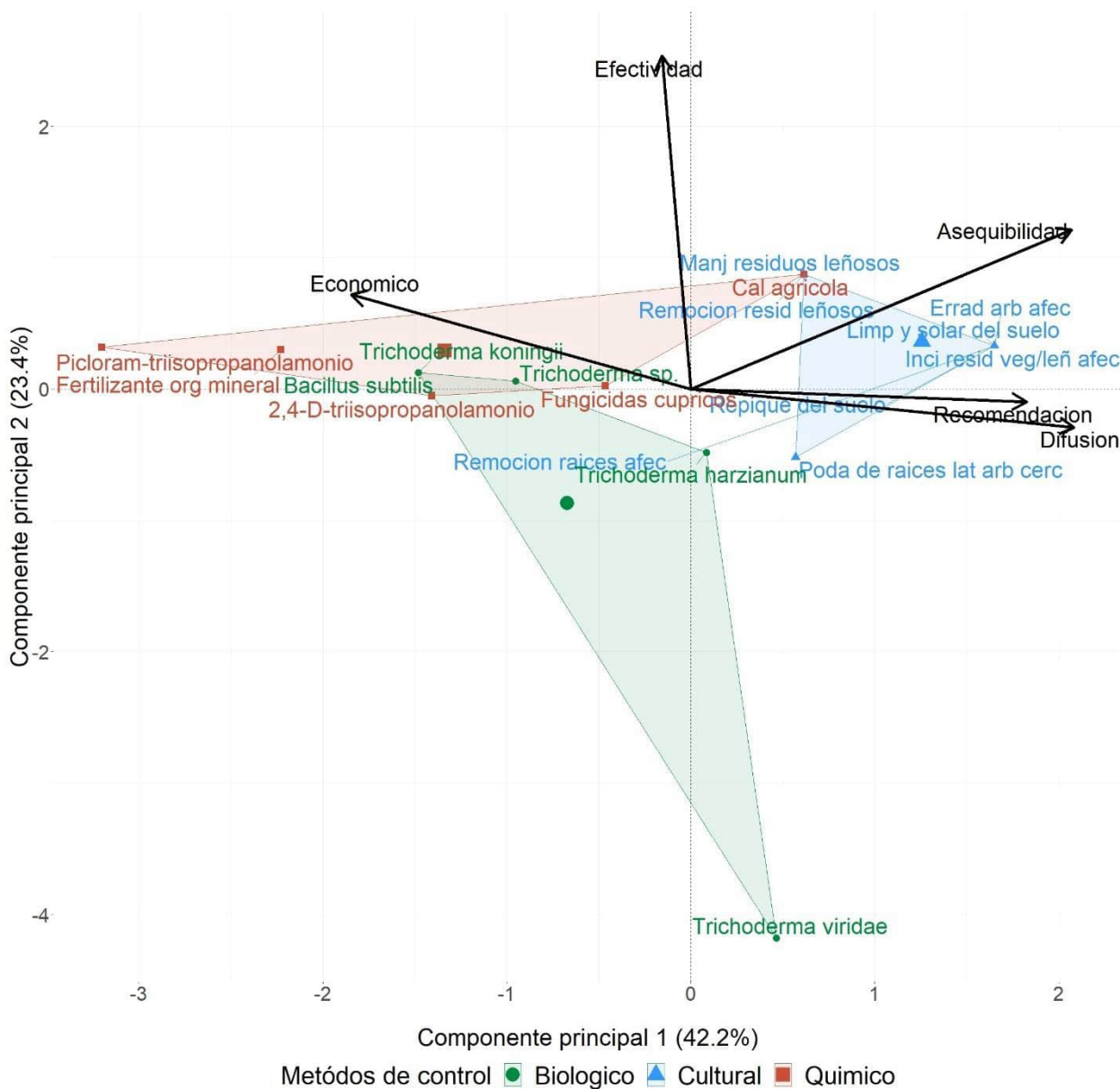


Figura 166. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.

Conclusiones

El control cultural es el método más recomendado para combatir la enfermedad ya que interviene directamente en el manejo del foco evitando la dispersión del patógeno y contribuye a la rehabilitación de la zona afectada. Las prácticas culturales más

recomendadas y efectivas son la erradicación de árboles afectados, la remoción de raíces afectadas y la remoción de residuos leñosos (tabla 6). En cuanto a la aplicación de productos químicos para el control de *Rosellinia* existen pocas expectativas sobre el potencial de control principalmente por su baja eficiencia y por aumentar los costos de producción. Los especialistas recomendaron principalmente la cal agrícola y los fungicidas cúpricos considerándolos efectivos y asequibles para los productores (tabla 6).

En cuanto al control biológico, los microorganismos *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis* fueron recomendados y considerados efectivos para el control de la enfermedad, son considerados económicos a medianamente costosos y medianamente asequibles para los productores. El uso de microorganismos que forman parte de la riqueza del suelo y que tienen cualidades antagónicas y micoparásitas puede ser uno de los métodos de control más promisorio ya que puede resultar en menores costos para los productores con respecto a prácticas tradicionales (tabla 6).

Tabla 6. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Erradicación de árboles afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Manejo de residuos leñosos	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Remoción de raíces afectadas	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Incineración de residuos vegetales o leñosos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
Biológico	<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Medio	Alta	P
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Alta	Medio	Media	P
	<i>Bacillus subtilis</i>	Alta	Medio	Media	P
Químico	Cal agrícola	Alta	Bajo	Alta	P
	Fungicidas cúpricos	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
Genético^a	IMC-67	Alta			
	CCN-51	Alta			

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Colletotrichum spp.

Antracnosis



Foto: Díaz Valderrama Jorge Ronny

La antracnosis del cacao es causada por hongos del género *Colletotrichum*, los cuales tienen una distribución cosmopolita con predominancia en regiones tropicales y subtropicales (Landeró-Valenzuela *et al.*, 2016). Es una enfermedad relativamente común, pero rara vez causa grandes pérdidas económicas en los cultivos (Camacho-Guaman, 2017). Se han identificado más de 100 especies responsables de causar la antracnosis en plantas y frutos como *C. gloeosporioides*, *C. truncatum*, *C. graminicola*, *C. boninense*, entre otras, por lo que es indispensable identificarlas para realizar un adecuado control de la enfermedad. Estas especies pueden causar cánceres, pudriciones y principalmente antracnosis (Landeró-Valenzuela *et al.*, 2016; Rojo-Báez *et al.*, 2017).

La antracnosis es comúnmente causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penza, el cual es considerado una de las especies más difíciles de resolver y de las que más huéspedes puede afectar de todas las especies de *Colletotrichum* (Landeró-Valenzuela *et al.*, 2016). Este hongo ataca principalmente brotes tiernos de tallos y hojas los cuales se encuentran más expuestos al sol (Pillman-González, 2013; Sánchez *et al.*, 2017).

En las hojas causa lesiones secas de color café con bordes amarillos que secan las hojas, provocan su caída, dejando las ramas desnudas. En los frutos, el daño consiste en la aparición de hundimientos de color café y en la pudrición del pedúnculo. En etapas avanzadas de la enfermedad los frutos se ennegrecen y mueren (Pillman-González, 2013; Sánchez *et al.*, 2017). La enfermedad se favorece por condiciones húmedas. Las esporas son diseminadas por el viento, el agua de lluvia o de riego, por insectos o por herramientas contaminadas (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América Latina la incidencia de la antracnosis es de baja a leve en Perú, Ecuador, Colombia y Brasil. En Venezuela se observó el mismo porcentaje de especialistas que indicaron que la incidencia es de leve a alta. En México, el mismo porcentaje de especialistas la catalogaron de incidencia baja, leve y alta (figura 167).

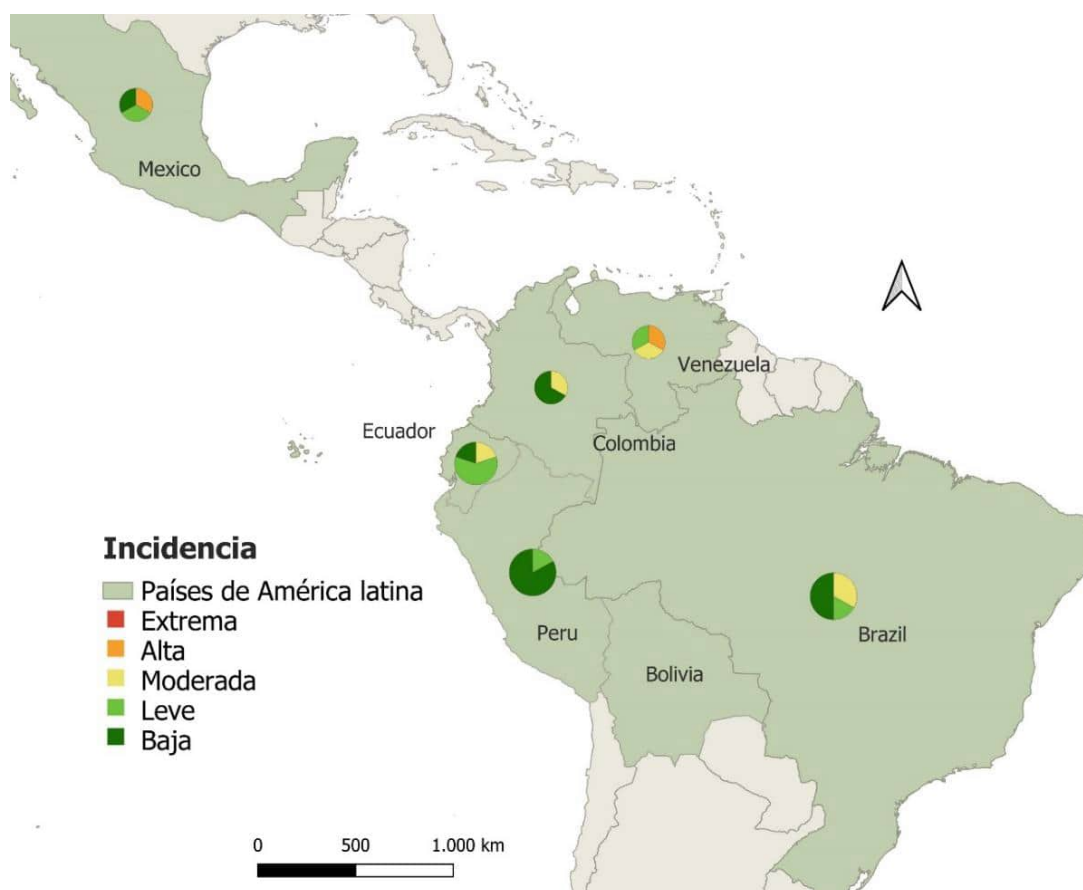


Figura 167. Incidencia de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

En cuanto a la severidad de la enfermedad, en Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, la severidad es considerada entre baja a moderada, con un mayor porcentaje de especialistas que la consideran baja. En Venezuela ocurre lo mismo que con la incidencia, donde se observó el mismo porcentaje de especialistas que indicaron que la severidad es de leve a alta. En México, el mismo porcentaje de especialistas la catalogaron de incidencia baja, leve y alta (figura 168).



Figura 168. Severidad de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 48,3% de las respuestas indicaron que aumenta en época de lluvia y un 27,6% en época de sequía (figura 169). Estos resultados concuerdan con el comportamiento de la enfermedad donde diferentes fuentes indican que el hongo aumenta en condiciones cálidas y húmedas (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009; Camacho-Guaman, 2017).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, las respuestas de los especialistas indicaron en un 43,5% que la enfermedad aumenta en etapa de fructificación y en un 47,8% en etapa vegetativa (figura 169). Los resultados fueron similares para ambas categorías ya que se ha comprobado que el hongo afecta tanto los tallos y hojas de los árboles como los frutos del cacao (Pillman-González, 2013; Sánchez *et al.*, 2017).

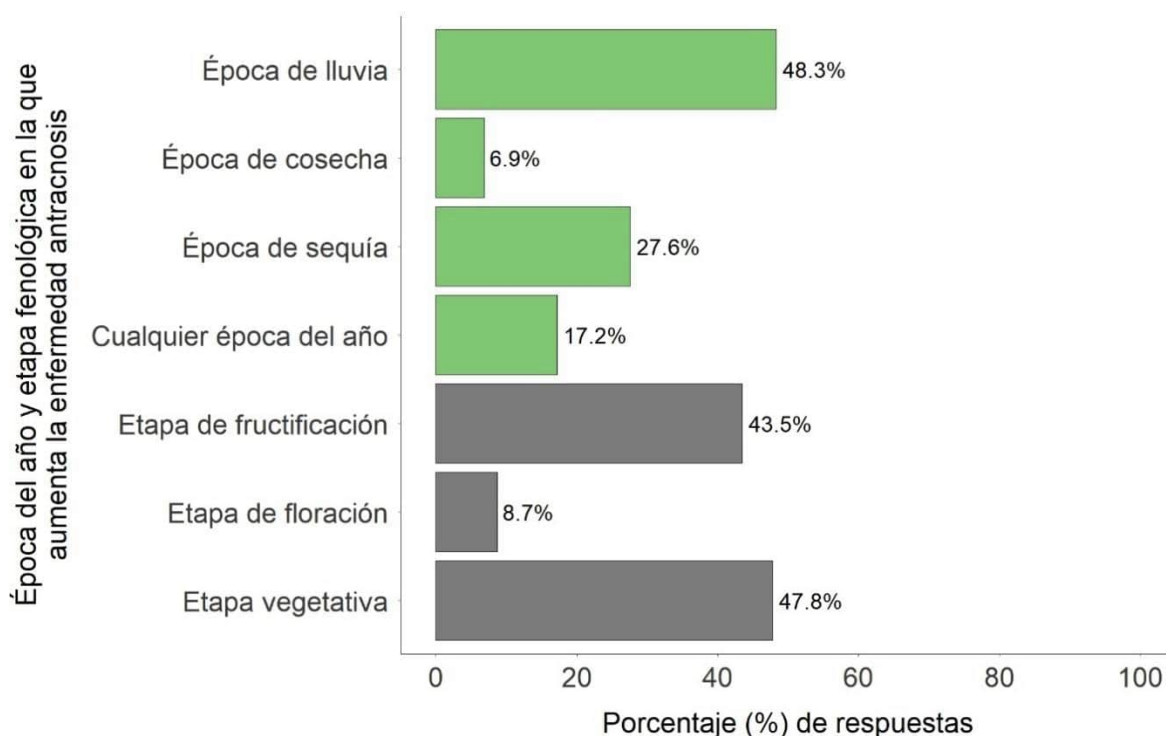


Figura 169. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta de la antracnosis un total de 60 especialistas, de los cuales el 48% indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, más del 90% utilizan el método de control cultural para controlar la enfermedad (figura 170). El segundo método de control más utilizado es el control genético, con un 65,5% de los especialistas. El control químico es utilizado por aproximadamente la mitad de los especialistas, resultados que han sido similares para el resto de las enfermedades. En cuanto al control biológico, en esta

enfermedad se observó que la mayoría de los especialistas (86%) no utilizan los microorganismos para controlar la enfermedad (figura 170).

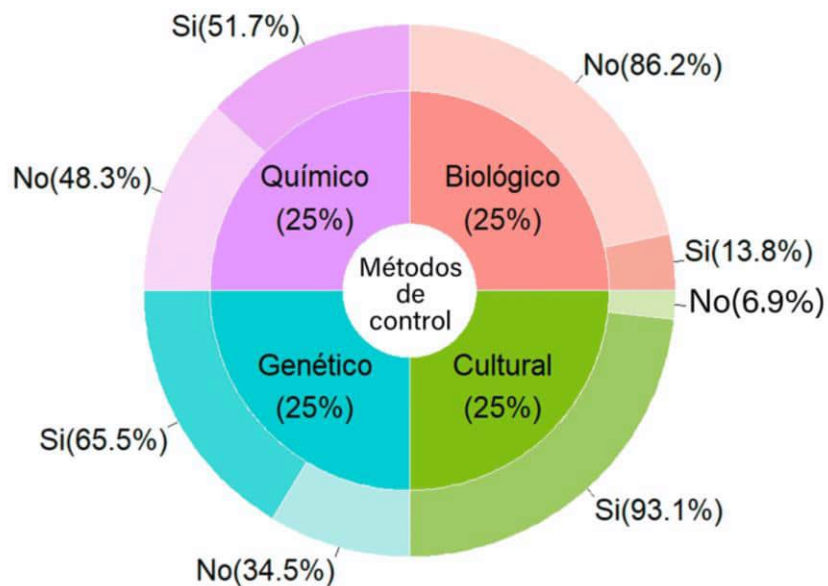


Figura 170. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la antracnosis, las prácticas remoción de tejido vegetal afectado y la nutrición integral fueron las únicas prácticas donde el 50% de los especialistas las consideraron como muy recomendadas para el control de la enfermedad. El resto de las prácticas culturales fueron catalogadas como recomendadas por la mayoría de los especialistas. La protección de heridas fue la única práctica donde aproximadamente el 20% de los especialistas la consideró como no recomendable (figura 171).

En la literatura se destaca la eliminación de frutos enfermos como una de las prácticas más utilizadas para evitar la contaminación de los frutos, sin embargo, todas las prácticas enlistadas son utilizadas para disminuir la incidencia de la enfermedad. Para realizar un manejo integrado de las prácticas culturales se recomienda mantener

niveles adecuados de sombra (entre el 30 al 40%) mediante la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales o de sombra. La poda de tejido enfermo se debe realizar a 10 cm por debajo del área afectada aplicando posteriormente pasta cicatrizante y desinfectando las herramientas para evitar la contaminación de otros tejidos (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009).

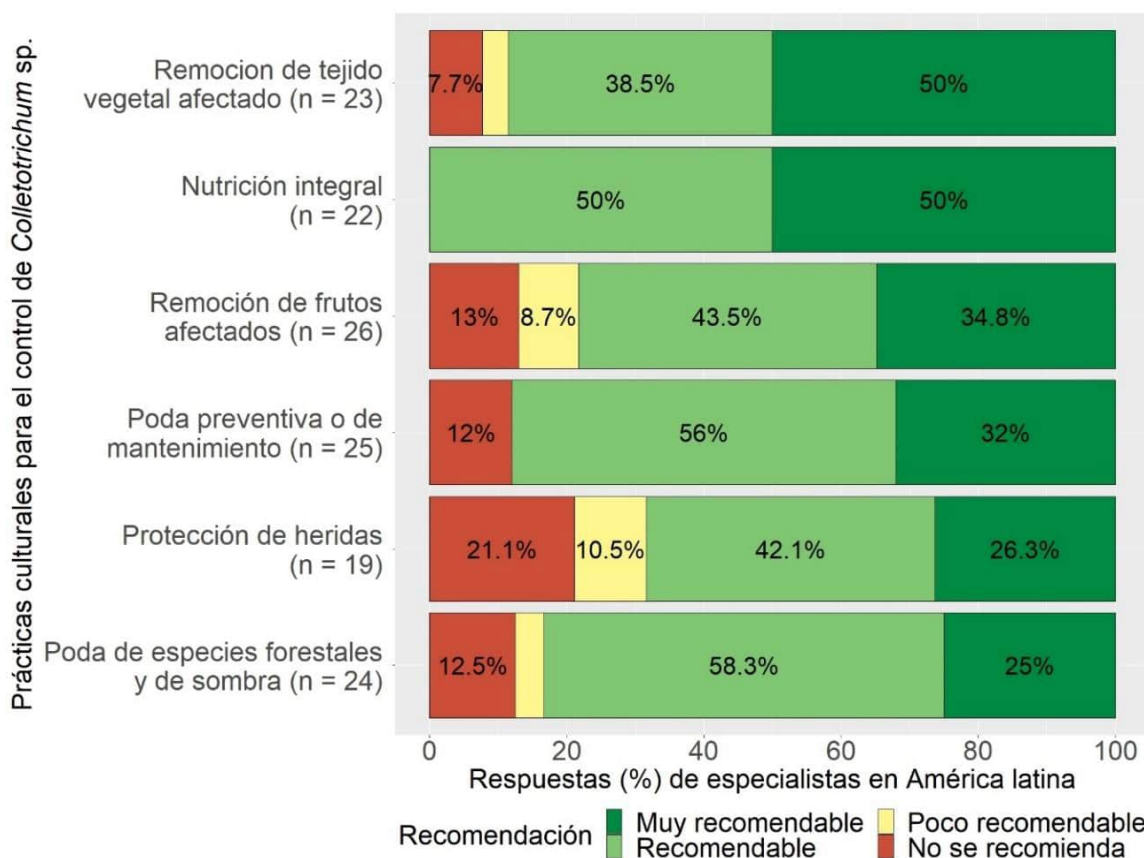


Figura 171. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de las prácticas culturales para el control de la antracnosis, se puede observar que todas las prácticas fueron catalogadas como de efectividad alta por más del 60% de los especialistas, destacándose la nutrición integral y la remoción de frutos afectados como las más efectivas (figura 172).

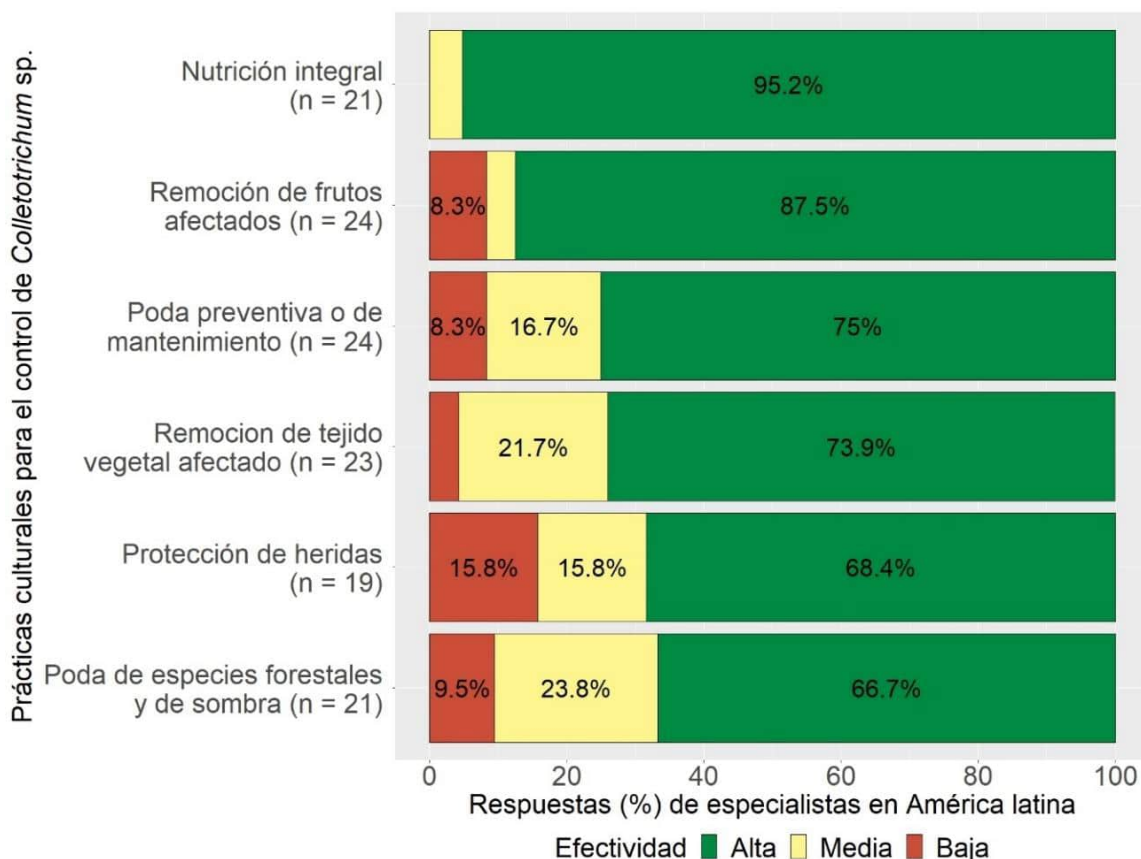


Figura 172. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo, se puede observar que las prácticas remoción de tejido vegetal afectado y remoción de frutos afectados son consideradas las prácticas más económicas por más del 50% de los especialistas. El resto de las prácticas encuestadas son consideradas por la mayoría como medianamente costosas (figura 173).

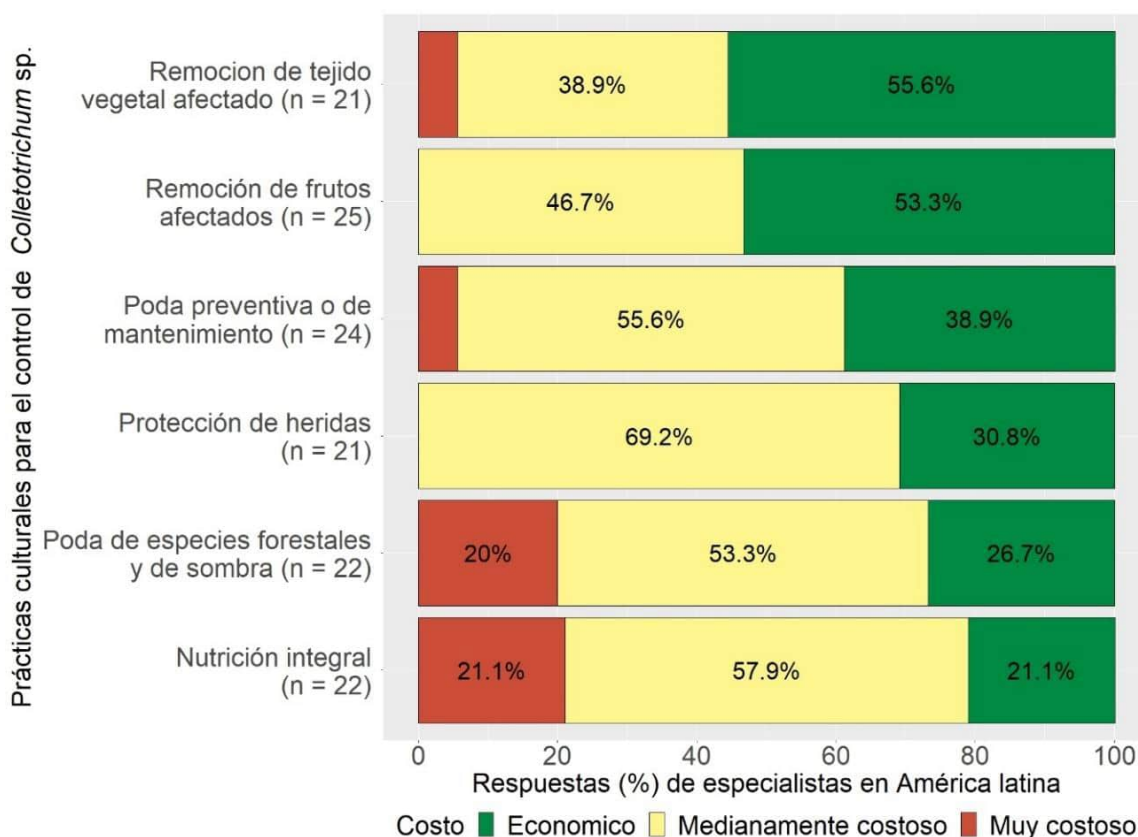


Figura 173. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad de las prácticas, la mayoría de los especialistas consideraron las prácticas culturales como muy asequibles para los productores en proporciones superiores al 70%. Las prácticas menos asequibles fueron la nutrición integral y la poda de especies forestales y de sombra con porcentajes de asequibilidad media del 36 y 53% respectivamente (figura 174).

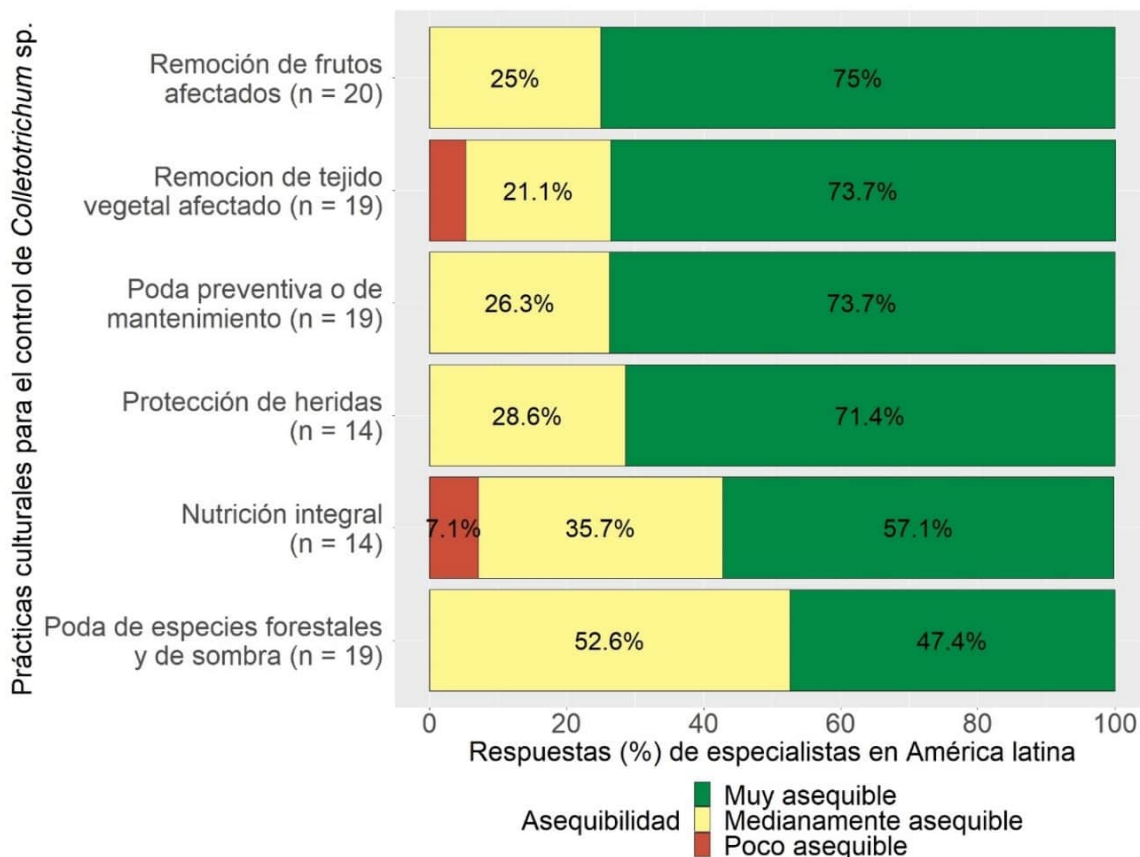


Figura 174. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión, todas las prácticas culturales fueron catalogadas en proporciones mayores al 50% como prácticas de difusión media, lo que indica que son utilizadas por una minoría de los productores para el control de la antracnosis (figura 175).

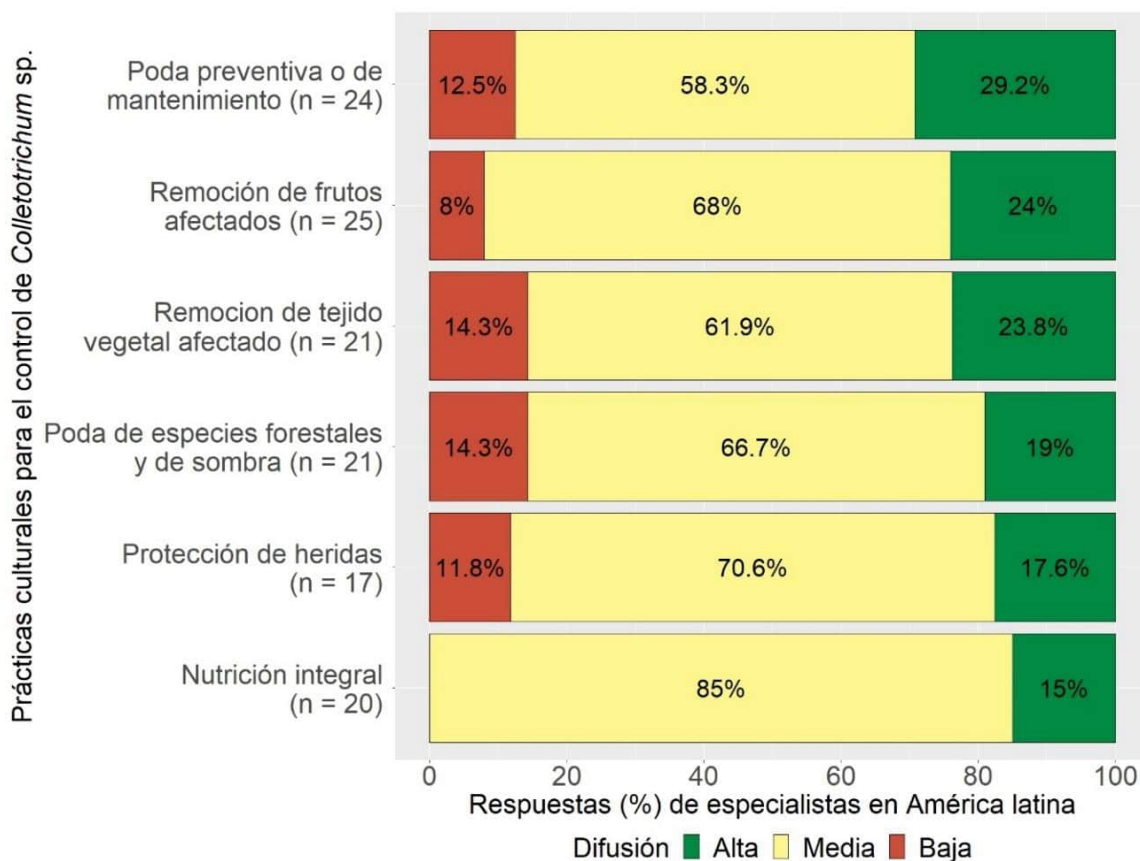


Figura 175. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de la remoción de frutos y tejido vegetal afectado, la aplicación semanal y quincenal obtuvieron los mayores porcentajes de respuesta, sin embargo, aproximadamente el 28% de los encuestados consideraron que se realizan cada vez que se observa la enfermedad (figura 176). En cuanto a la protección de heridas el 24% de los especialistas consideraron que se realiza cada vez que se observa la enfermedad y el otro 24% que no se utiliza. La poda preventiva o de mantenimiento, nutrición integral y la poda de especies forestales y de sombra variaron entre una aplicación trimestral, semestral y anual (figura 176).

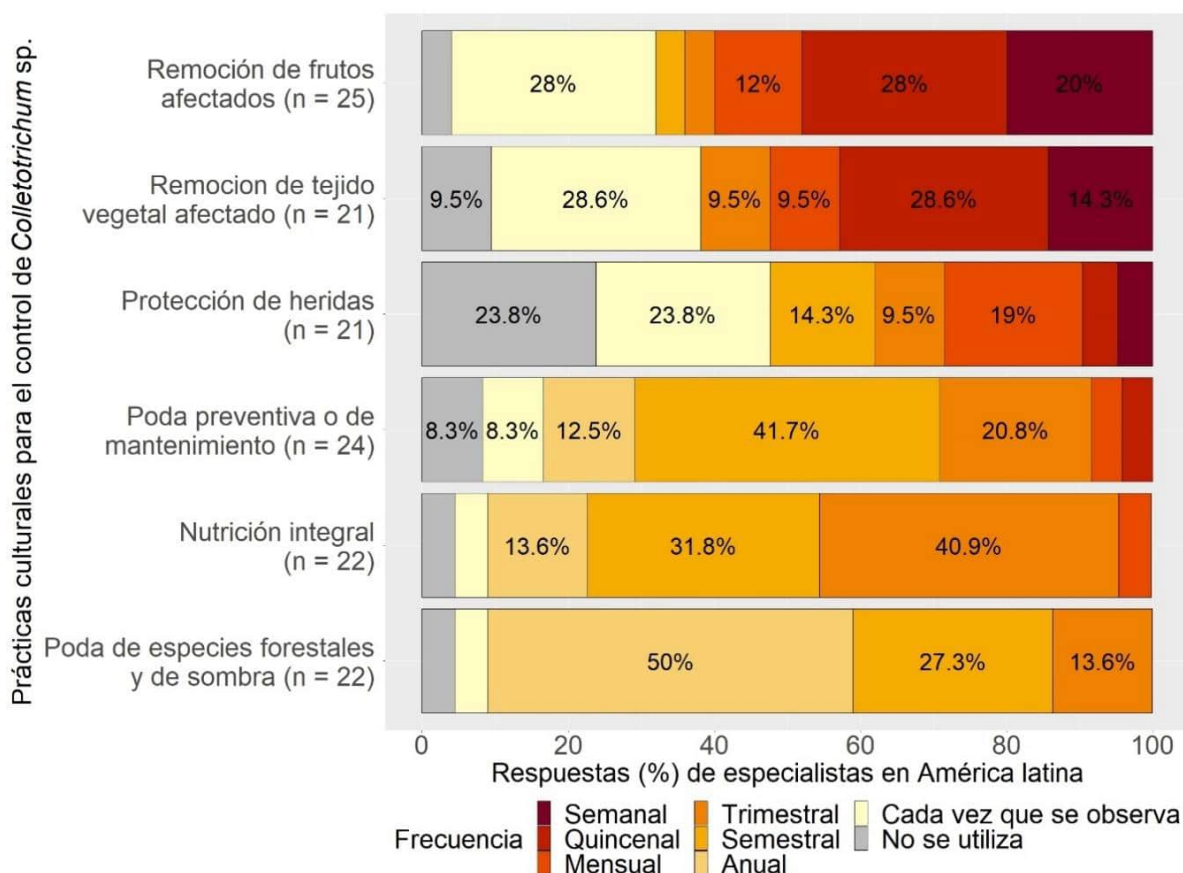


Figura 176. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas efectivas y medianamente costosas. Dentro de estas, la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales mostraron un mayor número de respuestas en esta categoría. La protección de heridas fue la única práctica con un mayor número de respuestas que la correlacionan como económica y de efectividad alta (figura 177).

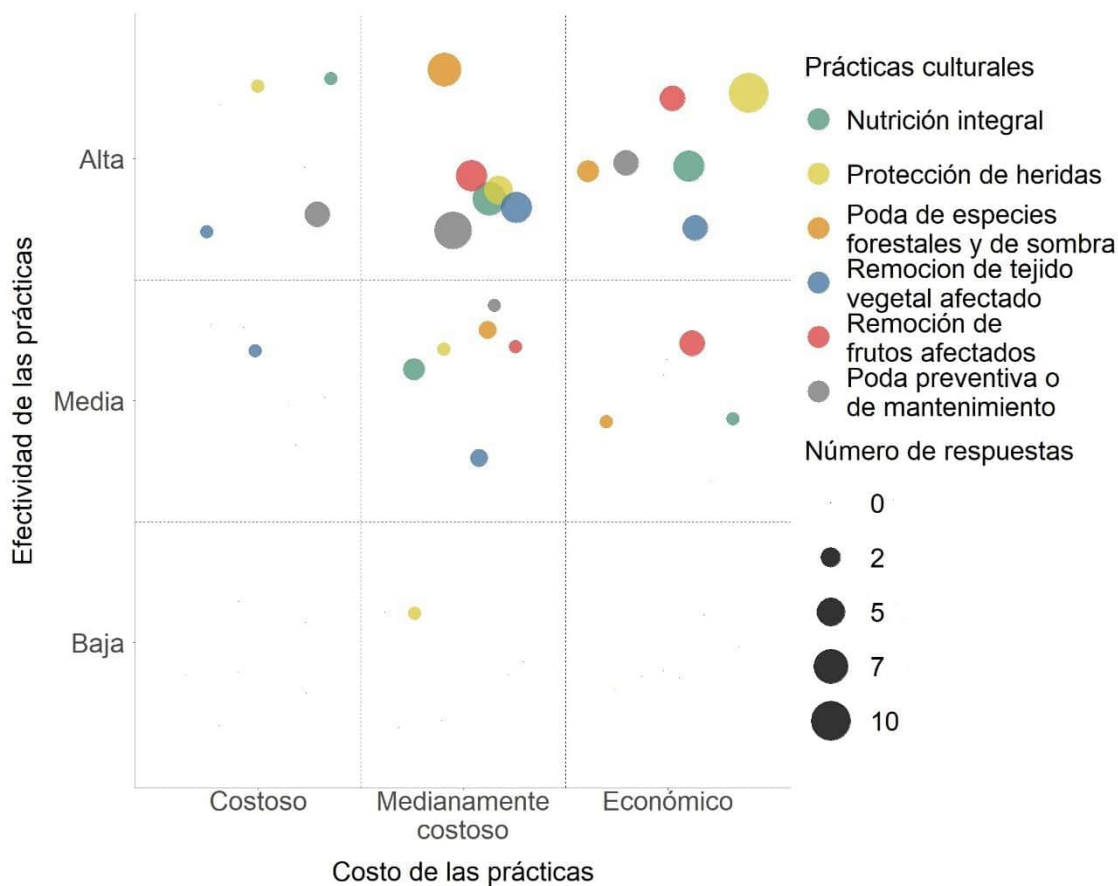


Figura 177. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas muy asequibles y de efectividad alta. Con un mayor número de respuestas correlacionadas se destacan las prácticas de protección de heridas, nutrición integral, remoción de tejido vegetal afectado y remoción de frutos afectados (figura 178).

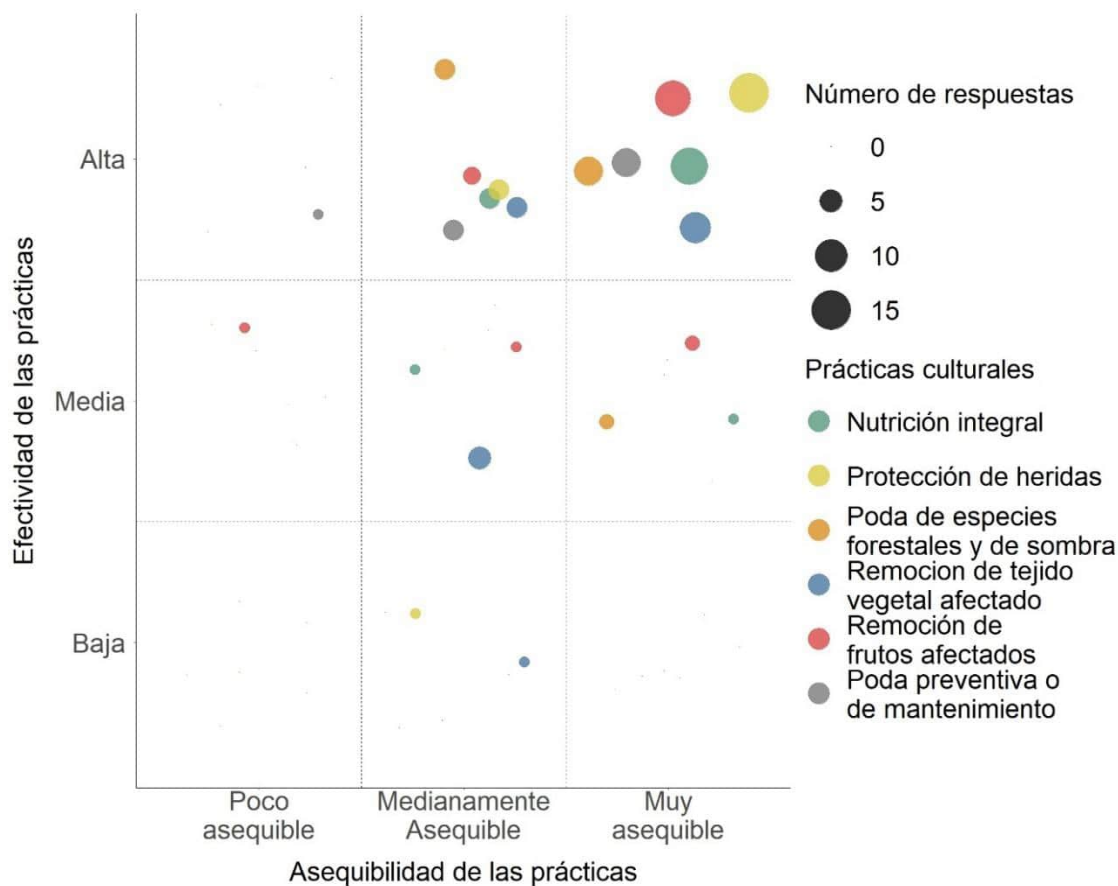


Figura 178. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad alta y difusión media (son utilizadas por una minoría de los productores). Un mayor número de respuestas correlacionadas se observaron en las prácticas de protección de heridas y poda preventiva o de mantenimiento (figura 179).

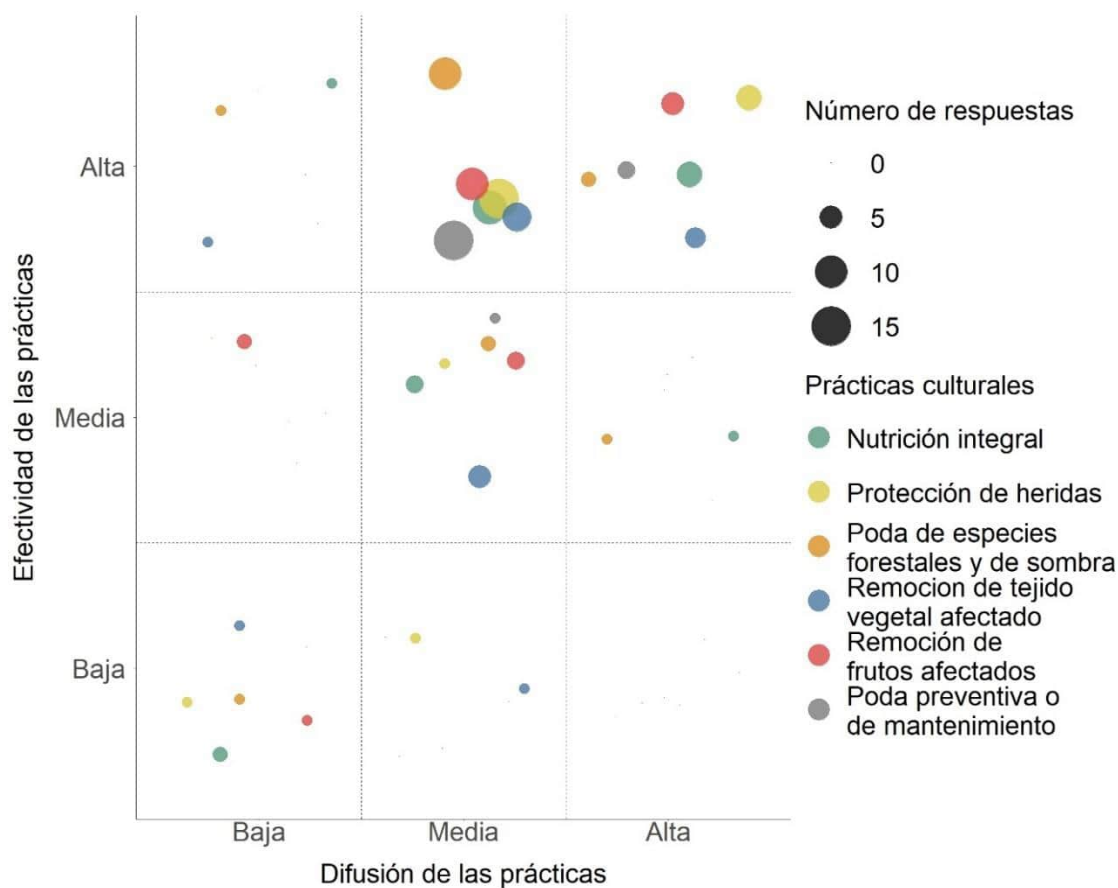


Figura 179. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos utilizados para el control de la antracnosis se puede observar que todos los productos fueron catalogados por los especialistas como muy recomendados y recomendados para el control de la enfermedad. Dentro de estos, Mancozeb fue el único producto químico donde más del 50% de los especialistas lo consideraron muy recomendable. Los otros productos químicos fueron considerados por más del 45% como recomendados (figura 180).

En literatura se recomienda el uso de fungicidas a base de cobre y la aplicación de Mancozeb al 2% tanto en vivero como en campo con dos o tres aplicaciones del producto realizado de manera preventiva y siguiendo las prácticas culturales para evitar la propagación del hongo (Sánchez *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2017).

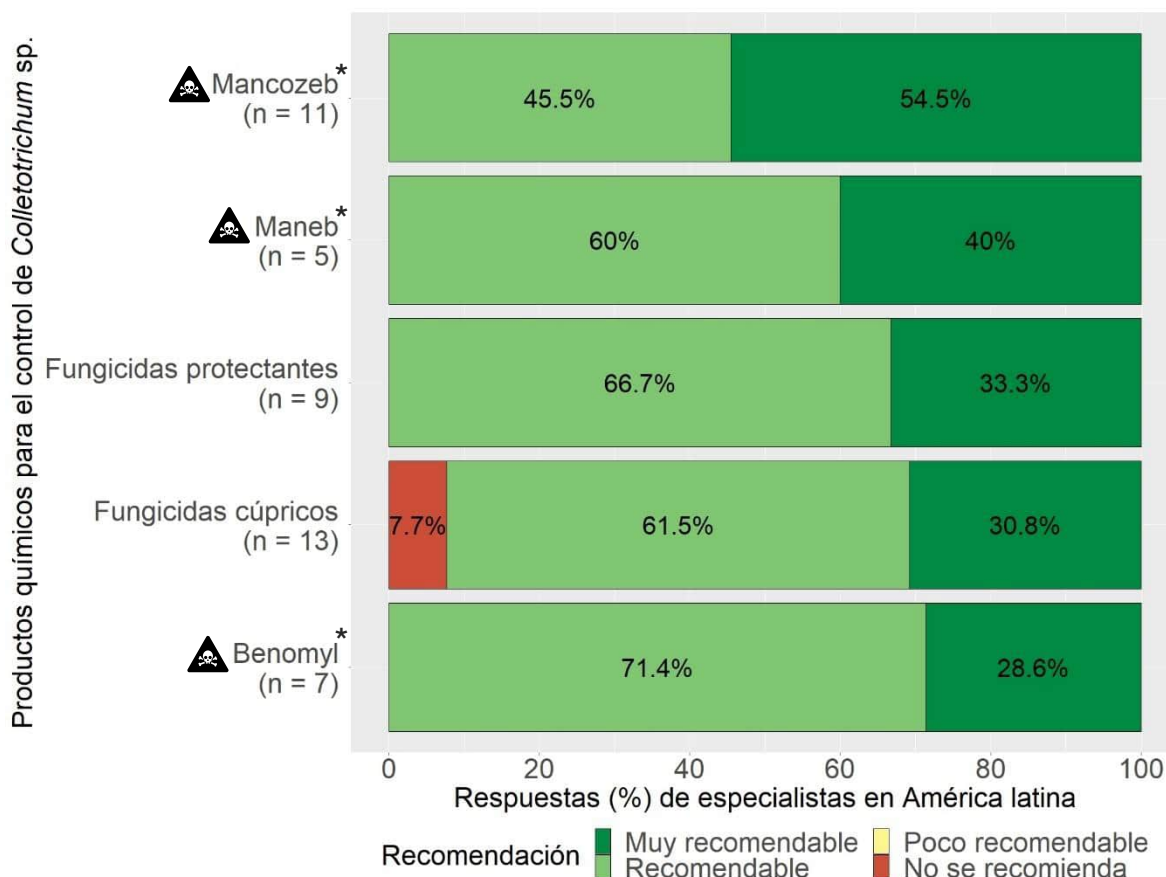


Figura 180. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la mayoría de los especialistas consideran los productos químicos enlistados como altamente efectivos en porcentajes superiores al 65%. El Benomyl y Maneb fueron considerados de efectividad alta por más del 80% de los especialistas (figura 181).

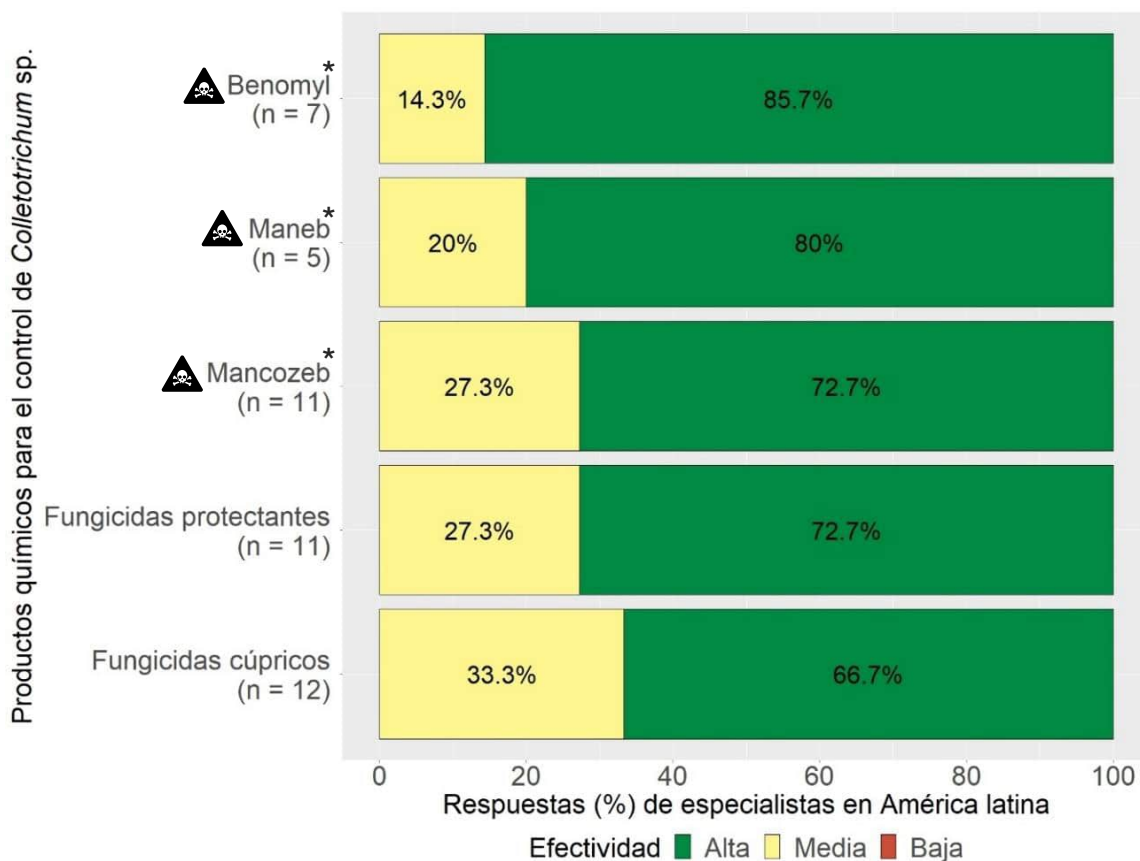


Figura 181. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, los fungicidas cúpricos y protectantes junto con el Mancozeb fueron considerados por aproximadamente el 50% de los especialistas como medianamente costosos. Los productos Benomyl y Maneb fueron considerados como muy costosos por el 50% de ellos (figura 182).

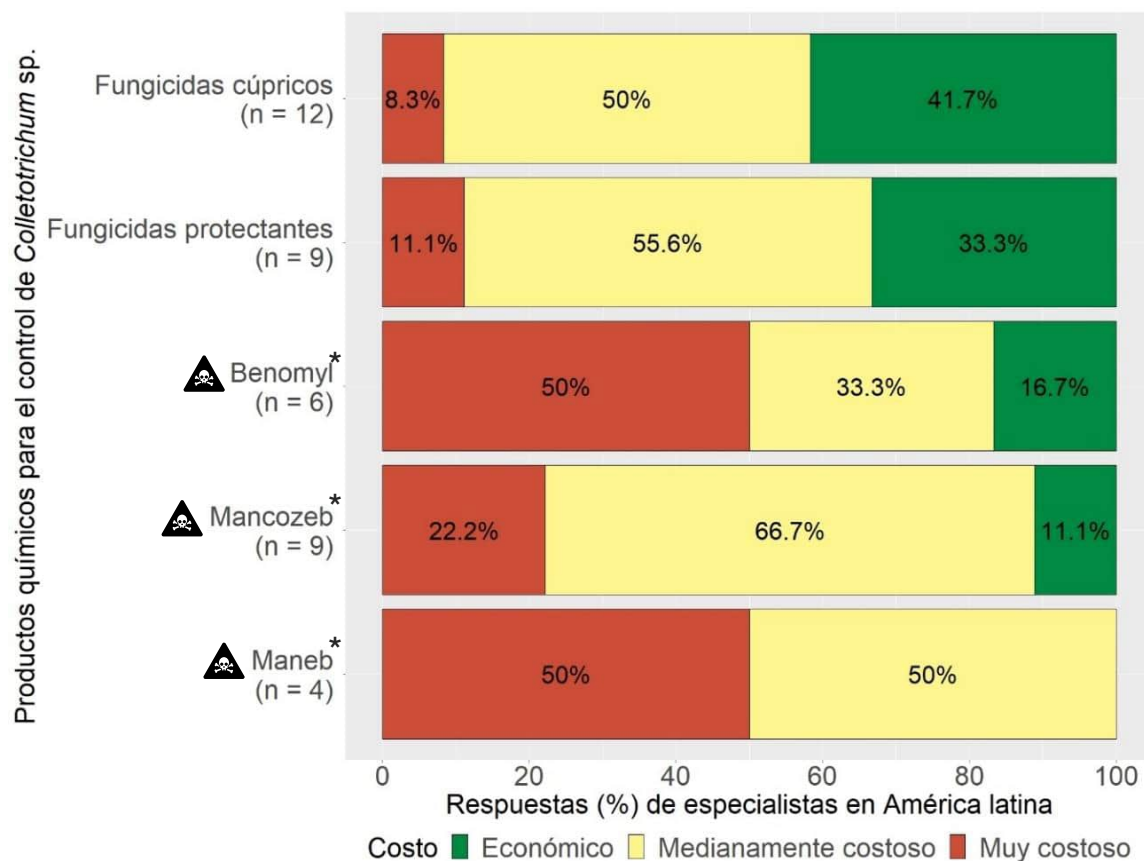


Figura 182. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad de los productos químicos, los fungicidas cúpricos y Mancozeb fueron considerados los más asequibles con respuestas superiores al 66%. Productos como los fungicidas protectantes y el Maneb se consideran como medianamente asequibles (figura 183).

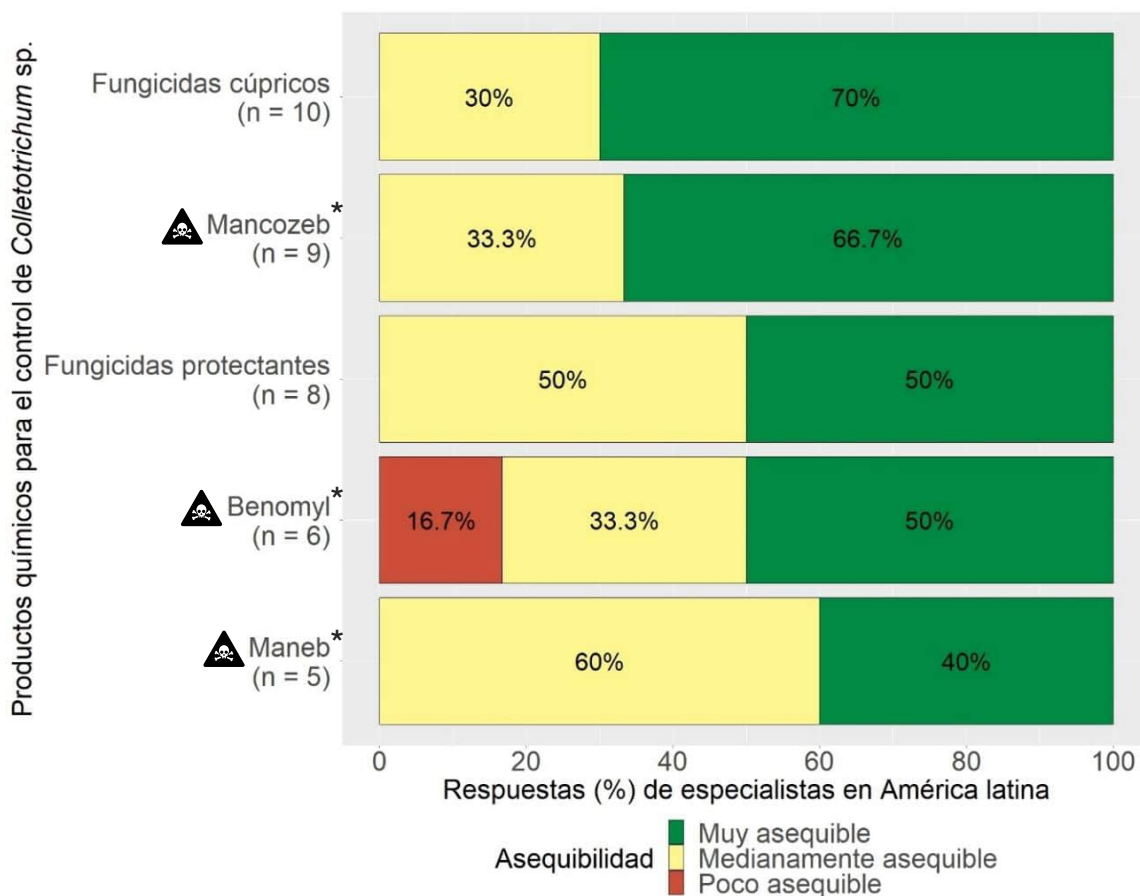


Figura 183. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, la mayoría de los especialistas consideran los productos como de media difusión, lo que indica que son utilizados por una minoría de productores. Dentro de estos, los fungicidas cúpricos son los más empleados y Benomyl y Maneb los que menos se utilizan (figura 184).

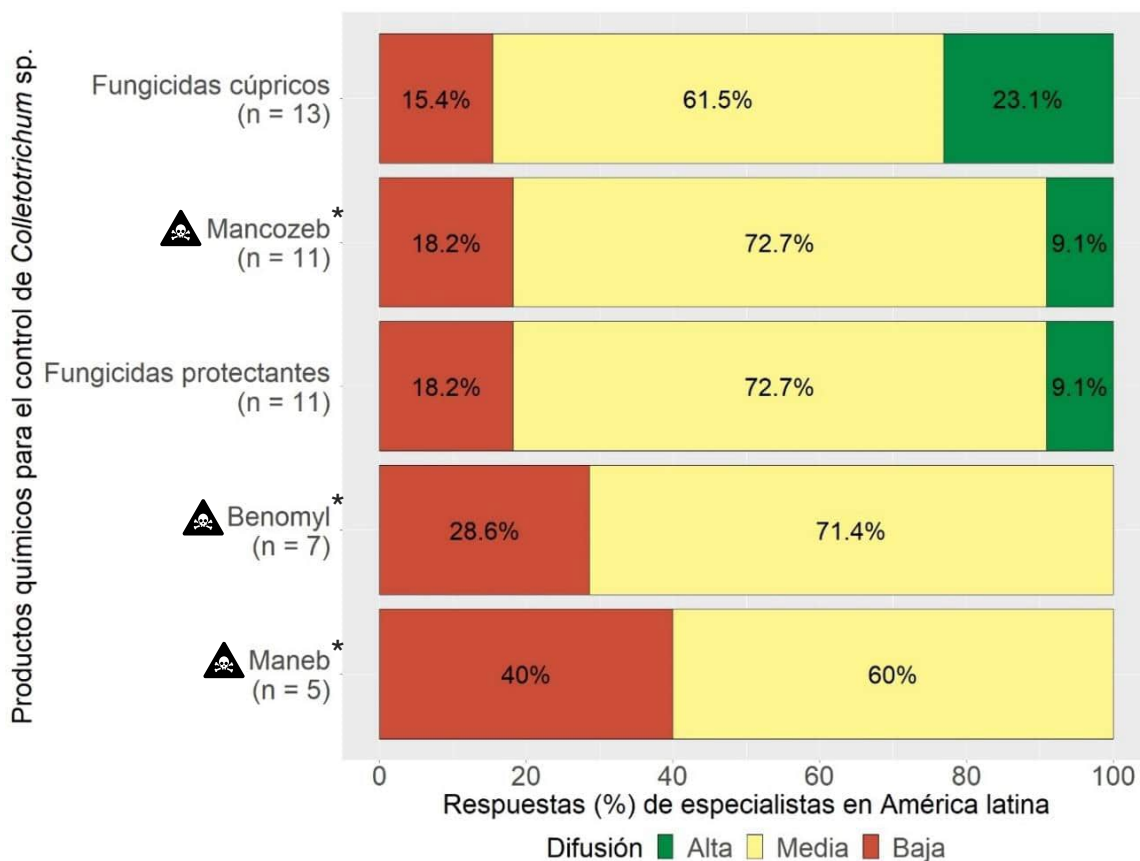


Figura 184. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, los especialistas indicaron en mayor proporción que todos los productos químicos se aplican quincenalmente, con respuestas que oscilan entre el 15 y el 30%, y mensualmente con respuestas entre el 15 y el 50%. Entre el 20 y el 33% de los especialistas también indicaron que no se utilizan para el control de la enfermedad (figura 185).

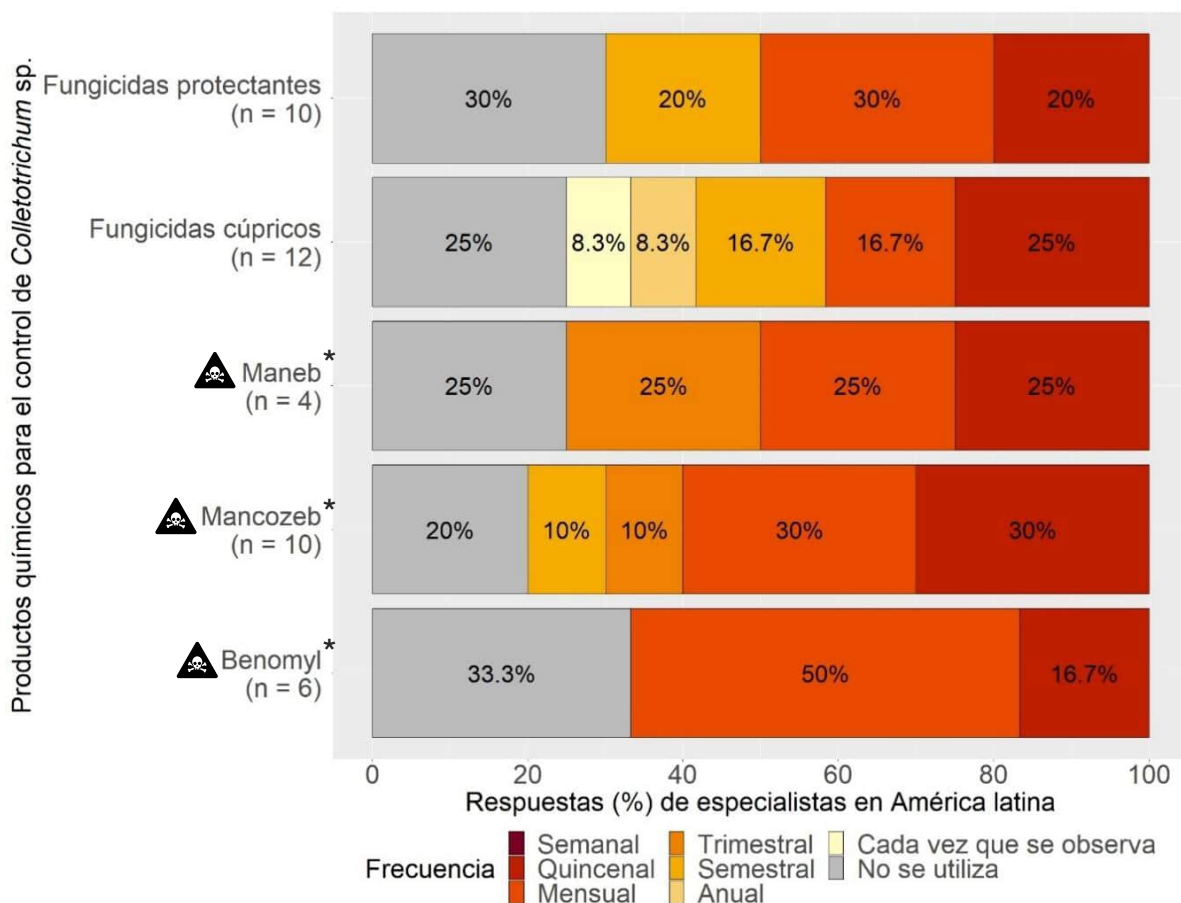


Figura 185. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos no mostraron una tendencia clara entre estas dos variables. Sin embargo, se observó un mayor número de respuestas que correlacionaron los fungicidas cúpricos como productos de efectividad alta y económicos para los productores. El producto Mancozeb también fue correlacionado con una efectividad alta pero medianamente costoso para los productores (figura 186).

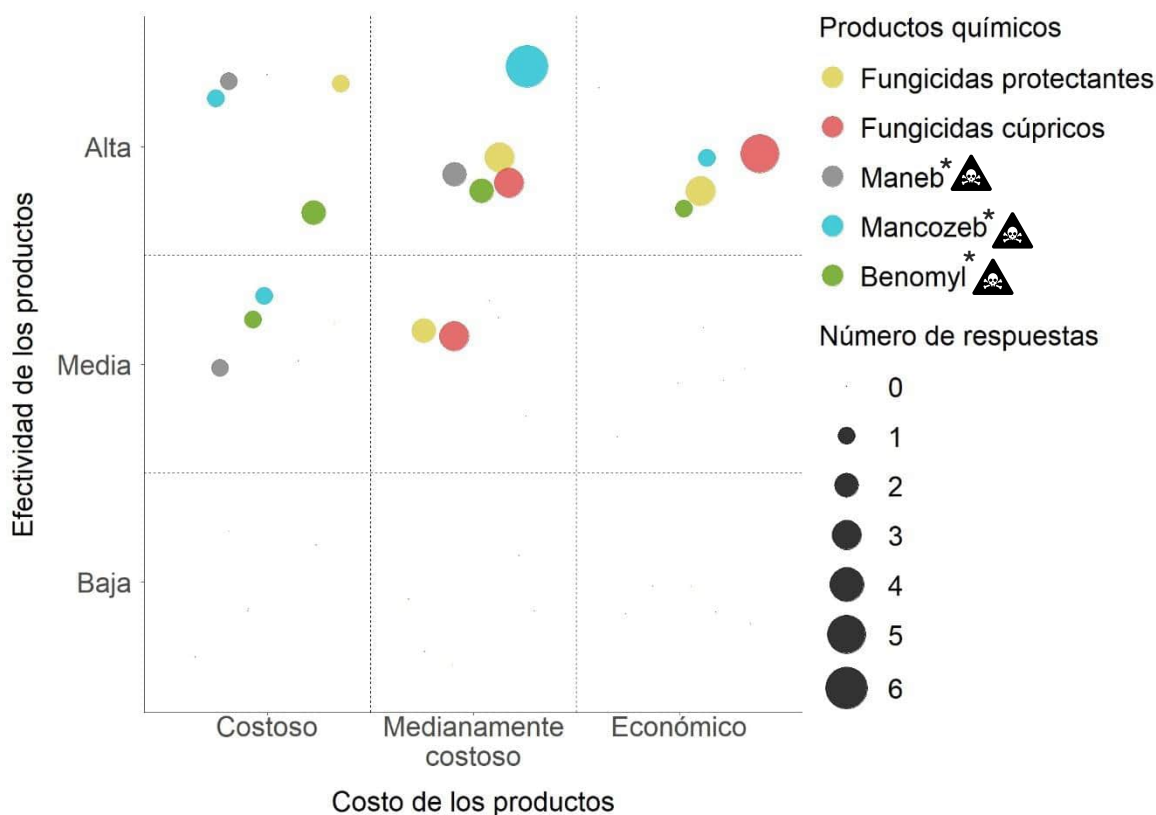


Figura 186. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos con una efectividad alta y muy asequibles. Esto se observó en una mayor proporción en los fungicidas cúpricos y en el producto Mancozeb (figura 187).

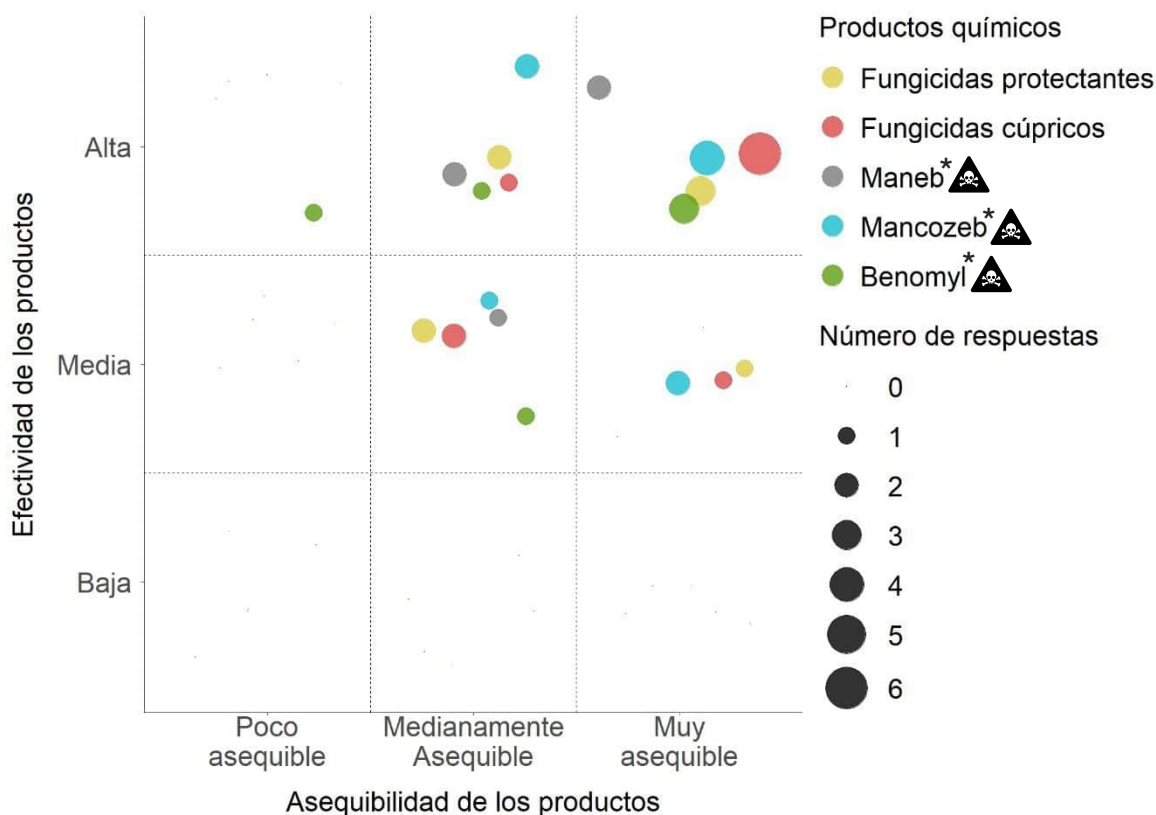


Figura 187. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos altamente efectivos con difusión media. Entre estos productos se destacan los fungicidas protectantes, los fungicidas cúpricos, Benomyl y Mancozeb con el mayor número de respuestas correlacionadas en esta categoría (figura 188).

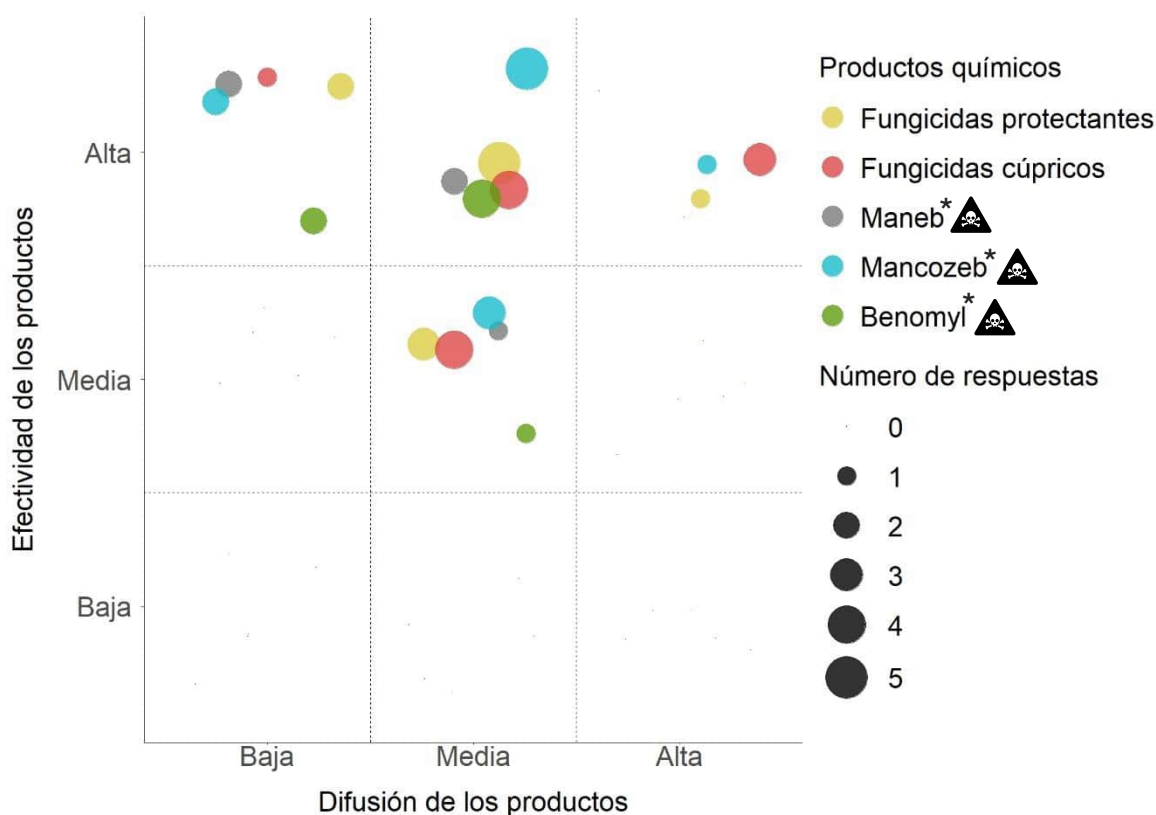


Figura 188. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control biológico

En las encuestas realizadas para el control biológico de la antracnosis se preguntó sobre la recomendación y las distintas variables de los microorganismos *Trichoderma* sp., *T. ghanense*, *T. inhamatum* y *T. reesei*, sin embargo, solo se obtuvieron respuestas para *Trichoderma* sp. donde únicamente tres especialistas respondieron las preguntas de las distintas variables.

Trichoderma sp. fue muy recomendado por el 66% de los especialistas y recomendado por el 33% de ellos para el control de la enfermedad. En cuanto a la efectividad, el 66% la considero de efectividad alta y el 33% de efectividad media. Los especialistas lo consideraron en un 66% como medianamente costoso y entre medianamente asequible y muy asequible por los dos especialistas que respondieron esta variable.

En cuanto a la frecuencia de aplicación el 66% de los encuestados consideraron que debe aplicarse quincenalmente y el 33% mensualmente. La difusión de este microorganismo es media, por lo que una minoría de los especialistas lo utilizan.

De acuerdo con lo reportado en la literatura, el control biológico se ha estudiado en especies como *Trichoderma* spp., *T. inhamatum* y con extractos de *Caiophora andina*, obteniendo resultados positivos en la inhibición del patógeno (Tenorio & Mollinedo, 2016).

Control genético

En cuanto al control genético, de los 18 especialistas que respondieron la sección, el 78% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Los especialistas consideraron que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 51,9% y el diseño policlonal con variedades locales con un 37% (figura 189).

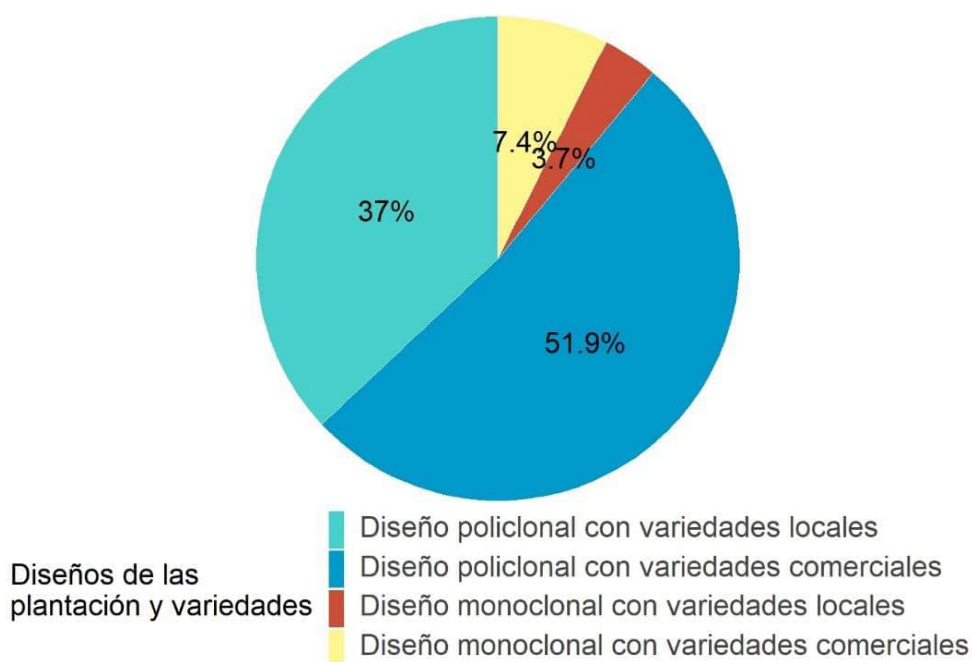


Figura 189. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum* spp.).

Se obtuvieron pocas respuestas para los clones o variedades resistentes/tolerantes a la antracnosis. En Perú un especialista indicó la importancia de implementar variedades locales; En Colombia y México un especialista recomendó las variedades comerciales, en Ecuador tres especialistas recomendaron los clones CCN-51, PMA-12 y las variedades nacionales y en Brasil y Venezuela recomendaron los clones ICS-95 e ICS-1 y SCA-12 y SCA-6 respectivamente (figura 190).

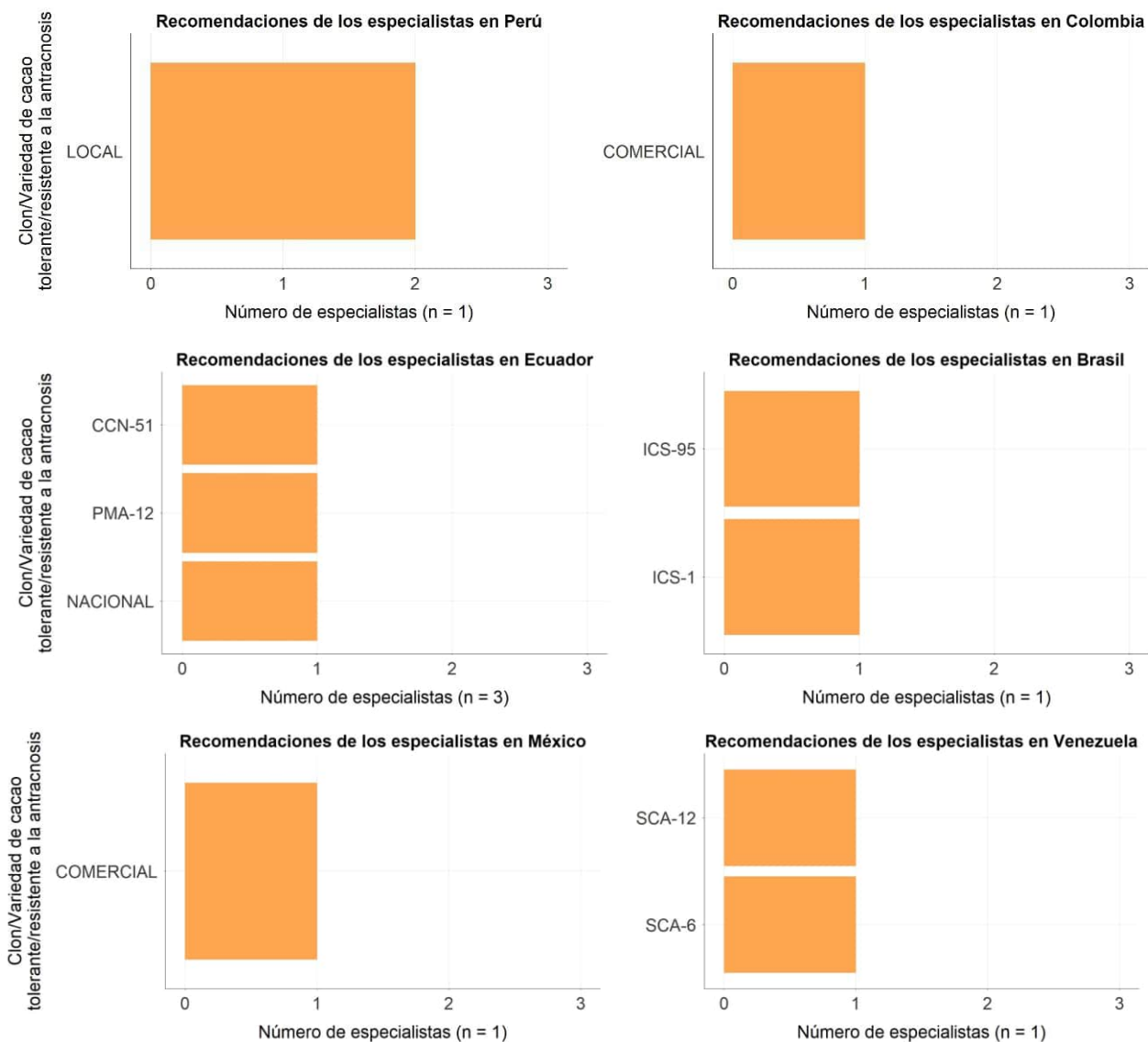


Figura 190. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la antracnosis.

Conclusiones

El control cultural es el principal método utilizado para combatir la enfermedad y evitar la diseminación del hongo en el cultivo. Las prácticas más recomendadas y efectivas son la remoción de tejido vegetal afectado y frutos afectados, poda preventiva o de mantenimiento y la nutrición integral. Dentro de estas, la remoción de tejido y frutos afectados fueron las practicas más económicas y asequibles para los productores. Dentro de los microorganismos que se encuestaron, *Trichoderma* sp. fue el único recomendado y considerado efectivo para el control de la enfermedad (tabla 7).

En cuanto al control químico, la mayoría de los productos enlistados fueron recomendados y considerados efectivos. Dentro de estos se destacan los fungicidas cúpricos al ser menos costosos, más asequibles para los productore y de baja toxicidad. El control químico se recomienda de manera preventiva en plántulas y en cultivos. Se aconseja la aplicación de pasta cicatrizante en heridas o zonas de corte y la desinfección de herramientas para evitar la contaminación de otros órganos de la planta (tabla 7).

Tabla 7. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta	H
	Nutrición integral	Alta	Medio	Alta	H
Químico	Fungicidas cúpricos	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Benomyl* 	Alta	Medio/Alto	Alta/Media	P
	Maneb* 	Alta	Medio/Alto	Alta/Media	P
Biológico	<i>Trichoderma</i> sp.	Alta	Medio	Medio	P
Genético^a	Variedades locales	Alta			H
	Variedades comerciales	Alta			H

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Ceratocystis cacaofunesta

Mal de machete



Foto: Díaz Valderrama Jorge Ronny



Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso

La enfermedad mal de machete es producida por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* Ellis & Halsted; Es uno de los patógenos más virulentos y económicamente importante de muchos cultivos agrícolas y forestales. Es un microorganismo que se encuentra comúnmente en el suelo, especialmente en aquellos con mal drenaje (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009).

Ceratocystis cacaofunesta (sinónimos: *C. fimbriata*) puede afectar cualquier etapa de desarrollo de las plantas de cacao, ingresando por heridas en el tallo o la raíz. Los síntomas se observan por el marchitamiento, amarillamiento y secado de las ramas o de la planta entera, llegando a ocasionar la muerte de las plantas (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009). En el tronco puede observarse lesiones de color marrón o regiones claras asociadas a galerías de coleópteros (Coleoptera: Scolytidae).

La diseminación de la enfermedad se asocia frecuentemente con heridas producidas por machetes o herramientas durante la poda del árbol o la remoción de frutos o tejido vegetal afectado (Tenorio-Pari, 2017). La diseminación del hongo también está asociada con el ataque de insectos perforadores de la corteza del género *Xyleborus*, los cuales son atraídos al aroma producido por este hongo (Sánchez *et al.*, 2017).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América Latina y el Caribe la incidencia del mal de machete es de baja a leve en la mayoría de los países. Se destaca a Perú, Venezuela, El Salvador, Guatemala y México como los países donde una mayor cantidad de especialistas indicaron que la incidencia es baja. En Ecuador aproximadamente la mitad de los especialistas considera que la incidencia es moderada a alta y en Panamá el único especialista que participó la considera moderada (figura 191).

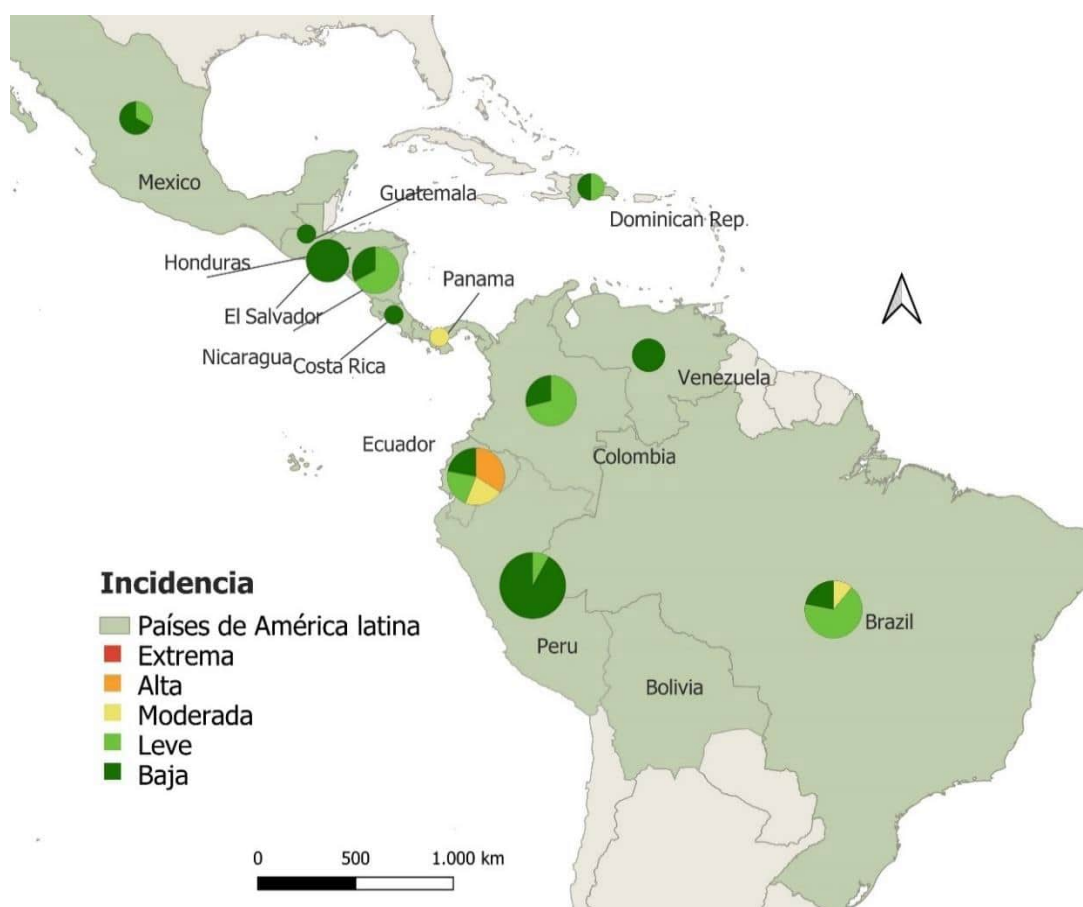


Figura 191. Incidencia de la enfermedad mal de machete (*Ceratomyces cacaofunesta*) en América Latina y el Caribe, según la percepción de los especialistas.

En cuanto a la severidad, los especialistas de Centroamérica consideraron que es de baja a leve (figura 192). En Suramérica también se vio una tendencia hacia una severidad baja a leve a excepción de Ecuador donde aproximadamente la mitad de los especialistas la consideran alta. En México la misma proporción de especialistas consideraron que la severidad es baja, moderada y extrema (figura 192).

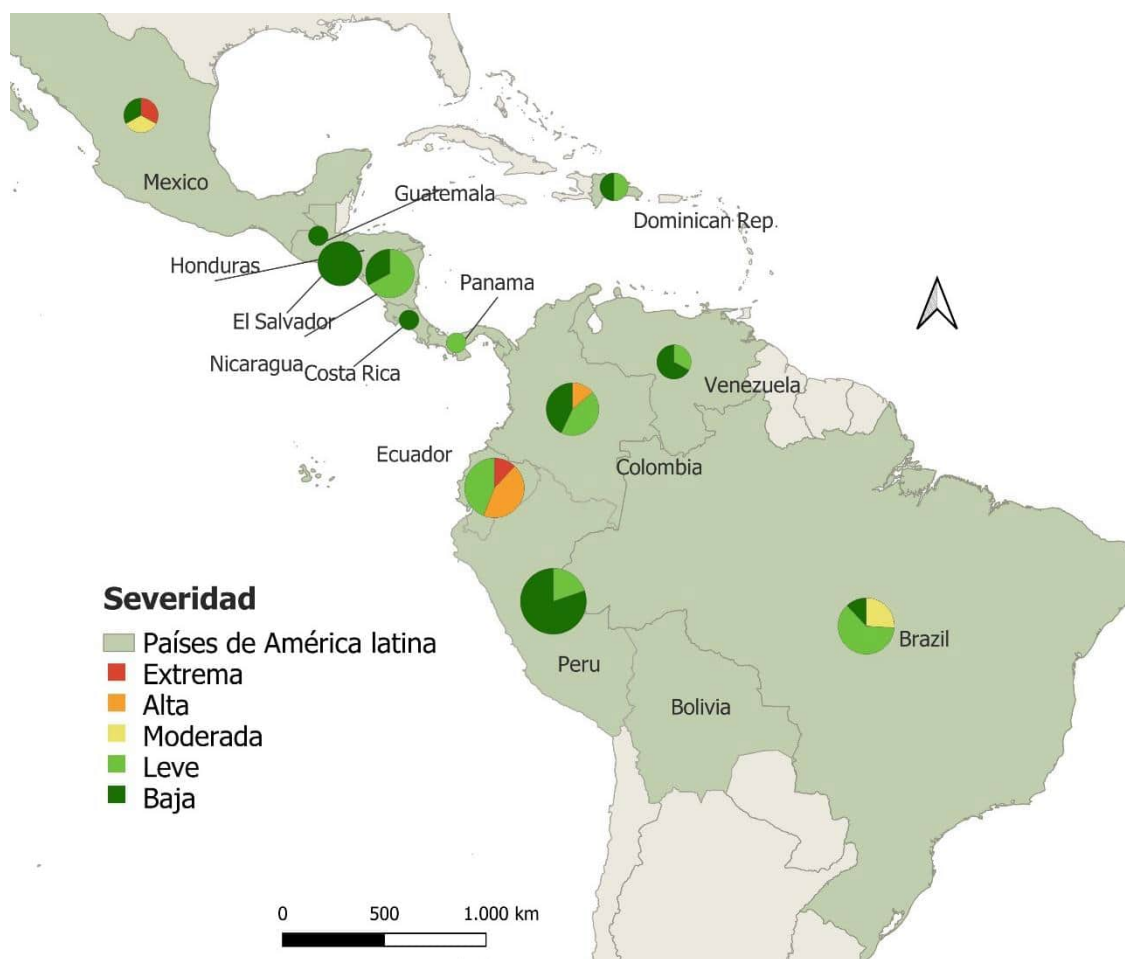


Figura 192. Severidad de la enfermedad mal de machete (*Ceratomyxa cacaofunesta*) en América Latina y el Caribe, según la percepción de los especialistas.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 44,6% de las respuestas indicaron que aumenta en cualquier época del año y un 28,6% y 25% en época de lluvia y de sequía respectivamente (figura 193). En literatura se reporta que el hongo se desarrolla en el suelo en un rango de temperaturas muy amplio, donde puede permanecer viable por aproximadamente 105 días. Los árboles de cacao

se infectan principalmente por heridas causadas en el árbol, por lo que la enfermedad puede estar presente en cualquier época del año (Polanco, 2013; Paladines-Rezabala *et al.*, 2022).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, las respuestas de los especialistas indicaron en un 64,3% que la enfermedad aumenta en la etapa vegetativa y en un 21,4% en etapa de fructificación (figura 193). Estos resultados concuerdan con el comportamiento del patógeno donde se ha observado que ataca la parte vegetativa de la planta como tallos, ramas o raíces, llegando a causar el marchitamiento y muerte de la planta (Phillips-Mora & Cerda-Bustillos, 2009).

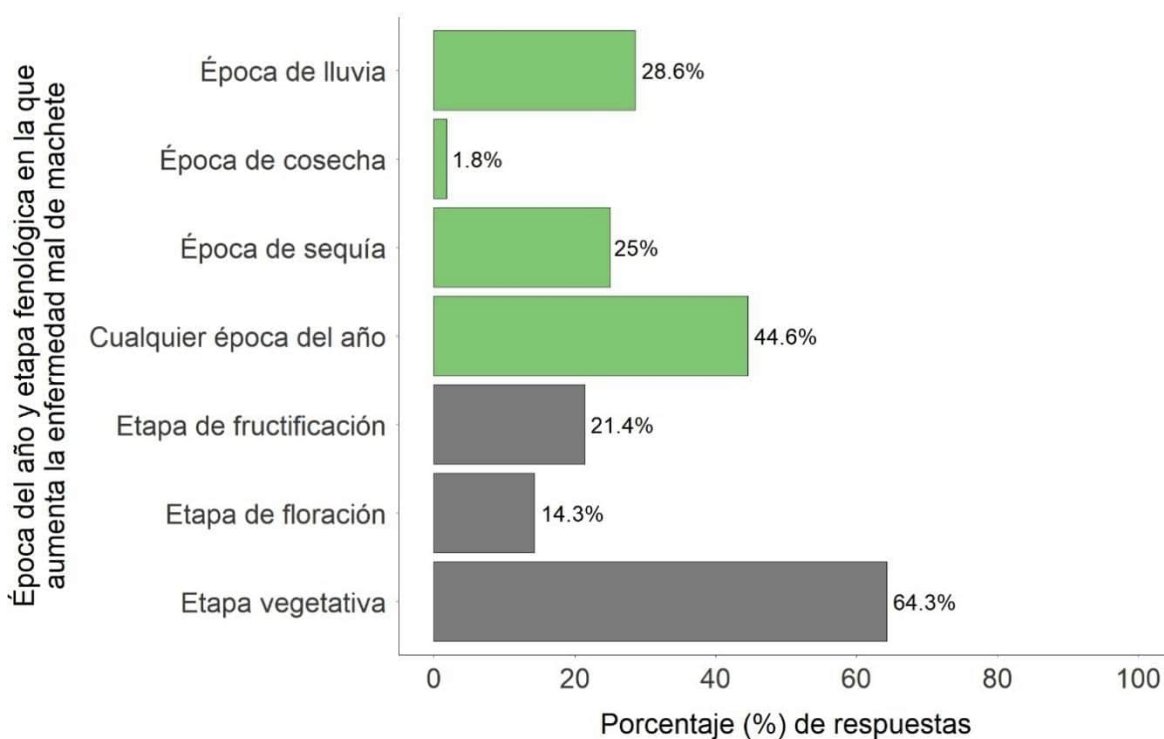


Figura 193. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta del mal de machete un total de 101 especialistas, de los cuales 60 indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 93% utilizan el control cultural para disminuir la incidencia de la enfermedad (figura 194). El segundo método de control más

utilizado es el genético, utilizado por un 80% de los especialistas, indicando la importancia que tiene este método de control para la enfermedad. El control químico y biológico fueron los métodos que menos utilizan los especialistas con porcentajes del 40 y el 36% respectivamente (figura 194).

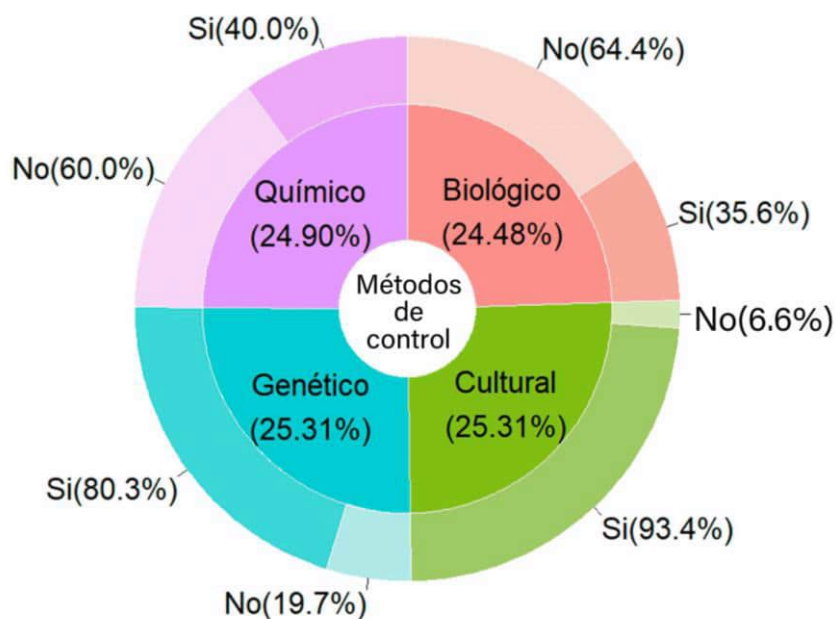


Figura 194. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*).

El control del mal de machete es principalmente preventivo ya que el control de la enfermedad en árboles infectados suele ser muy complicado. El control de esta enfermedad integra estrategias del control cultural, químico, biológico y genético. El control cultural se implementa principalmente para prevenir la producción de inóculo y su diseminación en plantas sanas. El control genético es la forma más eficaz de combatir la enfermedad con la implementación de materiales resistentes al ataque del hongo (PROCACAO, 2016).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control del mal de machete, se puede observar que, según la percepción de los especialistas, todas las prácticas son consideradas en un porcentaje mayor al 50% como prácticas muy recomendadas. Dentro de las prácticas preventivas, la desinfección de herramientas obtuvo los porcentajes más altos de recomendación (figura 195).

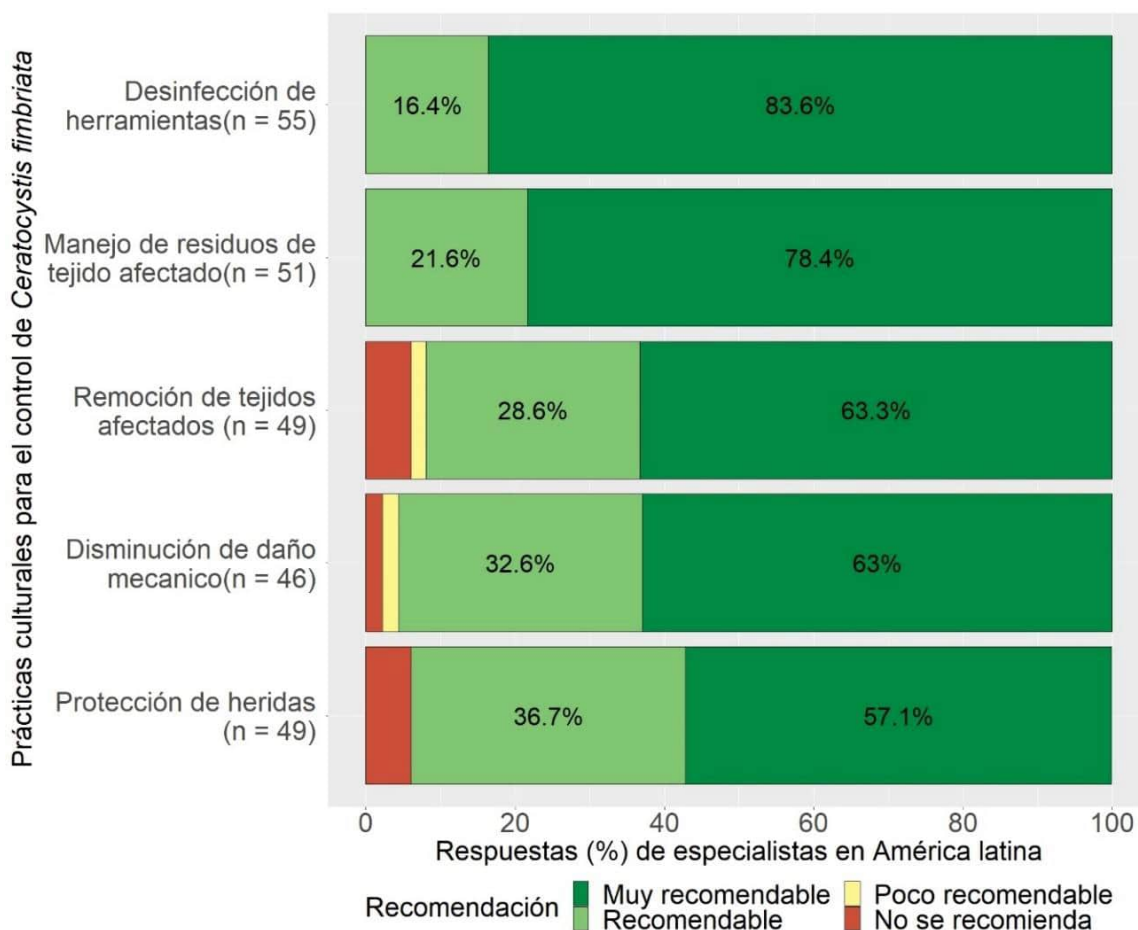


Figura 195. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

Dentro de las prácticas culturales se recomienda la prevención de la diseminación de la enfermedad disminuyendo el daño mecánico que se realiza en la planta durante la poda de los árboles y la cosecha de los frutos maduros. La eliminación de árboles

enfermos, la desinfección de herramientas con solución de hipoclorito al 1%, la remoción de tejidos enfermos y la protección de las heridas producidas por el corte con pasta fúngica contribuyen a reducir la incidencia y la diseminación de la enfermedad (Polanco, 2013; PROCACAO, 2016).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de las prácticas culturales para el control del mal de machete, todas las prácticas encuestadas fueron catalogadas en más del 65% como muy efectivas. Dentro de estas, la desinfección de herramientas y el manejo de residuos de tejido afectado fueron las más efectivas con porcentajes de efectividad alta del 92 y 88% respectivamente (figura 196).

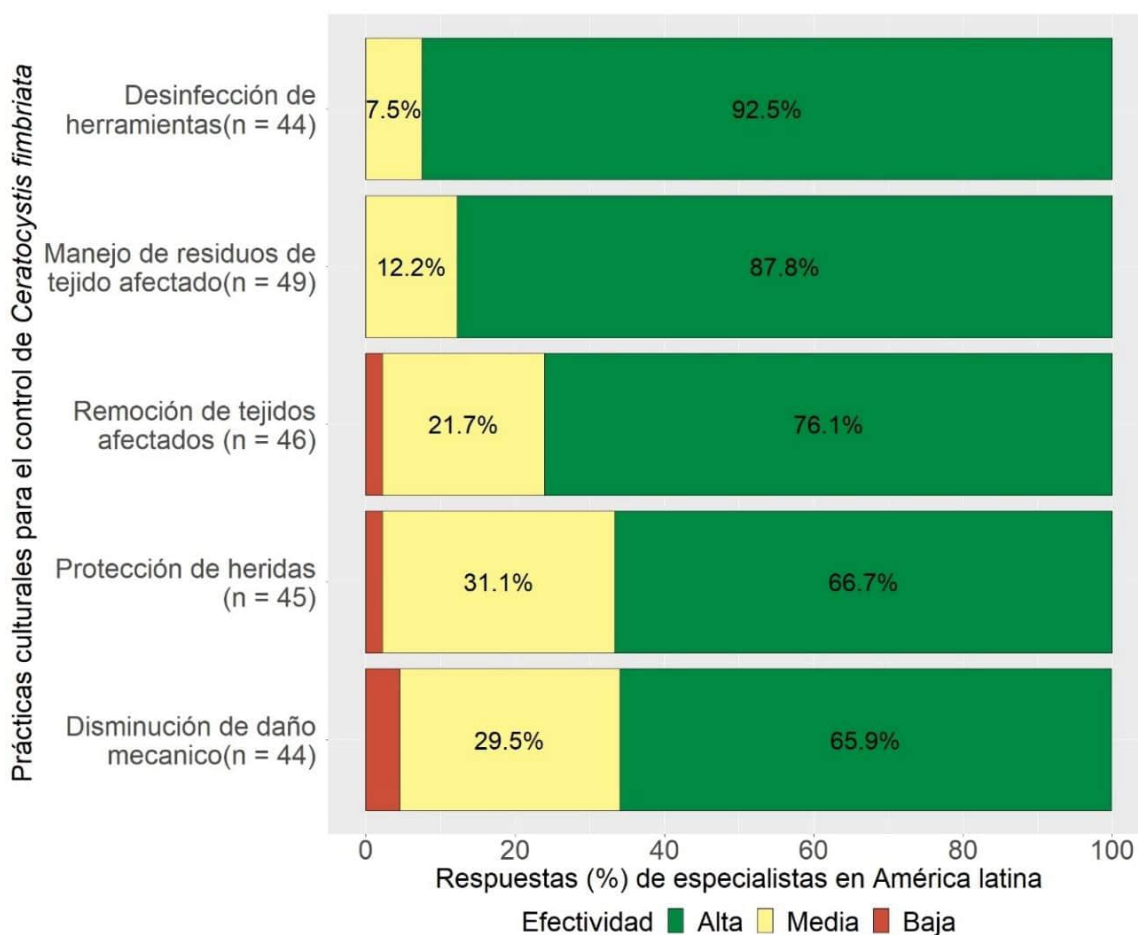


Figura 196. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas, se puede observar en términos generales que entre el 30 y el 40% de los especialistas consideran las prácticas culturales como económicas y entre el 40 y el 50% como medianamente costosas. La práctica disminución del daño mecánico obtuvo los mayores porcentajes de respuestas que la catalogaron como muy costosa (figura 197).

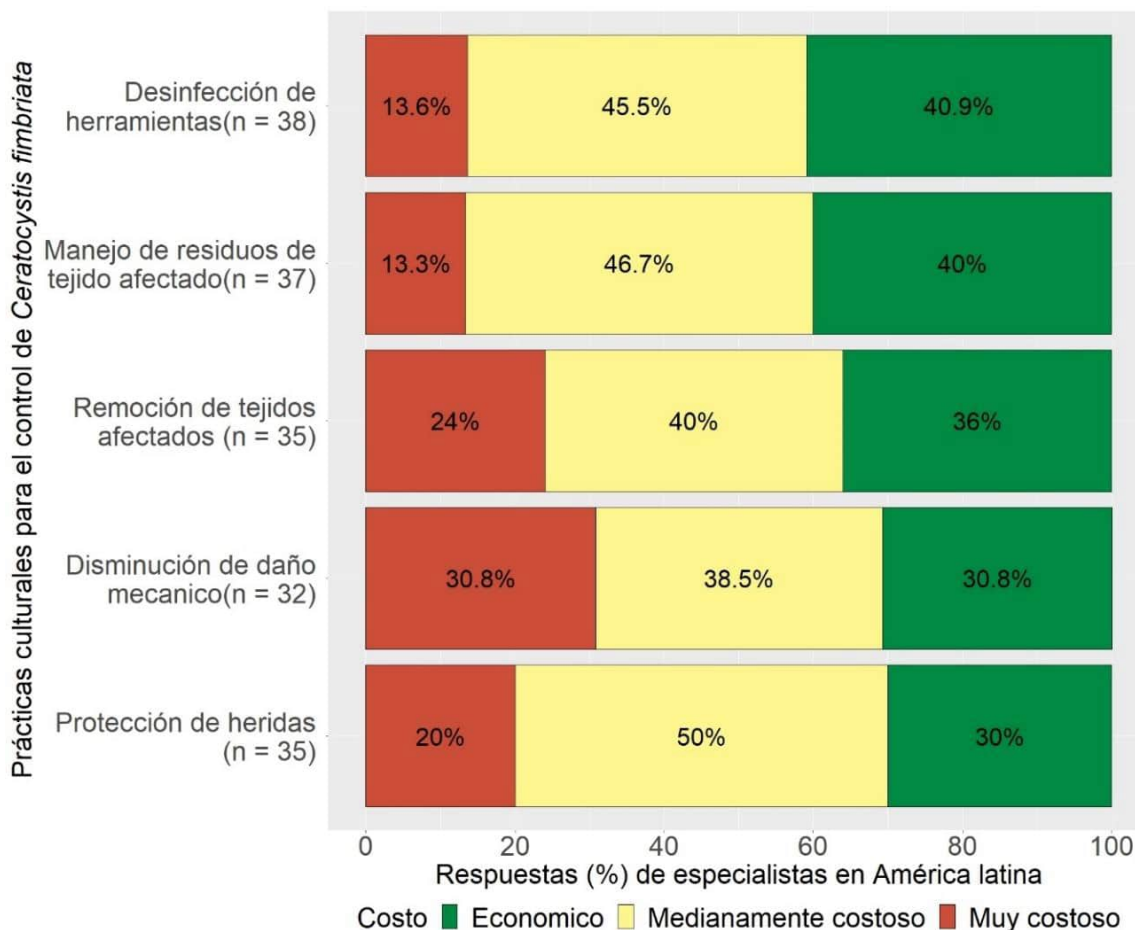


Figura 197. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas culturales fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 60%. Dentro de estas, la desinfección de herramientas y la protección de heridas fueron las menos asequibles (figura 198).

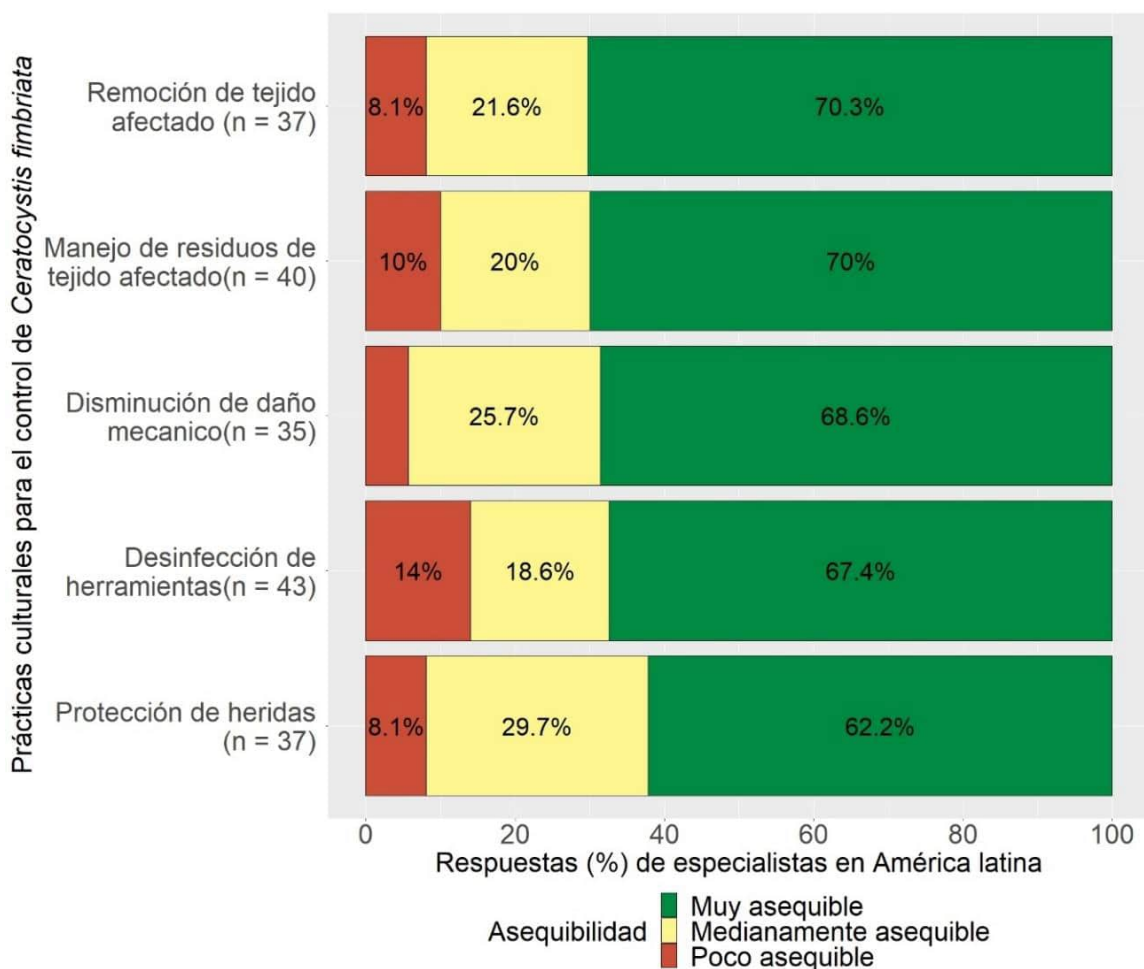


Figura 198. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de las prácticas culturales, todas fueron catalogadas en una proporción mayor al 60% como prácticas de difusión media, lo que indica que son utilizadas por una minoría de productores para el control del mal de machete (figura 199).

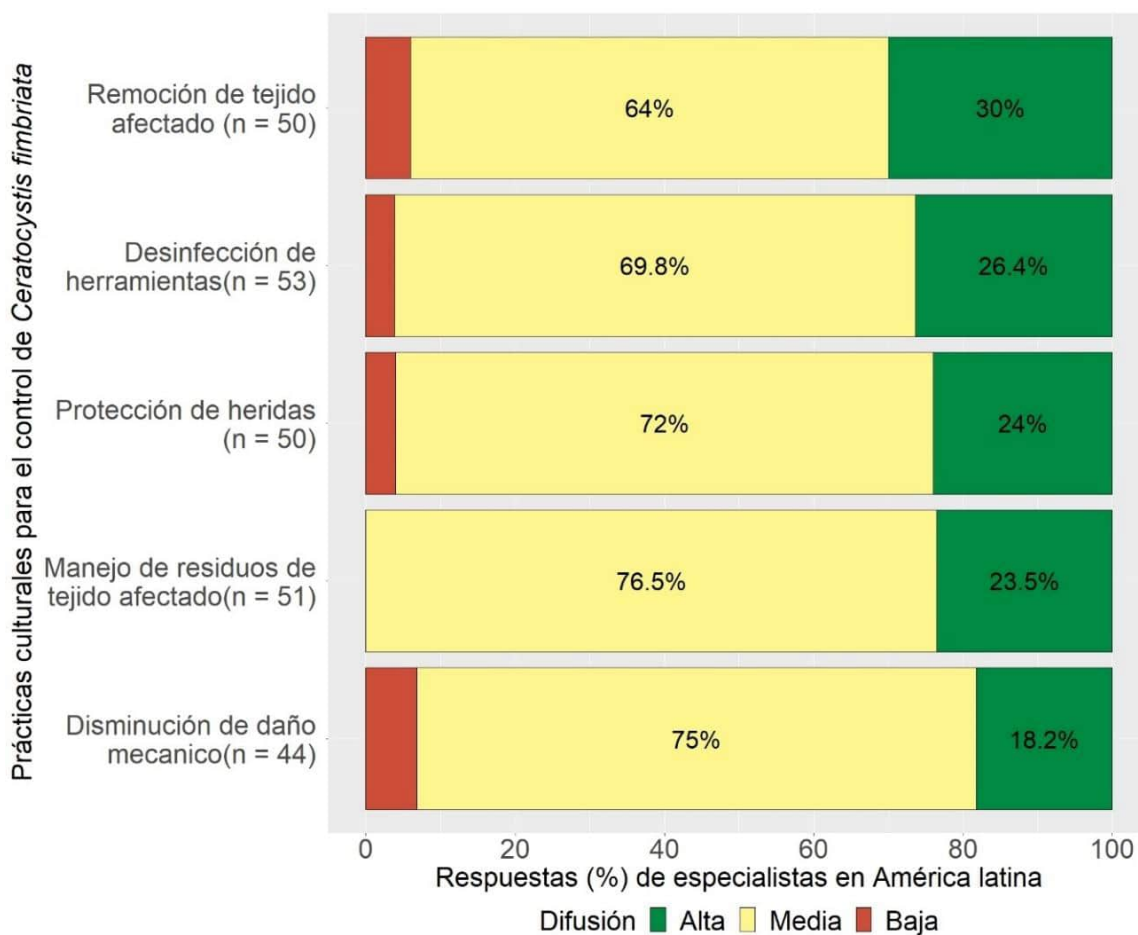


Figura 199. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de las prácticas culturales, la mayoría de los especialistas indicaron que deben realizarse cada vez que se observa la enfermedad, a excepción de la desinfección de herramientas, donde aproximadamente el 47% de los especialistas consideran que se debe realizar semanalmente (figura 200).

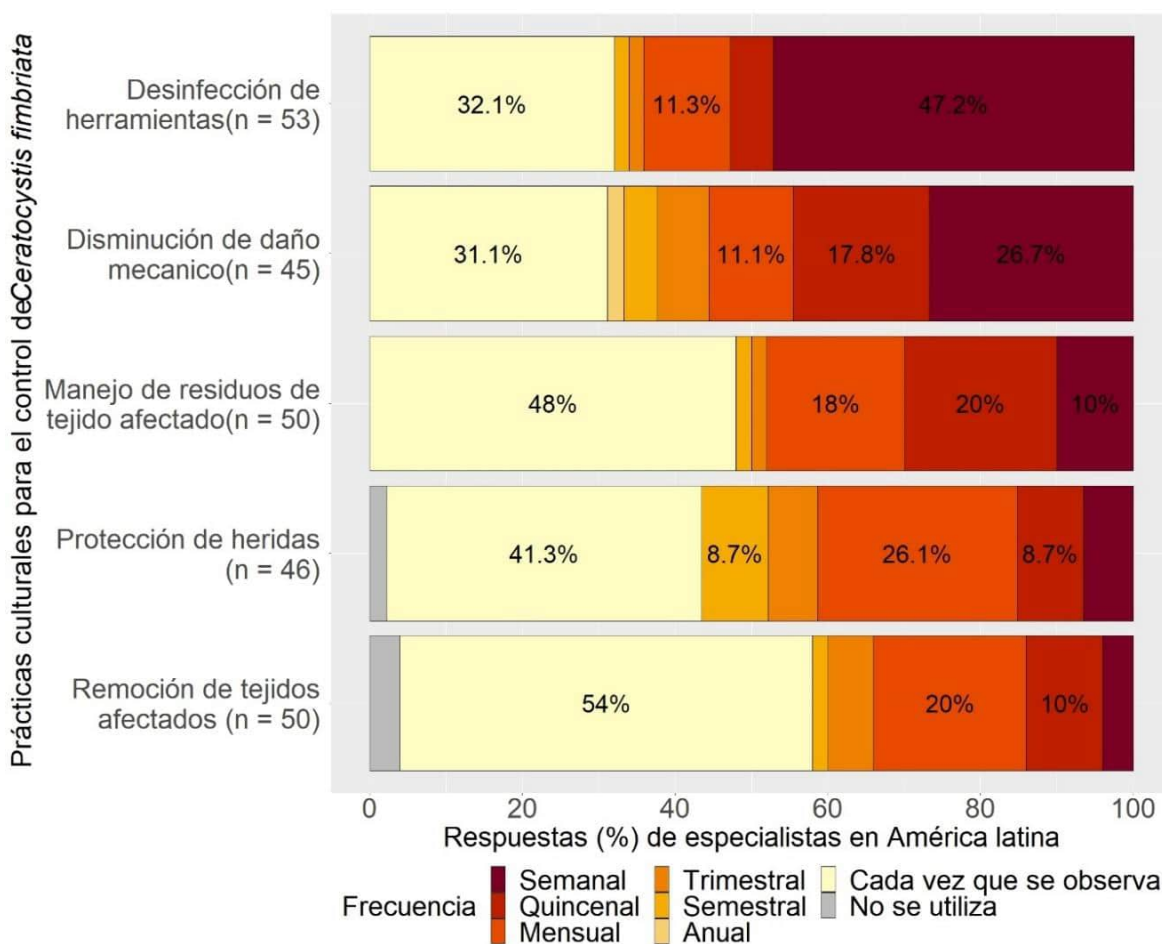


Figura 200. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas económicas y de efectividad alta. Entre estas podemos encontrar con un mayor número de respuestas correlacionadas a la desinfección de herramientas, y en menor medida, el manejo de residuos de tejido afectado, la remoción de tejido y la disminución del daño mecánico (figura 201).

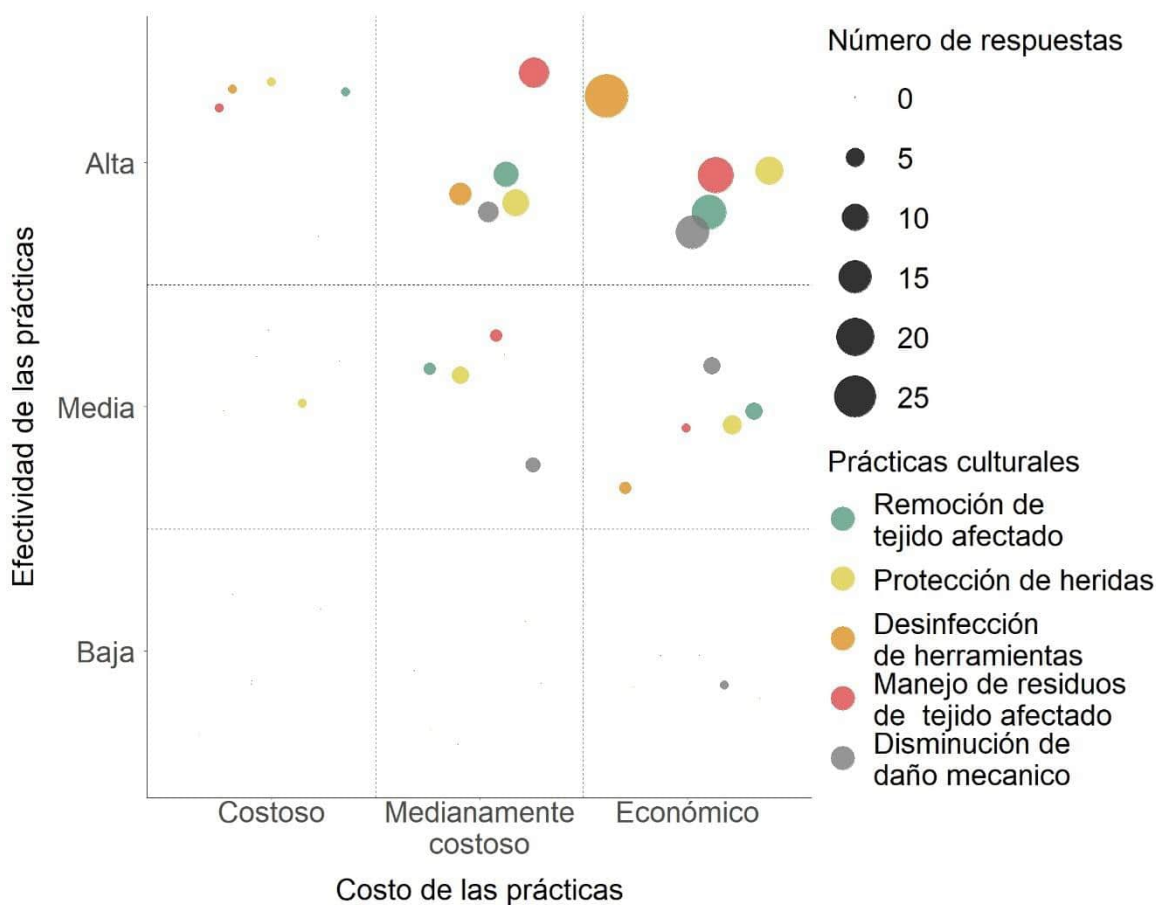


Figura 201. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas culturales con efectividad alta y muy asequibles. Con un mayor número de respuestas correlacionadas se destacan las prácticas de desinfección de herramientas y manejo de residuos de tejido vegetal afectado (figura 202).

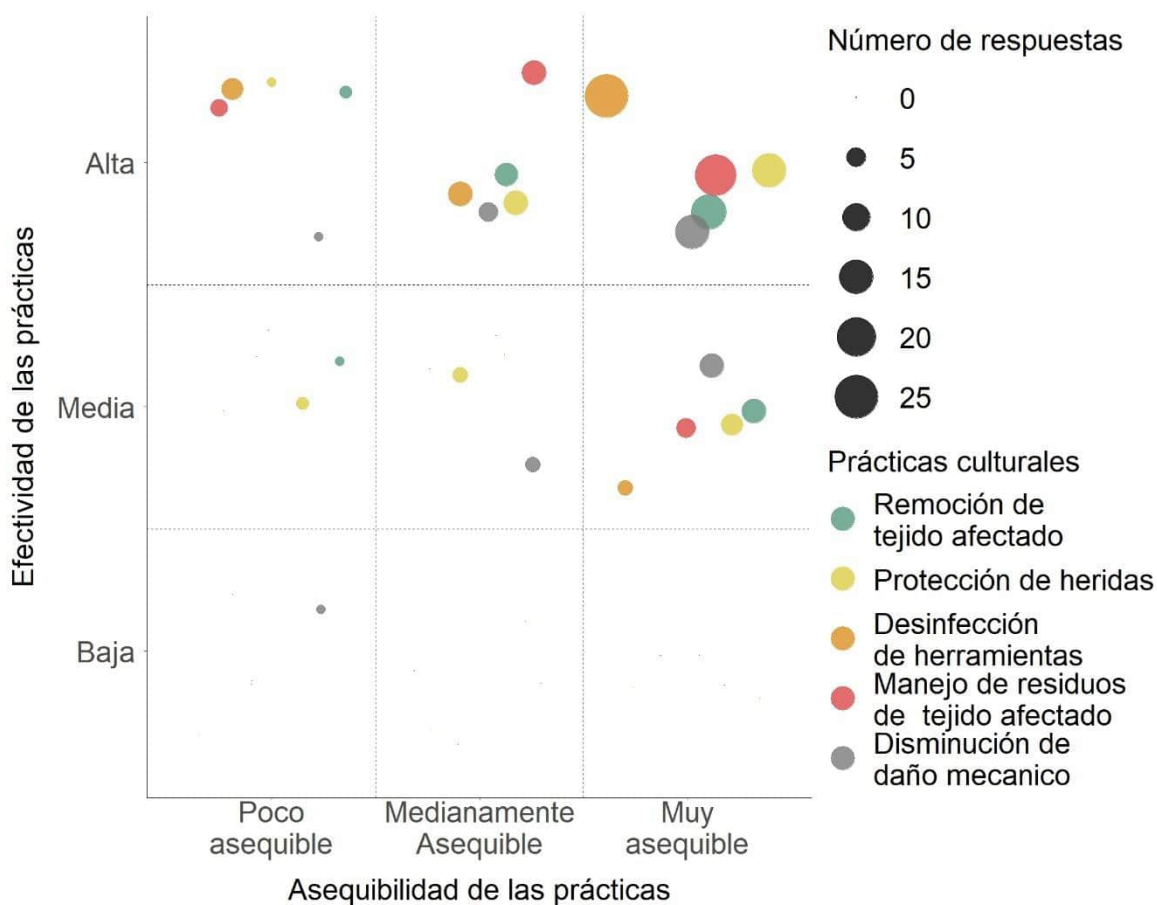


Figura 202. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con efectividad alta y difusión media, es decir, prácticas que son utilizadas por una minoría de los productores. El mayor número de respuestas correlacionadas estuvo representado en las prácticas manejo de residuos de tejido afectado y desinfección de herramientas (figura 203).

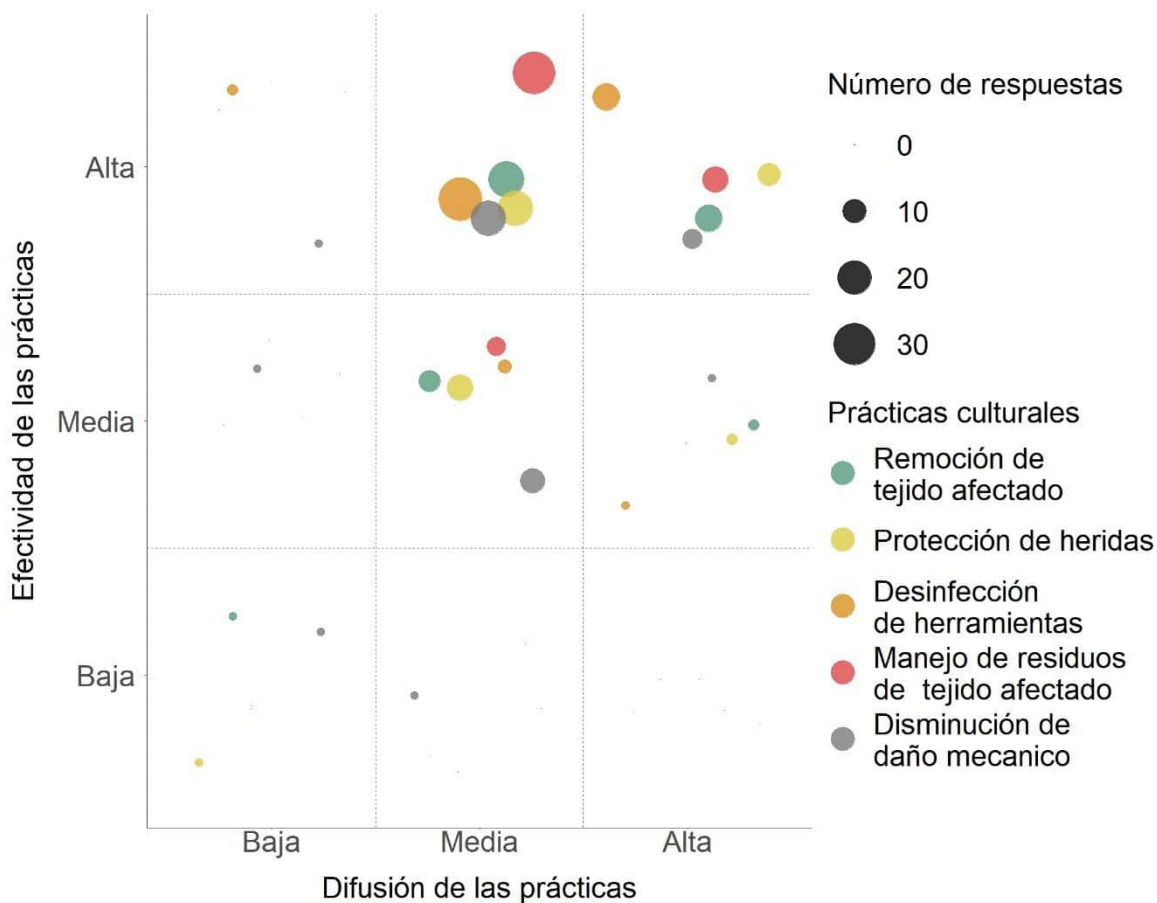


Figura 203. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos utilizados para el control del mal de machete, se puede observar que la cal fue el único producto que los especialistas consideraron en una proporción del 75% como muy recomendado. Los otros productos químicos encuestados fueron considerados en mayor medida como recomendados para el control de la enfermedad (figura 204).

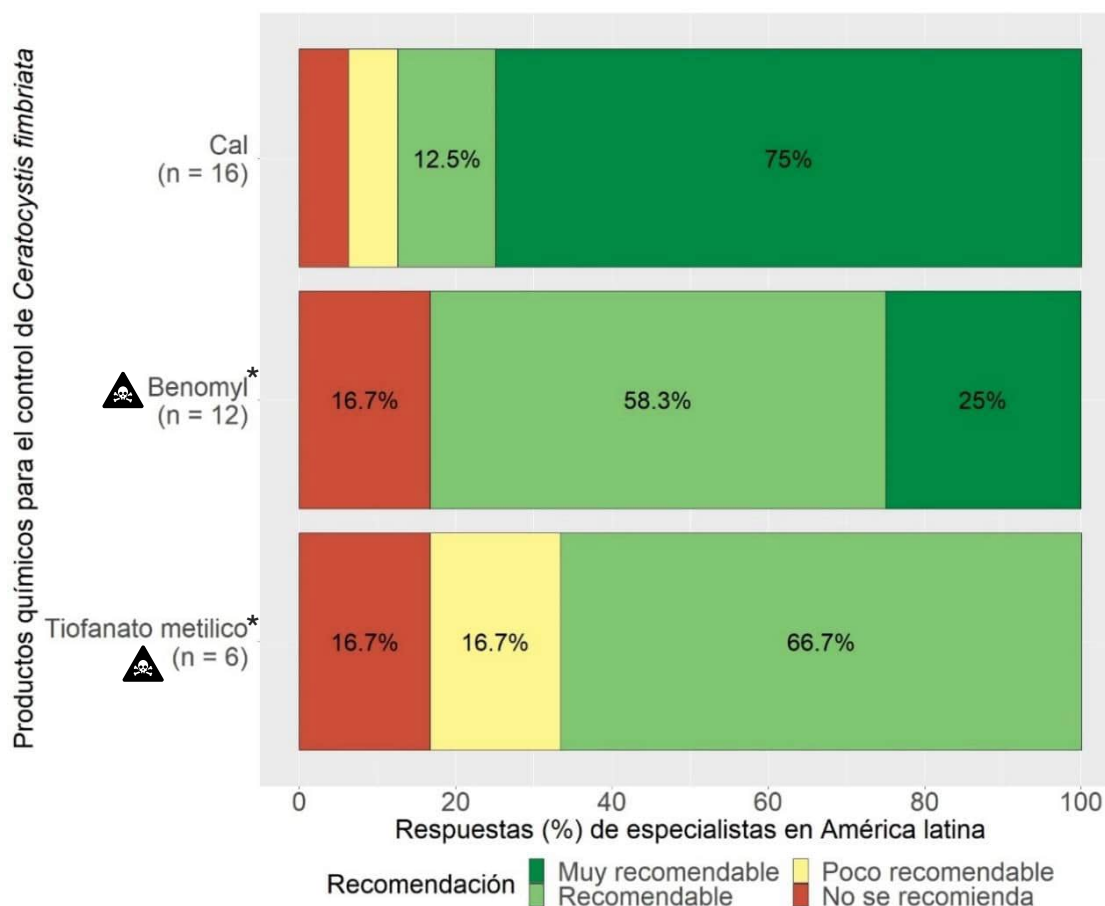


Figura 204. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Dentro del control químico, los fungicidas sistémicos son productos utilizados para el control de la enfermedad debido a que contrarrestan el movimiento del hongo en el sistema vascular de la planta, sin embargo, se necesitan más investigaciones que demuestren su eficiencia y rentabilidad en el cultivo. Productos como el Tiofanato metílico y el Benomyl aplicados al suelo han reducido de alguna manera la incidencia de la enfermedad (Polanco, 2013).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la mayoría de los especialistas consideraron los productos químicos como de efectividad alta en porcentajes superiores al 66%. El producto químico considerado efectivo por un mayor número de especialistas fue el Benomyl, y en la misma proporción la cal y el Tiofanato metílico (figura 205).

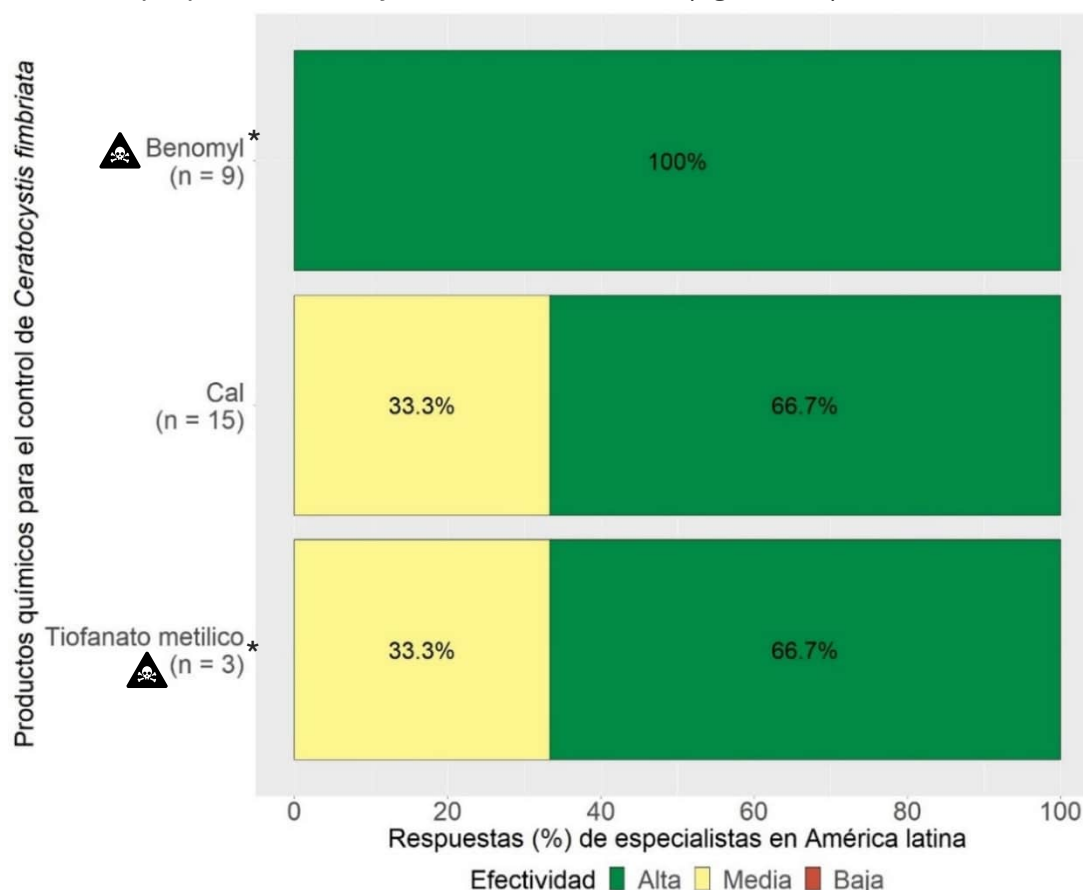


Figura 205. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, la cal fue considerado el producto más económico en una proporción superior al 82%. El Benomyl y el Tiofanato metílico fueron considerado por un mayor número de especialistas como medianamente costosos (figura 206).

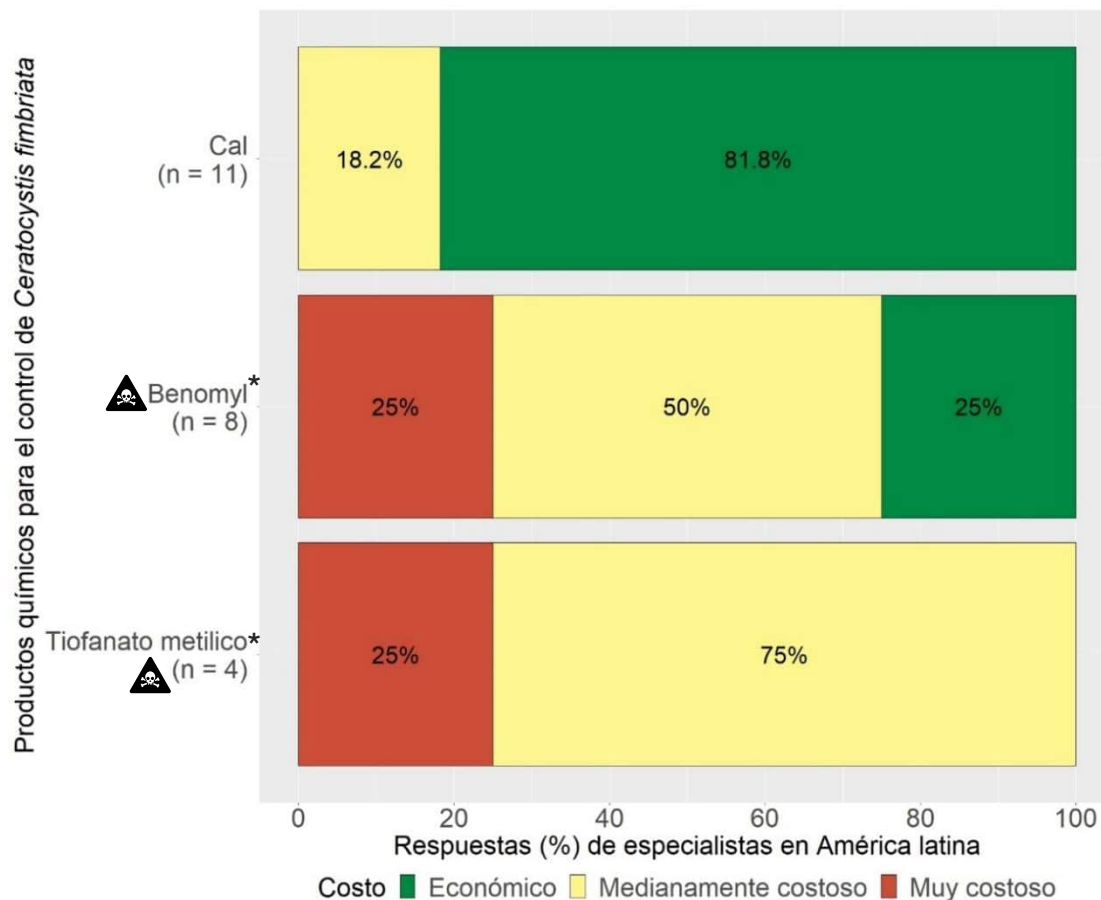


Figura 206. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad, los tres productos químicos fueron considerados como muy asequible por más del 50% de los especialistas, dentro de estos, el Tiofanato metílico fue el que consideraron de mayor asequibilidad con respuestas del 75% de los encuestados. La cal agrícola fue el producto considerado como medianamente asequible por un mayor número de especialistas (figura 207).

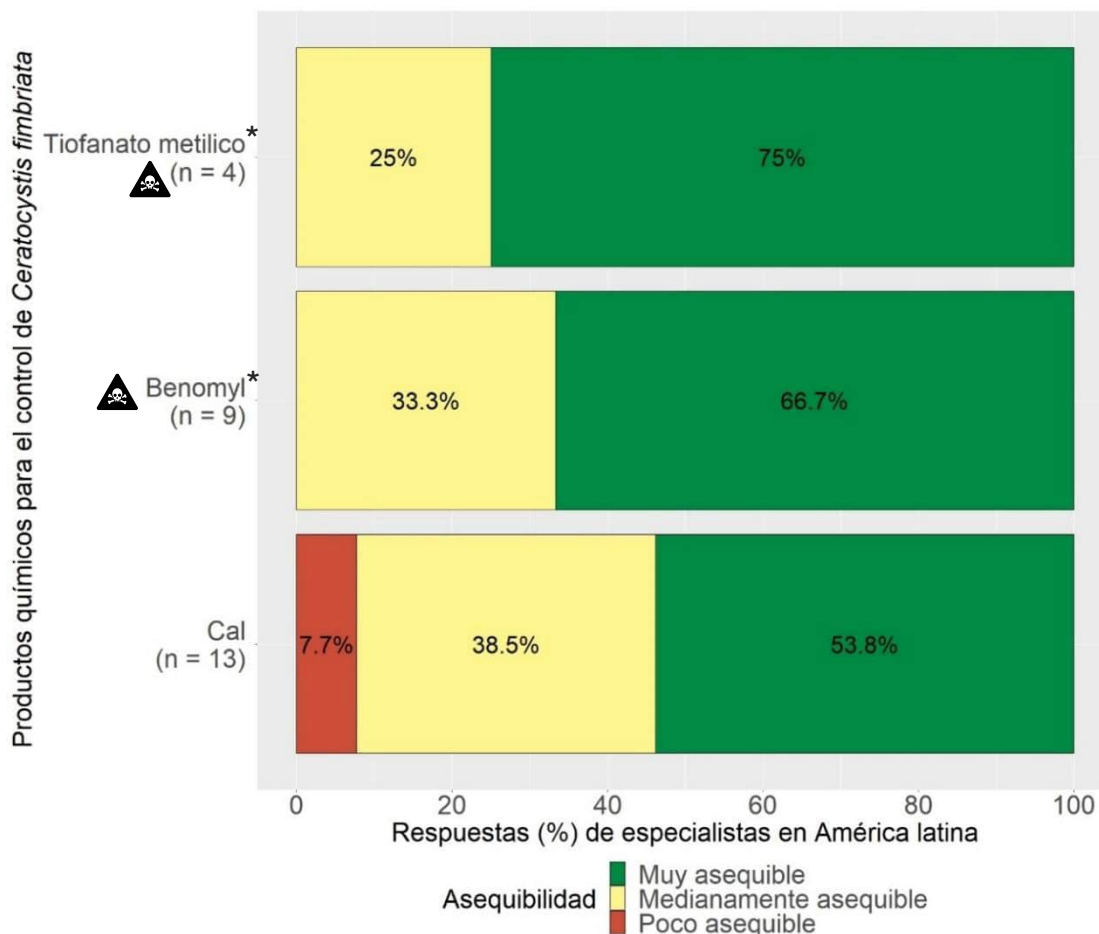


Figura 207. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratomyces cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, únicamente la cal se considera como un producto usado por la mayoría de los productores con respuestas de más del 60% que lo consideran de difusión alta. El Benomyl y el Tiofanato metílico fue considerado de difusión media, por lo que es utilizado por una minoría de los productores para el control del mal de machete (figura 208).

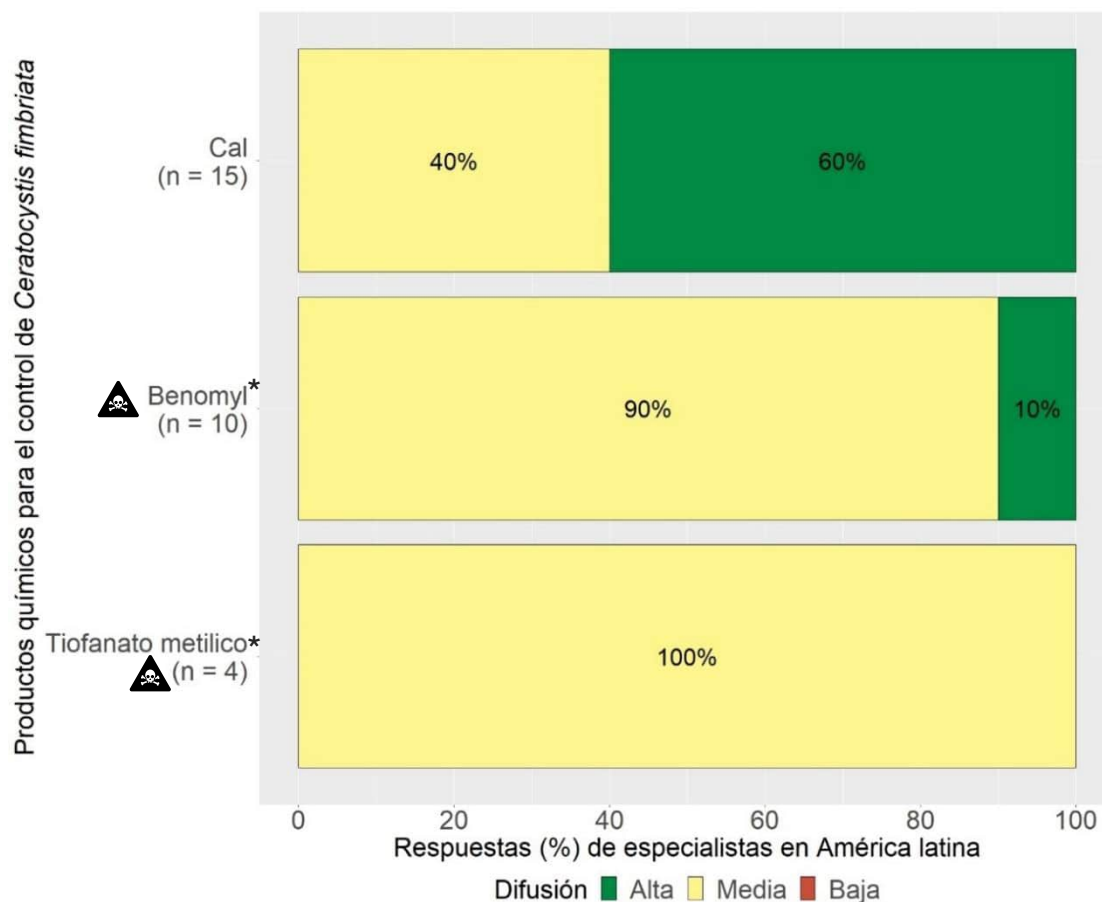


Figura 208. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, las respuestas de la frecuencia de aplicación de la cal variaron de mensualmente a anualmente por un porcentaje similar de especialistas (figura 209). El Benomyl es considerado por los especialistas como un producto que debe aplicarse semestralmente o cada vez que se observa la enfermedad. El Tiofanato metílico al igual que el Benomyl se considera que debe aplicarse cada vez que se observa la enfermedad. Los especialistas también consideraron que no se utilizan los productos químicos en porcentajes del 20 al 30% de los encuestados (figura 209).

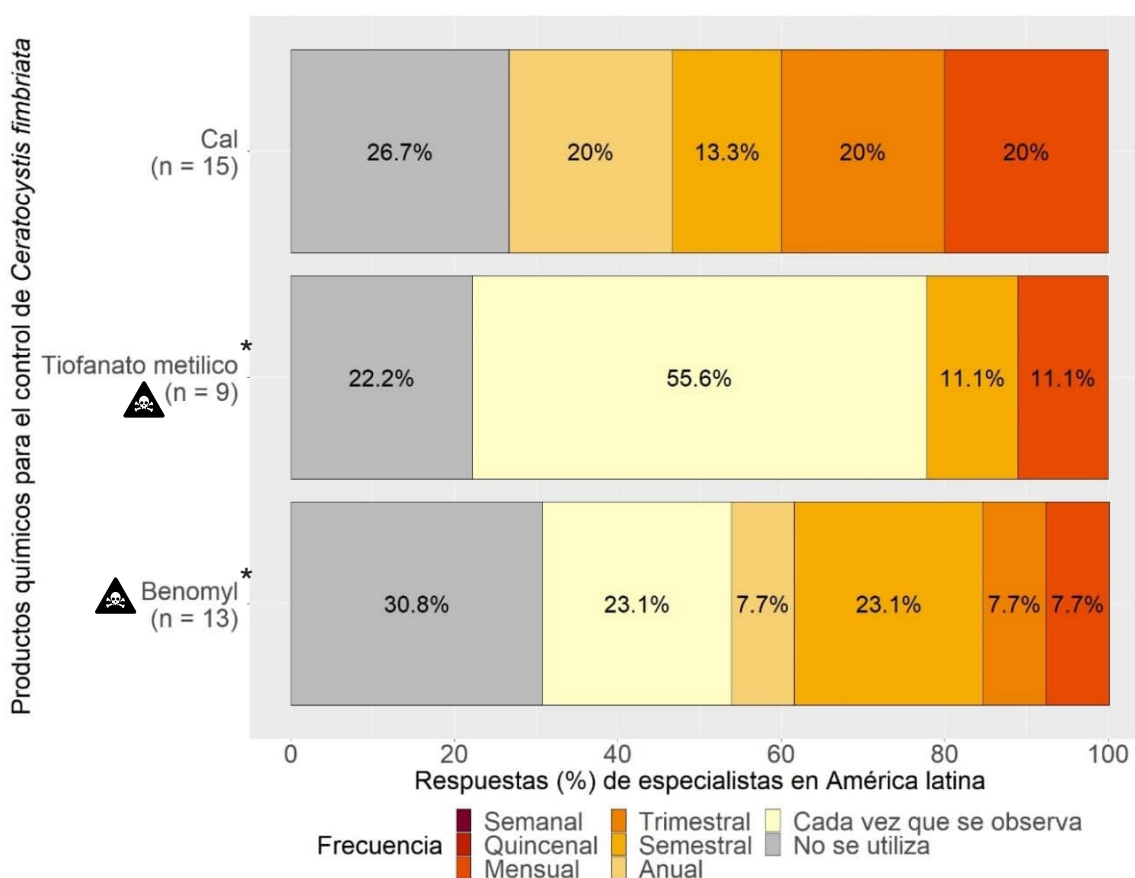


Figura 209. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos no mostraron una tendencia entre las variables evaluadas. Únicamente la cal estuvo correlacionada en mayor proporción como un producto de efectividad alta y muy económico (figura 210).

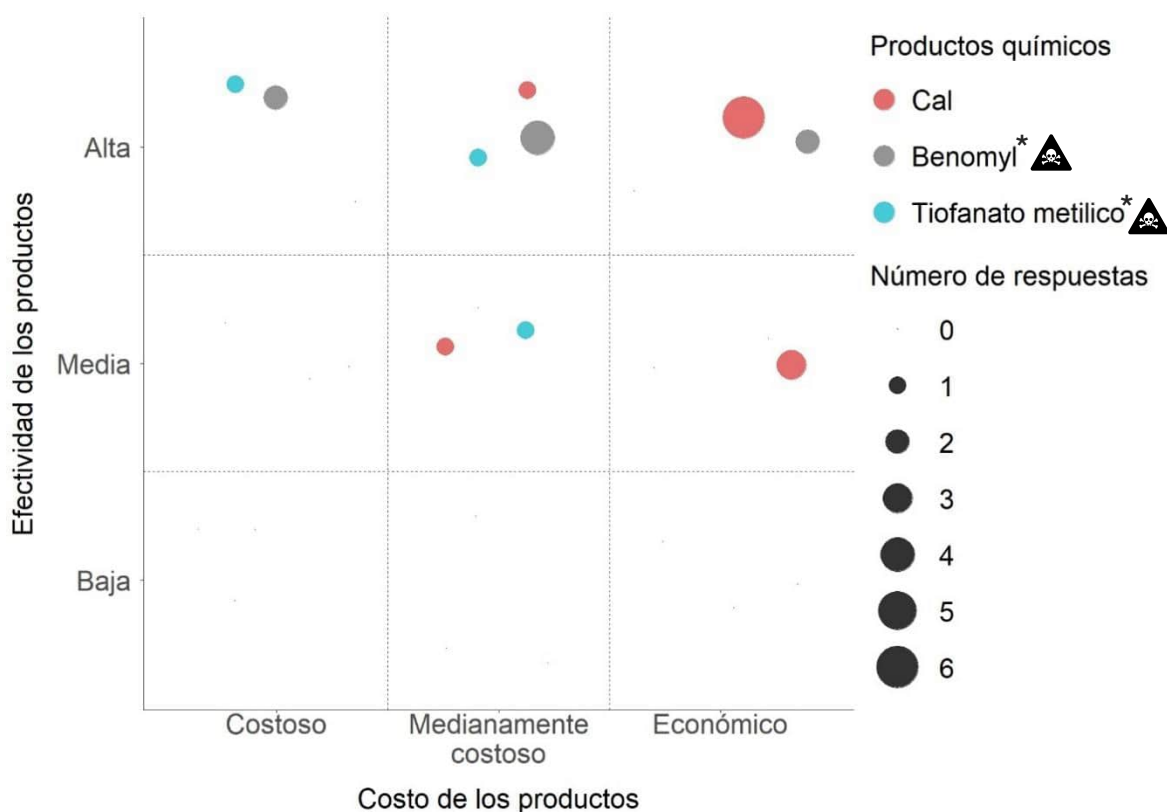


Figura 210. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos con una efectividad alta y muy asequibles. Esto se observó principalmente en la cal y el Benomyl al tener un mayor número de respuestas correlacionadas (figura 211).

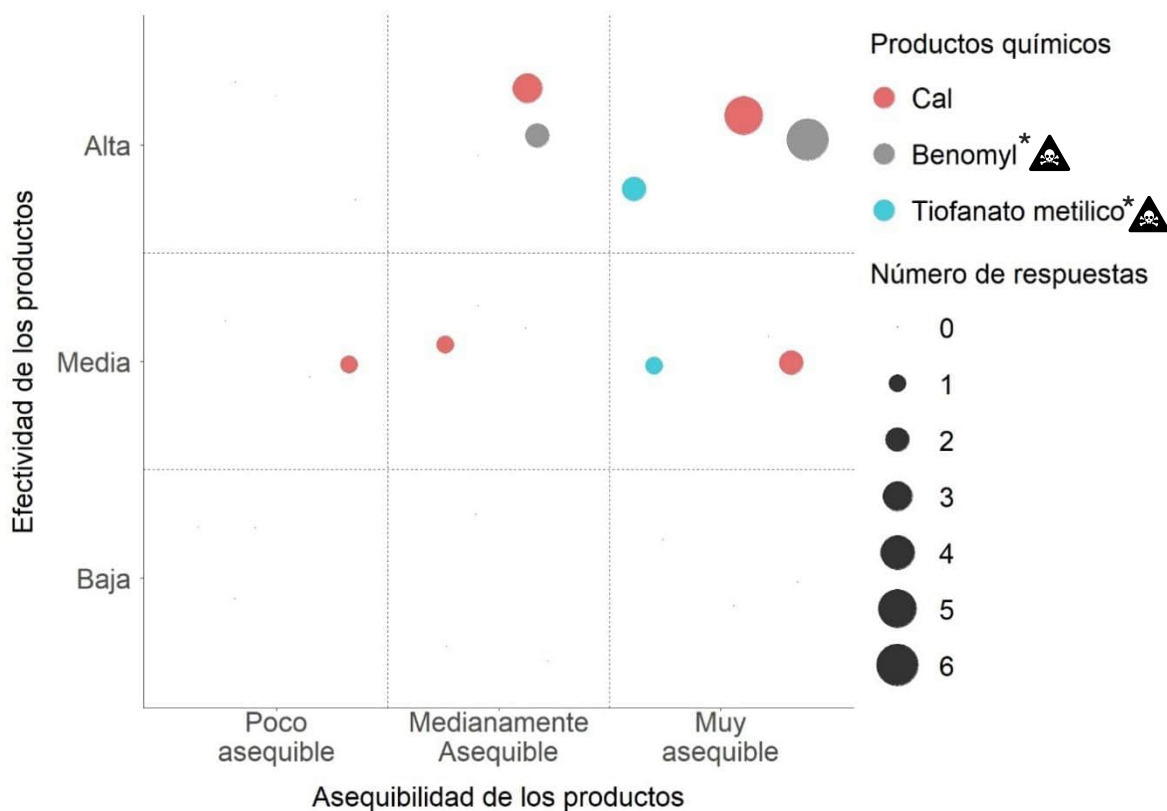


Figura 211. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos no mostraron una tendencia clara entre las variables evaluadas. La cal fue correlacionada por un mayor número de especialistas como efectiva y de difusión alta y el Benomyl como efectiva, pero de difusión media (figura 212).

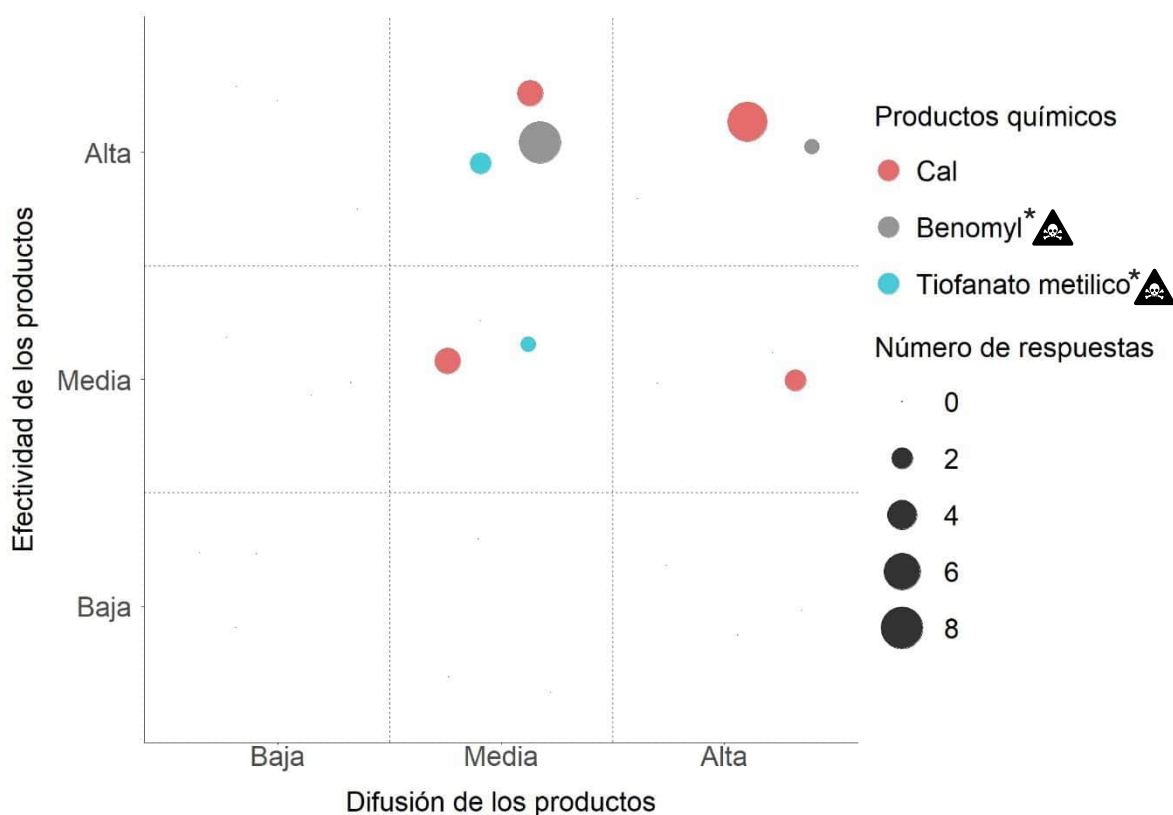


Figura 212. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control biológico

Algunos especialistas utilizan los siguientes microorganismos para el control del mal de machete:

- *Trichoderma harzianum*.
- *Bacillus megaterium*.
- *Trichoderma sp.*
- Control biológico para *Xyleborus* (trampas a base de alcohol y *Beauveria bassiana*)
- Control biológico para *Xyleborus* (*Metarhizium anisopliae*)

Control genético

En cuanto al control genético, de 49 especialistas que respondieron la sección, el 96% de ellos consideraron que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Los especialistas indicaron que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 49,2% y el diseño policlonal con variedades locales con un 31,1% (figura 213).

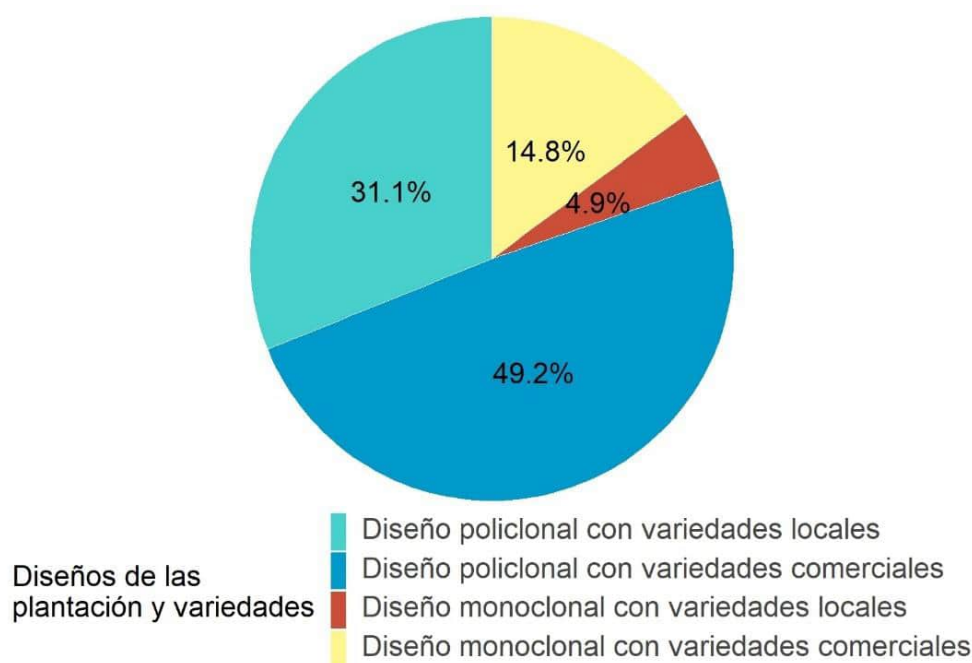
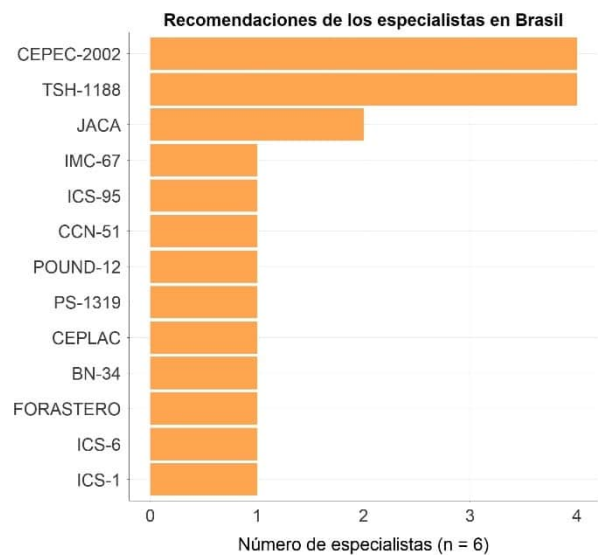
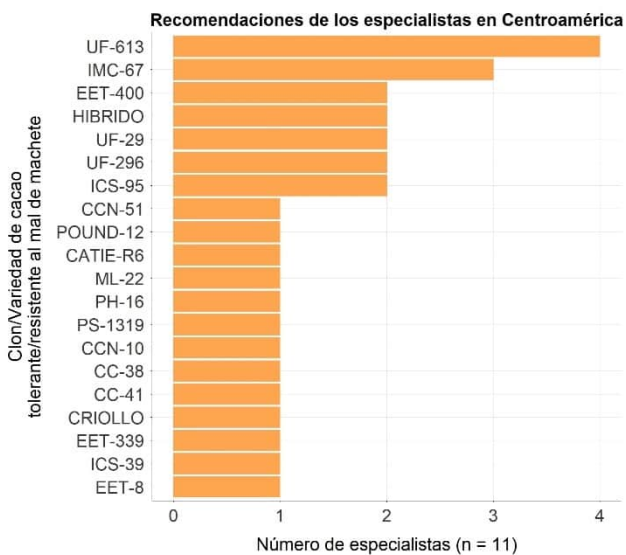
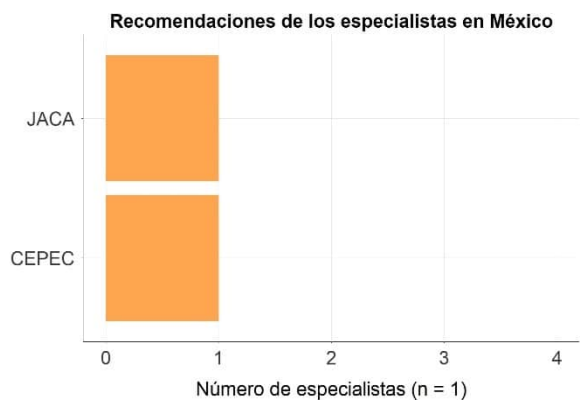
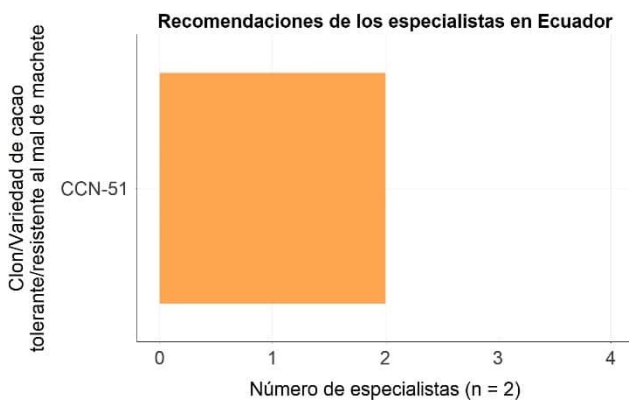
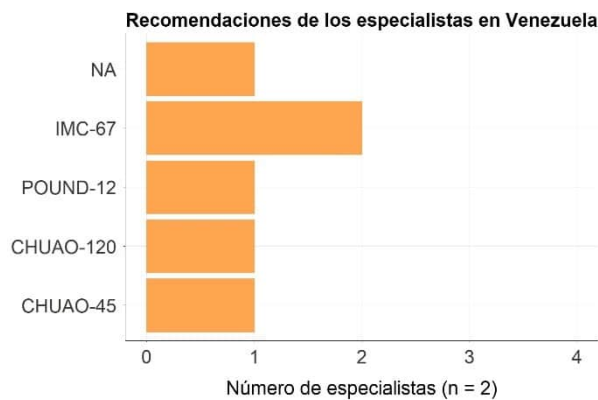
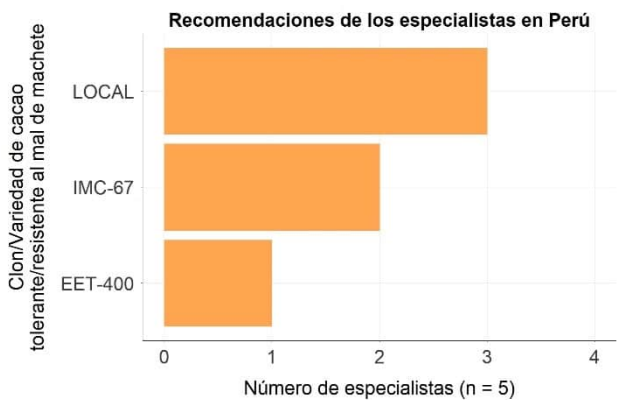


Figura 213. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe por su resistencia/tolerancia al mal de machete, se destaca el clon IMC-67 como uno de los más recomendados en países como Perú, Venezuela, Colombia y Centroamérica y el Caribe. En Ecuador dos especialistas recomendaron el clon CCN-51 y en México un especialista recomendó JACA y CEPEC (figura 214).



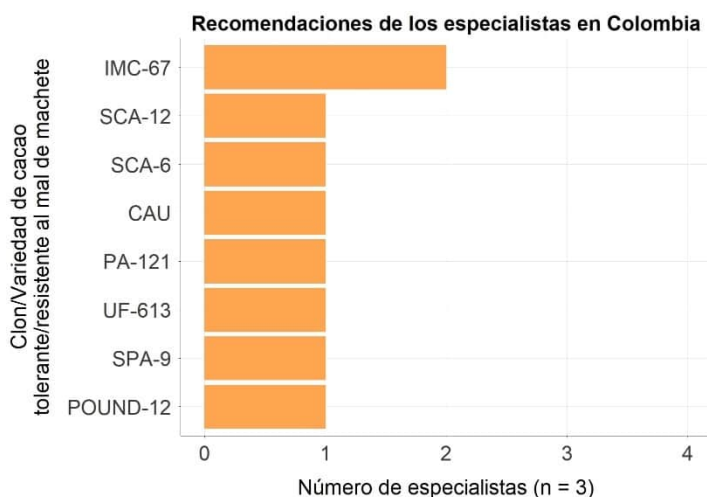


Figura 214. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al mal de machete.

El control genético es considerado una de las alternativas más eficientes para combatir la enfermedad (Delgado, 2003). En Costa Rica se han identificado los clones IMC-67, Pound-12 y SPA-9 como altamente resistentes. En Colombia los clones ICS-6, TSA-654 e ICS-95 presentaron altos niveles de resistencia. En Venezuela las progenies del clon IMC-67 obtuvieron resistencia al patógeno. En Brasil se identificó el clon CEPEC-2088 como resistente (Polanco, 2013). Otros clones resistentes son IMC-60, UF-613, EET-96, EET-399, EET-400, PA-121, PA-169, UF-29, Caucasia-39 y Caucasia-43 (PROCACAO, 2016).

Conclusiones



Para el control del mal de machete, los especialistas consideran el control cultural y genético como los principales métodos para combatir la enfermedad. Todas las prácticas culturales fueron recomendadas y consideradas efectivas para reducir la fuente de inóculo y prevenir la diseminación del patógeno, además se consideran prácticas asequibles para los productores (tabla 8).

El principal método para combatir la enfermedad del mal de machete es la prevención de la diseminación de la enfermedad, la cual es ocasionada principalmente por el daño mecánico producido por las podas de la planta y la cosecha de los frutos. La integración de las prácticas culturales con algunos químicos es fundamental para evitar la diseminación del hongo. La desinfección de herramientas con hipoclorito y la

protección de heridas con pasta fúngica contribuyen a reducir la incidencia de la enfermedad. La cal fue el producto más recomendado por los especialistas. Los otros químicos se consideran medianamente costosos por lo que son utilizados por una minoría de los productores (tabla 8).

El control genético es uno de los métodos más eficientes para combatir la enfermedad, encontrando una amplia variedad de clones y materiales que son considerados resistentes en América Latina y el Caribe. Los clones más recomendados fueron el IMC-67, UF-613 y CCN-51 (tabla 8).

Tabla 8. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Desinfección de herramientas	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Manejo de residuos de tejido afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
	Remoción de tejido afectado	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
Químico	Benomyl* 	Alta	Medio	Alta	P
	Tiofanato metílico* 	Alta	Medio	Alta	P
Genético^a	Cal	Alta	Bajo	Alta/Media	P
	IMC-67	Alta			H
	UF-613	Alta			H
	CCN-51	Alta			H
	TSH-1188	Alta			H
	CEPEC-2002	Alta			H

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Lasiodiplodia theobromae

Muerte regresiva



Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso



Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso

Lasiodiplodia es un género de hongos cosmopolita con mayor incidencia en climas tropicales y subtropicales (Ocampo-Padilla *et al.*, 2024). Causan daño principalmente en tallos y ramas, pero también puede afectar hojas y frutos (muerte regresiva, canceres, gomosis, tizón de las hojas y podredumbre de raíces y frutos) de árboles de una gran variedad de cultivos de importancia económica (Santana-Álvarez, 2024). La capacidad de este género para sobrevivir en el suelo y en residuos vegetales hace que su manejo sea difícil (Huaman-Pilco *et al.*, 2024).

Lasiodiplodia theobromae es el agente causal de la muerte regresiva en el cacao. Esta especie es la más común dentro del género y causa enfermedades en más de 500 plantas entre árboles frutales, hortalizas y plantas ornamentales (Huaman-Pilco *et al.*, 2024). En árboles de cacao se observan manchas de coloración marrón en la corteza, las cuales pueden llegar a alcanzar los frutos donde finalmente se observa el necrosamiento de los tejidos y la momificación de los frutos; al interior se observa una masa de micelio negrozco que envuelve a las almendras (Moreira-Morrillo *et al.*, 2021).

Este hongo puede ser saprofito en tejidos vegetales leñosos muertos, pero se considera un patógeno latente, encontrándose como endófito en tejidos sanos de plantas, convirtiéndolo en un patógeno cuando el hospedero se encuentra debilitado o estresado (Huda-Shakirah *et al.*, 2022). Se desarrolla mejor en suelos arcillosos con alta humedad. Su crecimiento óptimo está en temperaturas entre los 29 y 30°C, sin embargo, puede esporular a partir de los 15°C siendo favorecido por los periodos de lluvia (Moreira-Morrillo *et al.*, 2021).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, en América Latina la incidencia de la muerte regresiva es baja a leve en países como Perú, Colombia y Ecuador. En Brasil oscila entre una incidencia baja a moderada y en Venezuela la mayoría de los especialistas indicaron que la incidencia es baja, aunque algunas personas la consideran extrema (figura 215).

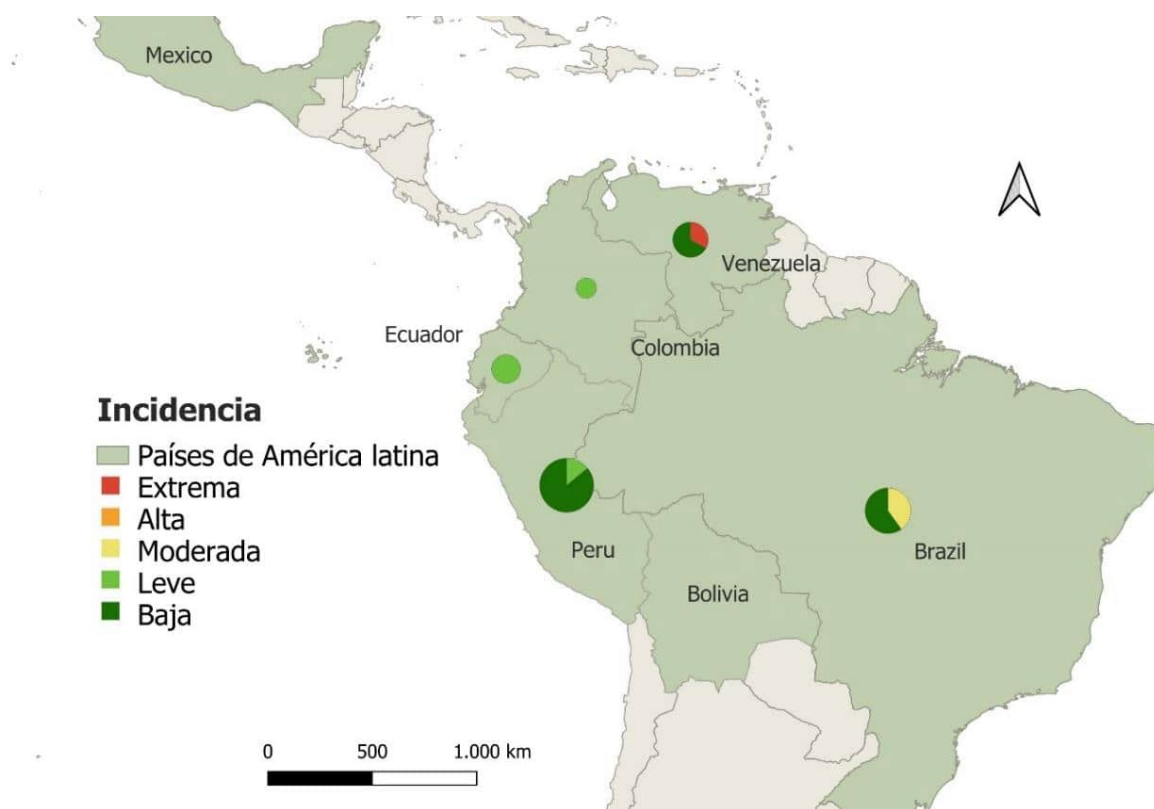


Figura 215. Incidencia de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

En cuanto a la severidad de la enfermedad, se observaron los mismos resultados por país a diferencia de Perú, donde algunos especialistas la consideran de severidad moderada (figura 216).

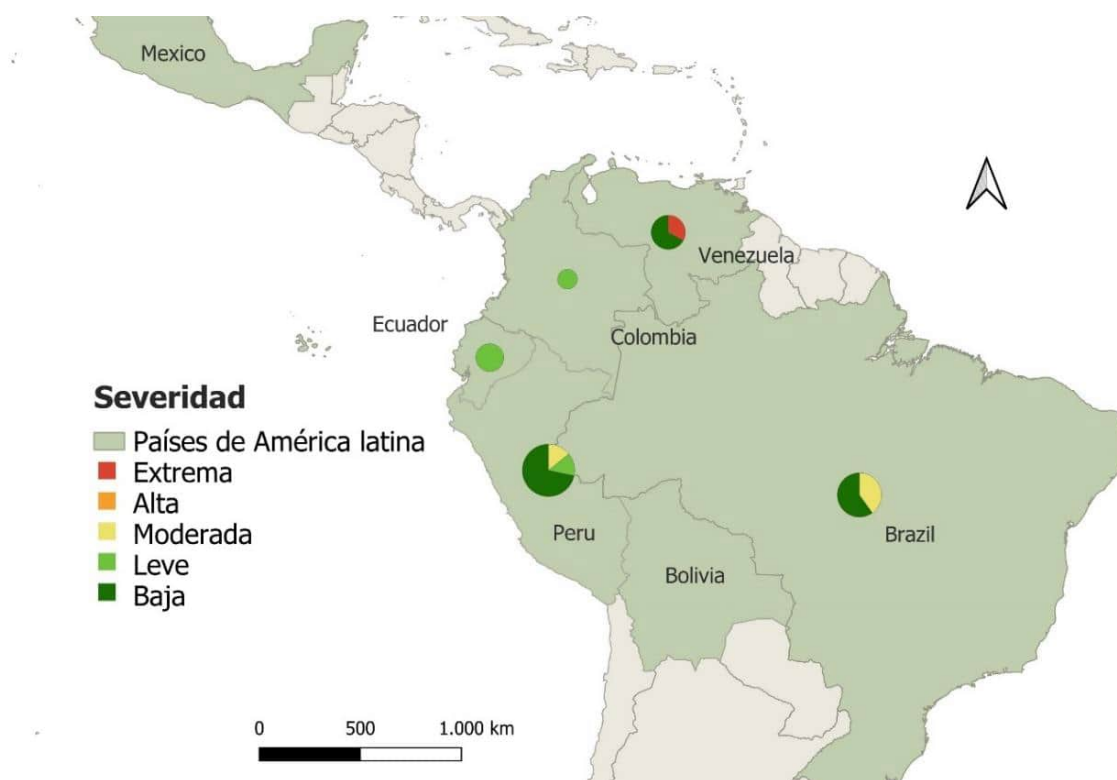


Figura 216. Severidad de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en América Latina, según la percepción de los especialistas.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 52,9% de las respuestas indicaron que la enfermedad puede aumentar en cualquier época del año y un 29,4% que puede aumentar en época de sequía (figura 217). Esto coincide con lo reportado en literatura, donde se ha documentado que el proceso de infección de la enfermedad está asociado a temperaturas y humedades relativas altas, un periodo seco prolongado, el ataques de insectos y la presencia de heridas en la planta, por lo que se puede presentar en cualquier época del año, pero un periodo de sequía puede desencadenar el aumento de la enfermedad (Rumbos *et al.*, 2005).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, las respuestas de los especialistas indicaron en un 62,5% que la enfermedad aumenta en la etapa vegetativa de la planta y en un 25% en etapa de fructificación (figura 217). Este patógeno puede atacar cualquier parte de la planta, desde la parte vegetativa causando necrosis en las ramas o en toda la planta, cáncer en el tronco, hasta la pudrición de frutos, especialmente aquellos que están próximos a cosechar (Rumbos *et al.*, 2005).

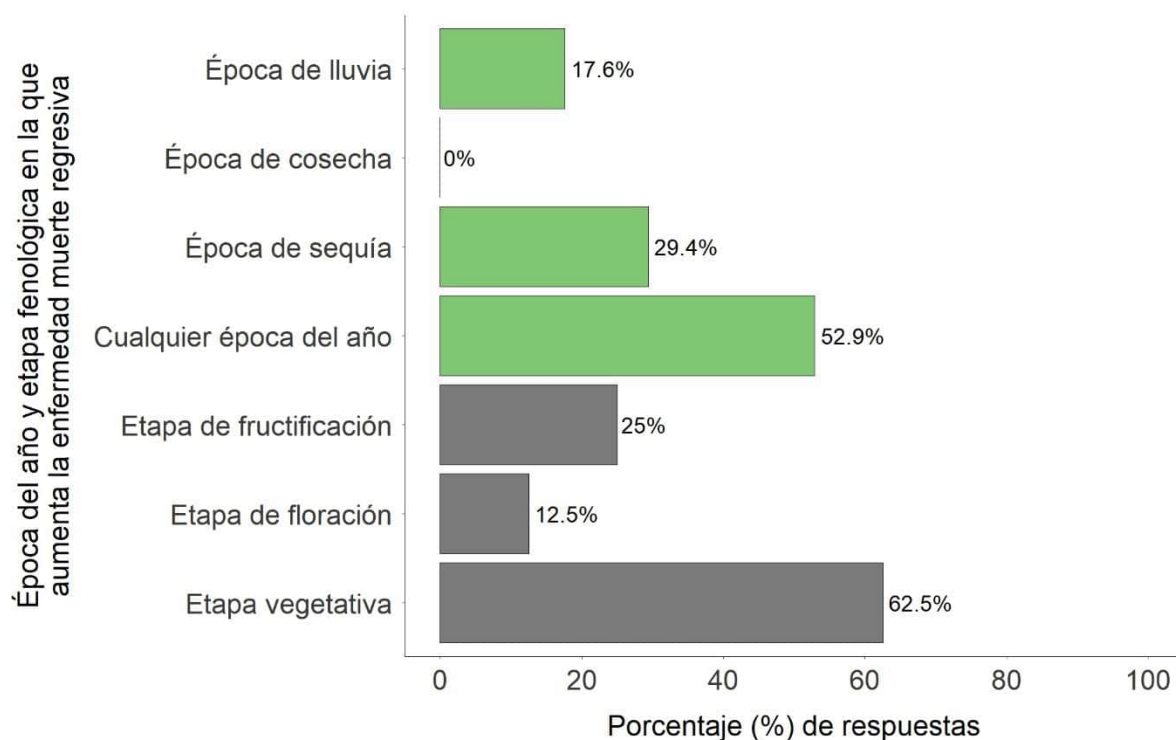


Figura 217. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta de la muerte regresiva un total de 58 especialistas, de los cuales aproximadamente el 47% indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 92% utilizan el método de control cultural para controlar la enfermedad (figura 218). El segundo método de control más utilizado es el control genético, con un 61,5% de los especialistas. El control químico y biológico fueron los métodos menos utilizados por los especialistas para controlar la enfermedad (figura 218).

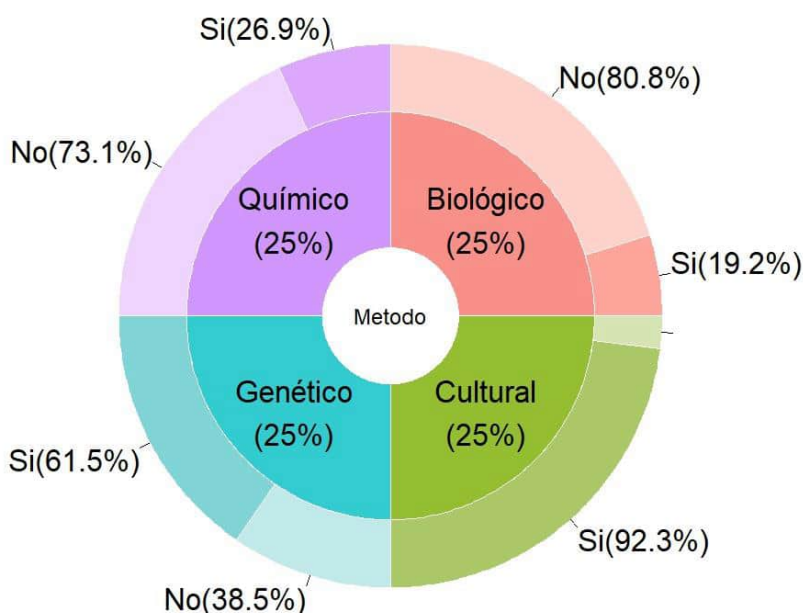


Figura 218. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*).

El manejo de esta enfermedad tiende a ser difícil por la capacidad de supervivencia del patógeno en los tejidos afectados y su amplio rango de hospederos. El uso de fungicidas para el control de la enfermedad en América Latina es mínimo. Las medidas de control de la enfermedad son principalmente preventivas con la aplicación de prácticas culturales que evitan la infección de las plantas y de diferentes actividades que contribuyen a reducir el inóculo de la enfermedad. El uso de materiales resistentes también ha demostrado resultados positivos generando plantas más resistentes a la enfermedad (Moreira-Morrillo *et al.*, 2021).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control de la muerte regresiva, se puede observar que, según la percepción de los especialistas el manejo de residuos de tejido vegetal afectado y la remoción del tejido son consideradas en un porcentaje mayor al 70% como prácticas muy recomendadas. La limpieza y solarización del suelo difiere con porcentajes similares entre todas las categorías (figura 219).

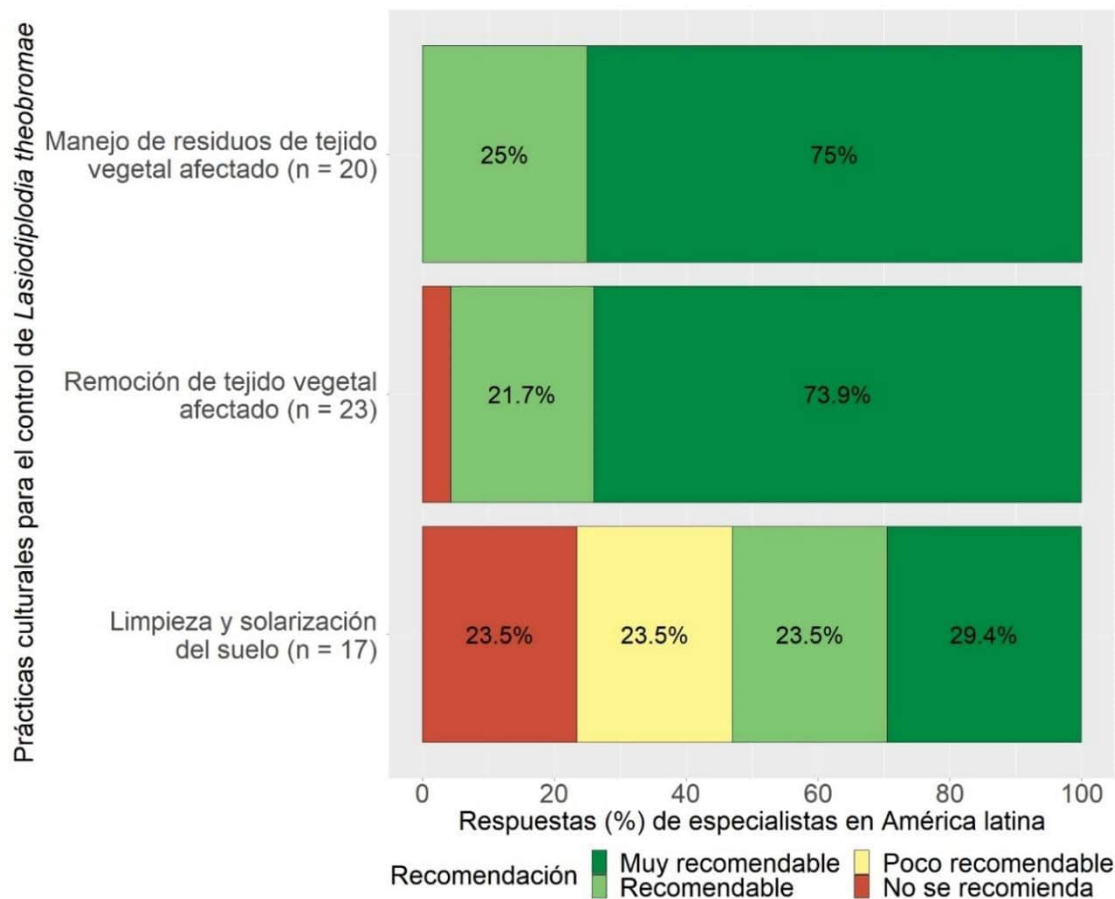


Figura 219. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de las prácticas culturales para el control de la muerte regresiva, todas las prácticas encuestadas fueron catalogadas en más del 50% como prácticas de efectividad alta. Dentro de estas, la remoción de tejido vegetal afectado y el manejo de residuos vegetales fueron consideradas por más del 80% de los especialistas como de efectividad alta (figura 220).

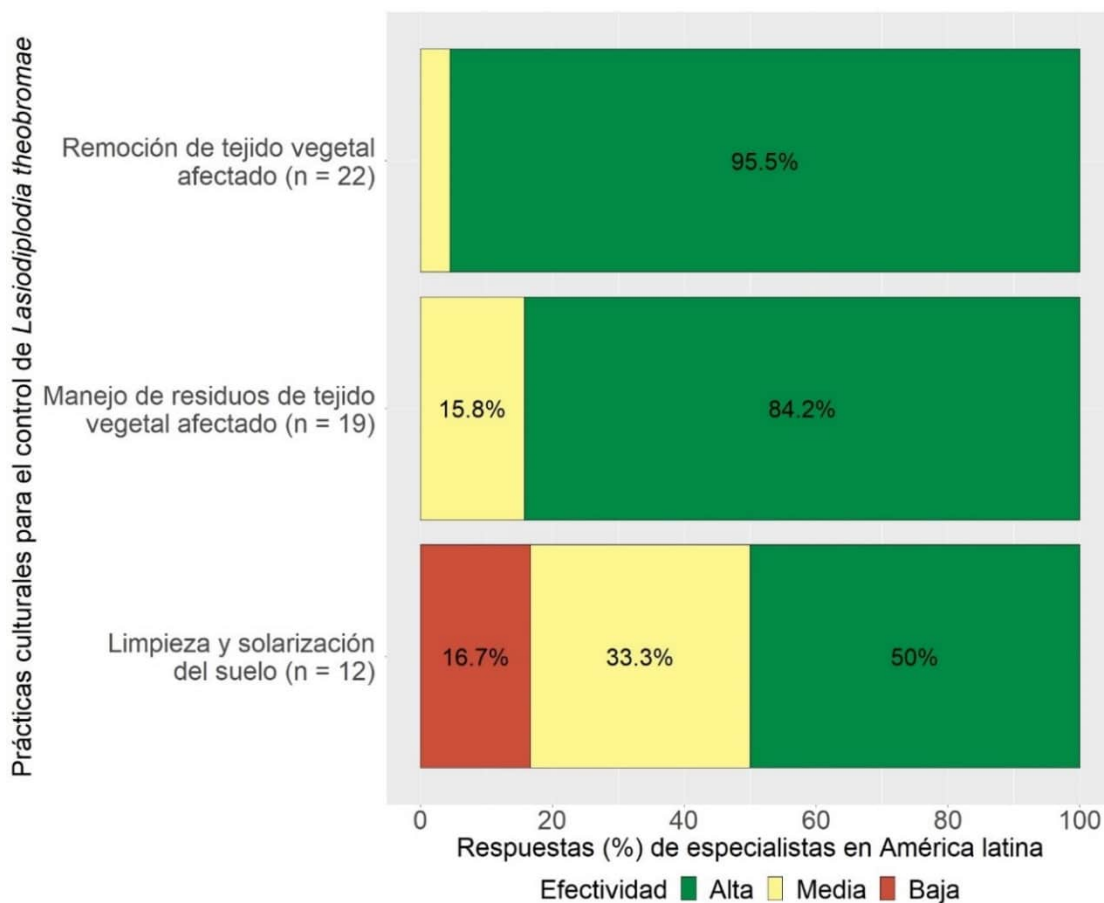


Figura 220. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

El control cultural interviene en la supervivencia, diseminación y reproducción del patógeno por lo que es un método recomendado para el control de la enfermedad. Dentro de las actividades que más se utilizan para su control está la eliminación de partes, tejidos o plantas infectadas mediante podas adecuadas y el correcto manejo de los residuos, mediante la quema de los residuos. La eliminación de tejido o restos afectado en el suelo es importante debido a que el suelo es una de las fuentes de inóculo del patógeno. Evitar lesiones en las plantas previene la diseminación de la enfermedad, por lo que se deben desinfectar las herramientas de trabajo (Rumbos *et al.*, 2005; Moreira-Morrillo *et al.*, 2021).

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas, se puede observar en términos generales que todas las prácticas culturales fueron consideradas por un mayor número de especialistas como económicas (figura 221).

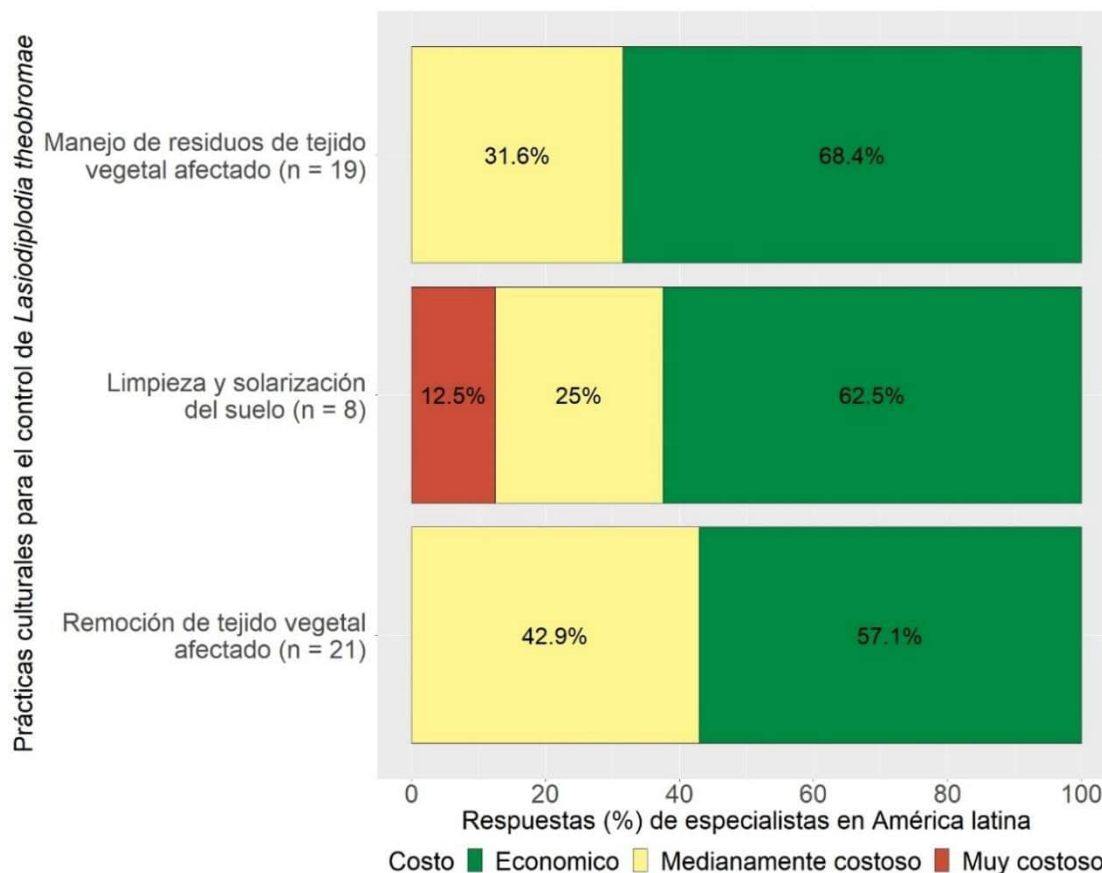


Figura 221. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, todas las prácticas culturales fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 45% (figura 222). La única práctica que fue catalogada como medianamente asequible fue la limpieza y solarización del suelo, donde se obtuvieron respuestas de más del 20% de los especialistas para todas las categorías evaluadas (figura 222).

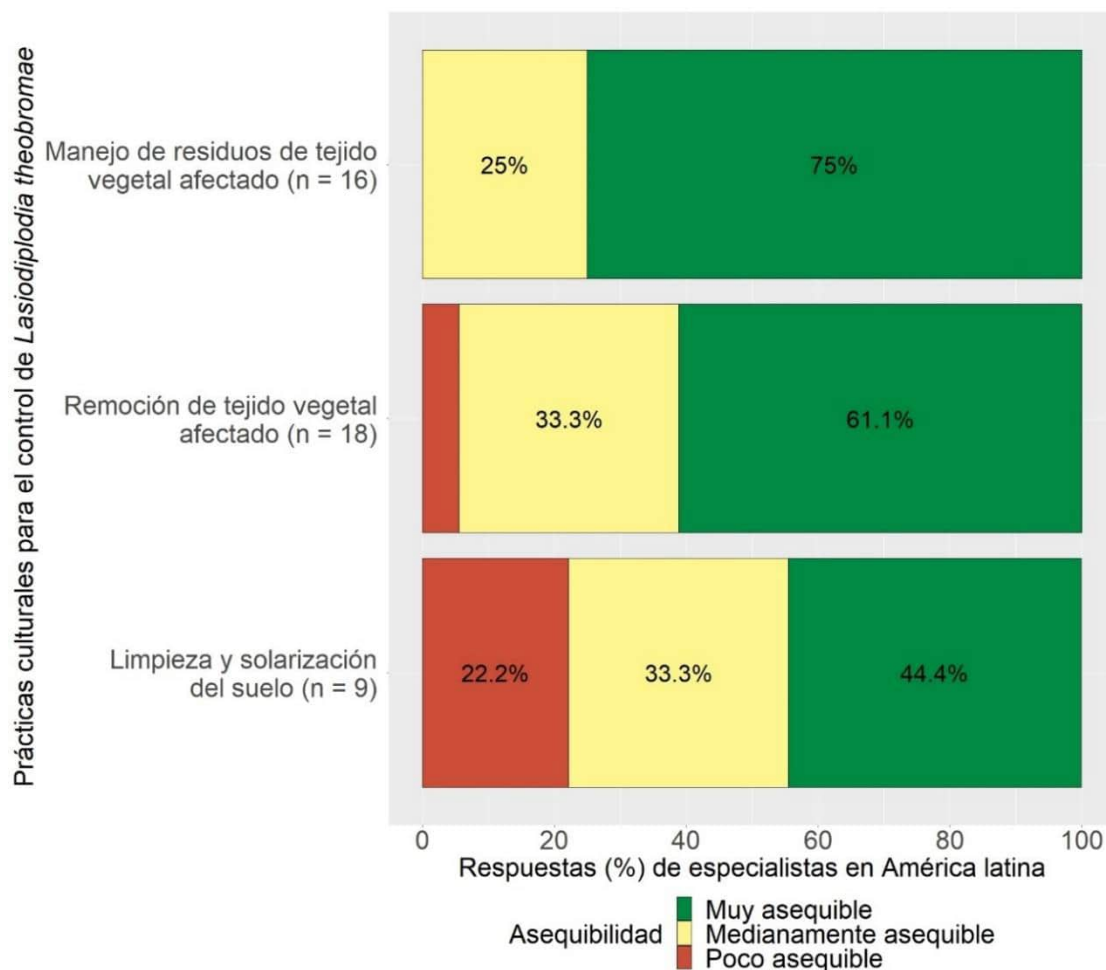


Figura 222. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de las prácticas culturales, el manejo de residuos de tejido afectado y la remoción de tejido vegetal afectado fueron catalogadas en una mayor proporción como prácticas de difusión media, lo que indica que son utilizadas por una minoría de productores para el control de la muerte regresiva (figura 223). La limpieza y solarización del suelo fue la única práctica con respuestas de más del 50% que la consideraron de baja difusión, por lo que no es una práctica utilizada por los productores (figura 223).

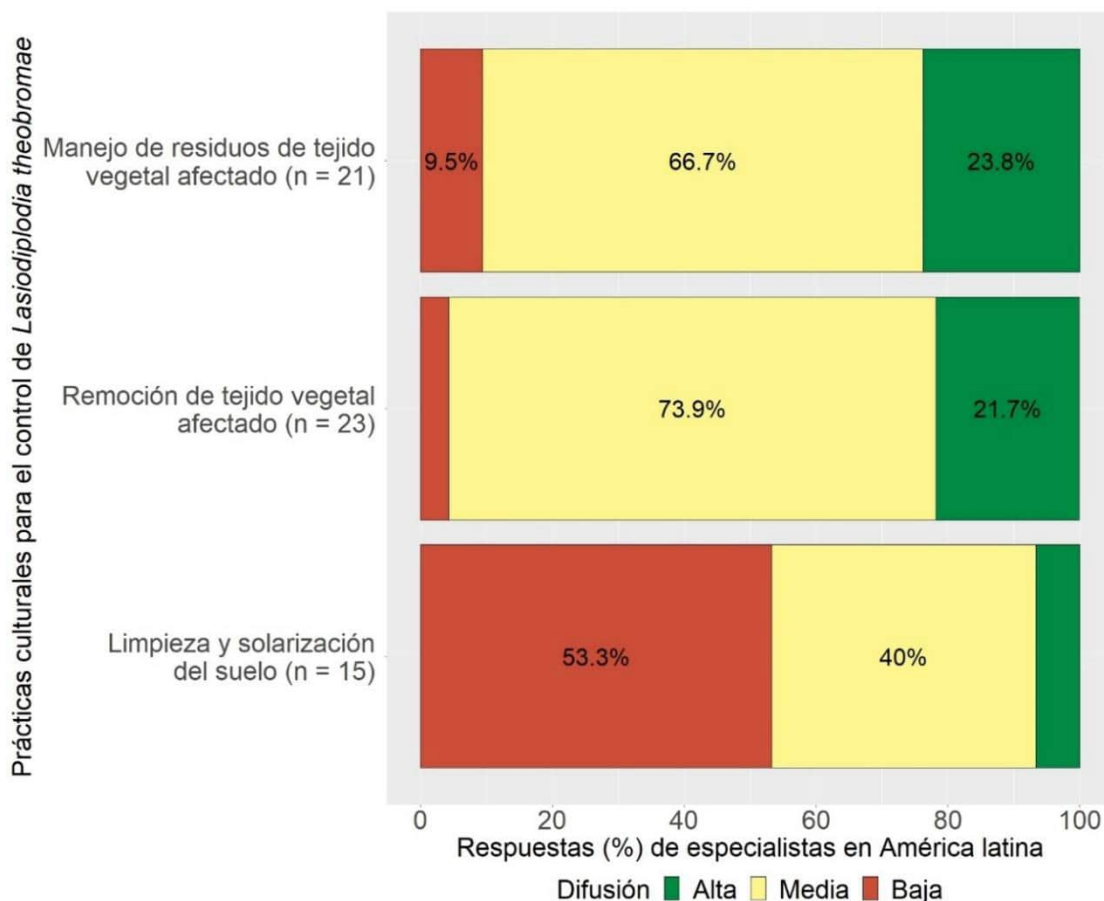


Figura 223. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de las prácticas culturales, la mayoría de los especialistas indican que la remoción de tejido vegetal afectado y el manejo de los residuos deben realizarse cada vez que se observa la enfermedad (figura 224). La limpieza y solarización del suelo obtuvo respuestas desde su realización quincenal, trimestral o semestral, sin embargo, la mayoría de los especialistas consideran que no se utiliza para el control de la muerte regresiva (figura 224).

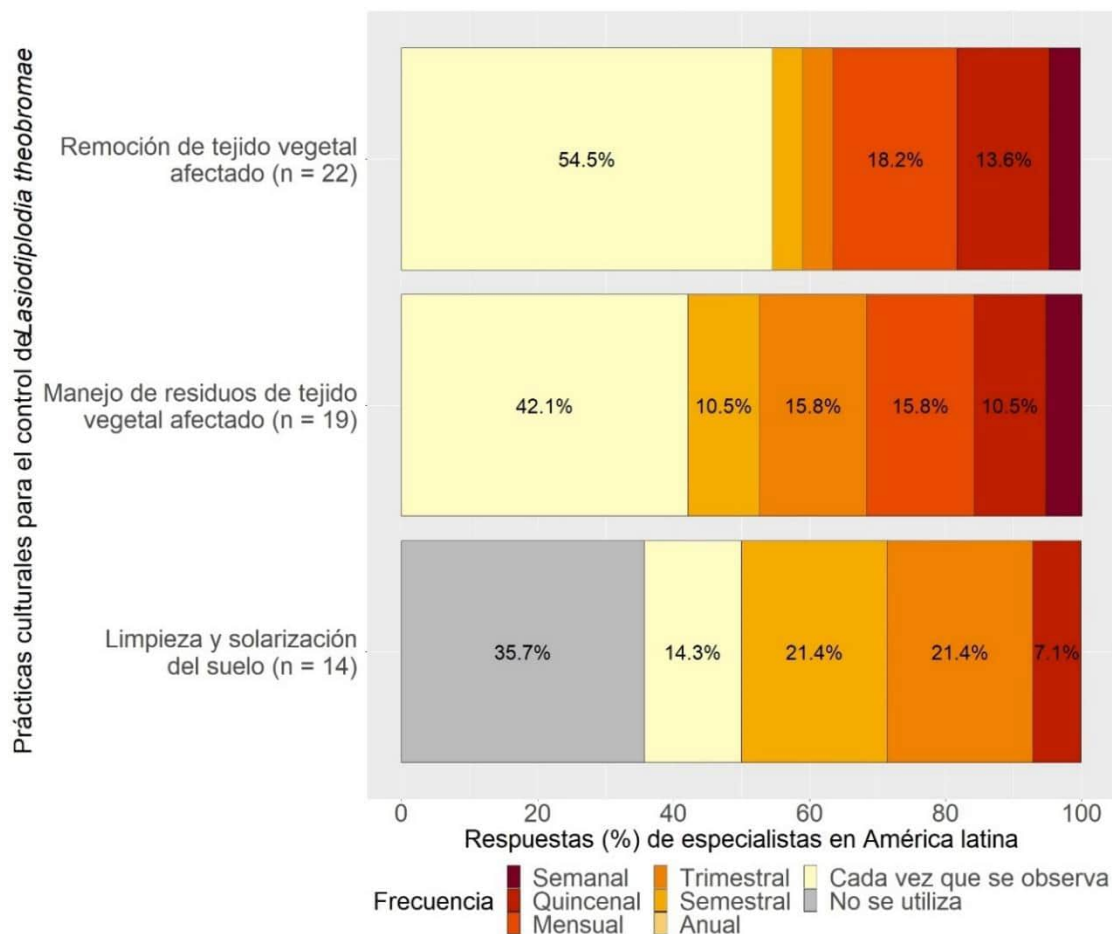


Figura 224. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas económicas y de efectividad alta. Esta correlación se observó en las prácticas remoción de tejido afectado y manejo de residuos de tejido afectado (figura 225).

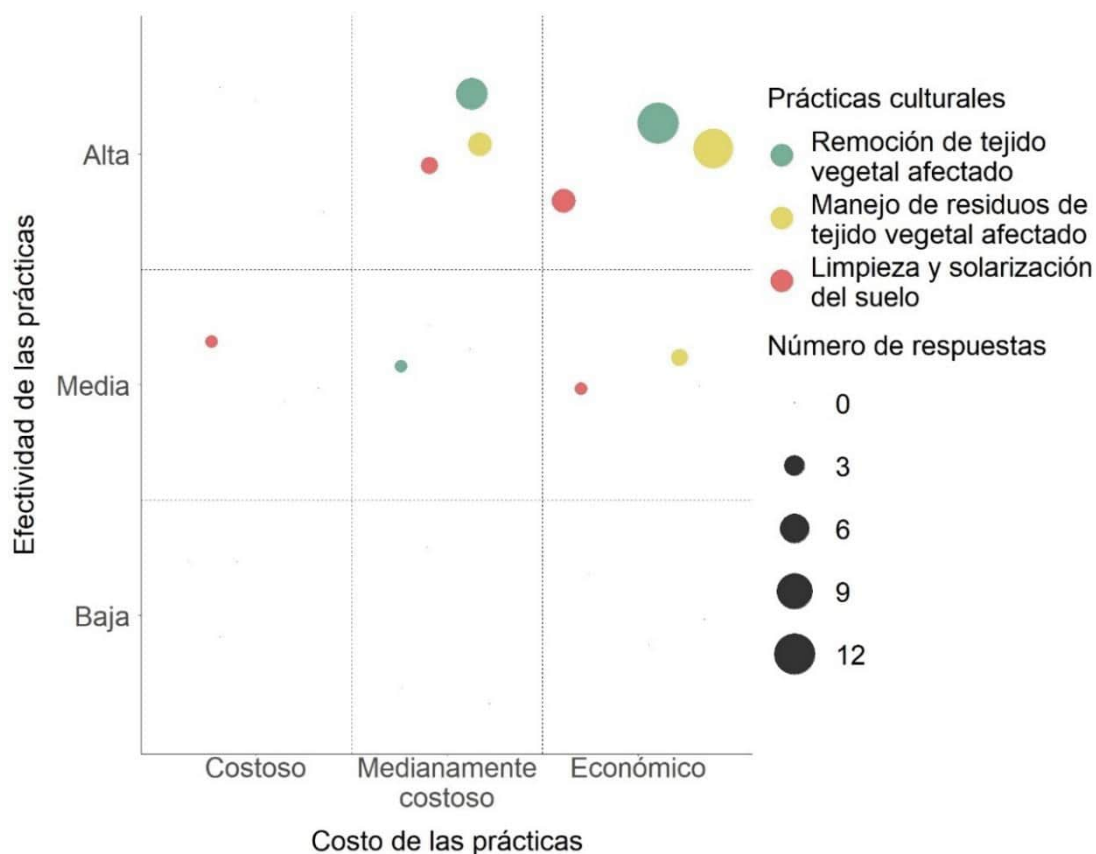


Figura 225. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas culturales con efectividad alta y muy asequibles. Esta correlación se observó en las prácticas remoción y manejo de tejido vegetal afectado (figura 226).

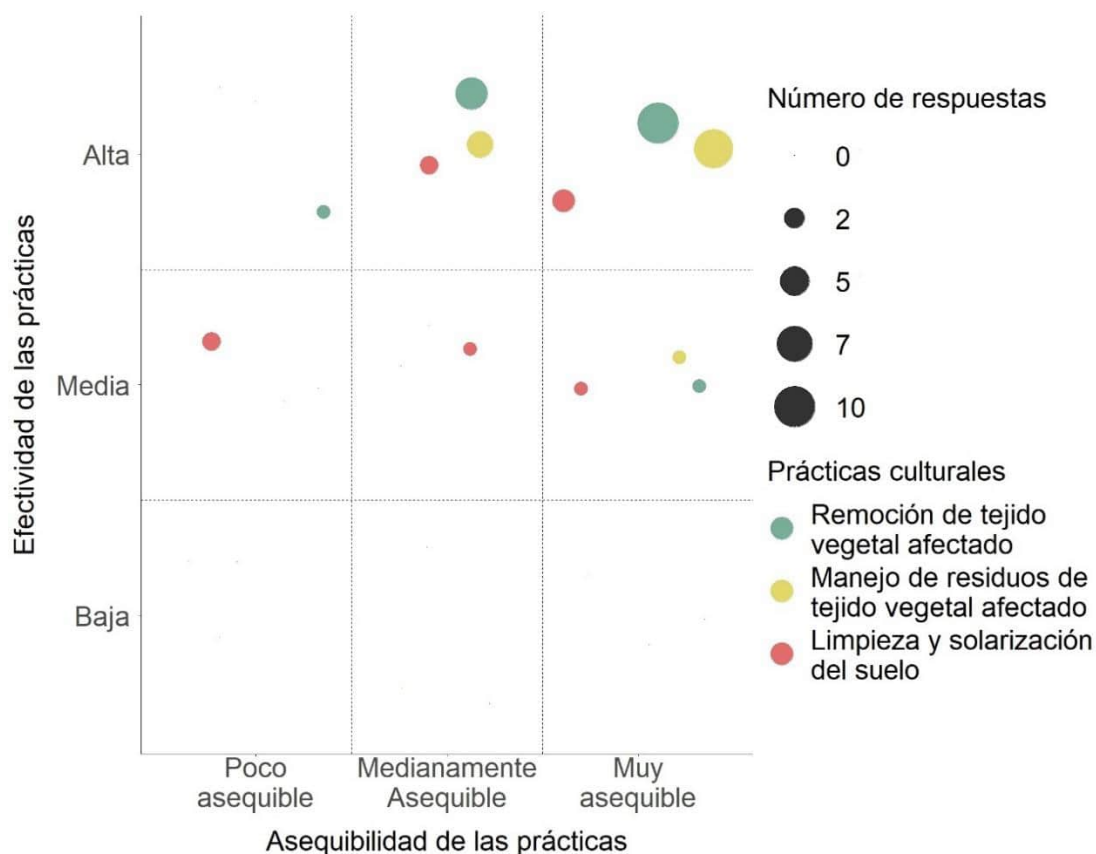


Figura 226. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas con una efectividad alta y una difusión media. El mayor número de respuestas correlacionadas se observó en las prácticas remoción y manejo de tejido vegetal afectado (figura 227).

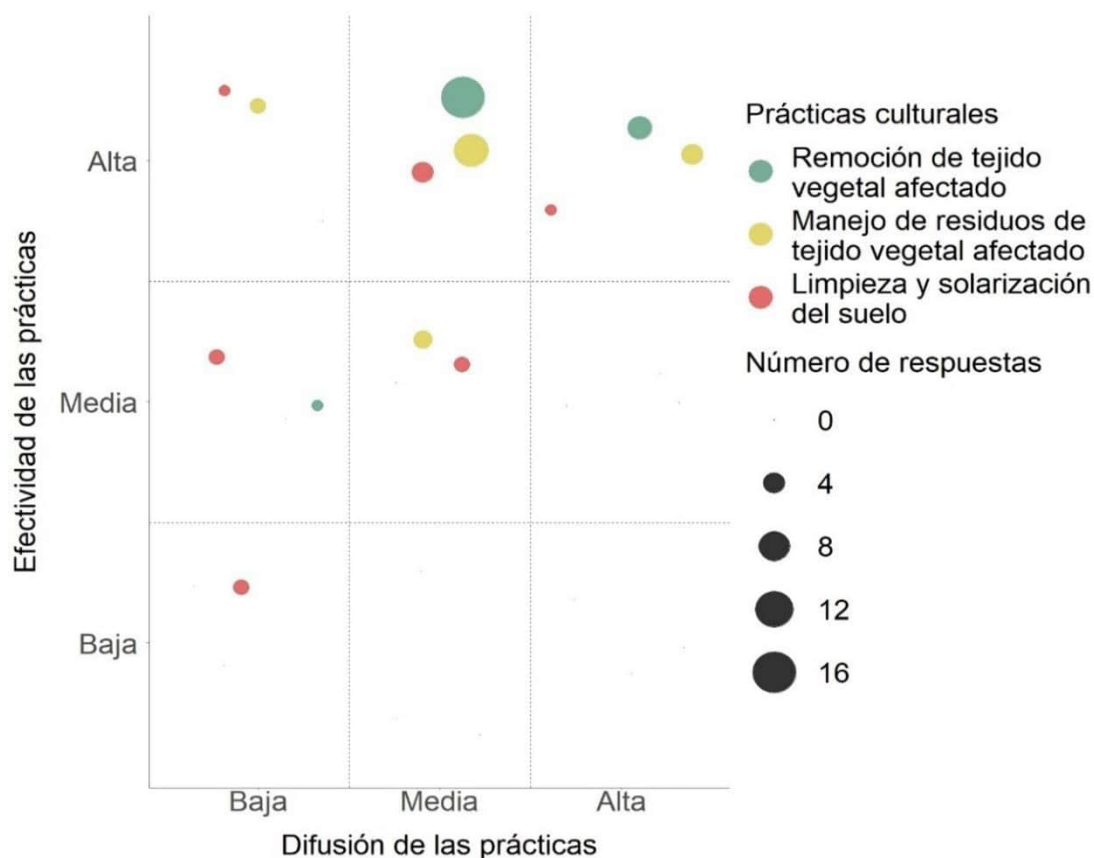


Figura 227. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodyplodia theobromae*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto a la recomendación de los productos químicos, únicamente tres especialistas respondieron las preguntas de esta sección, los cuales consideraron los productos químicos entre muy recomendados y recomendados para el control de la enfermedad (figura 228).

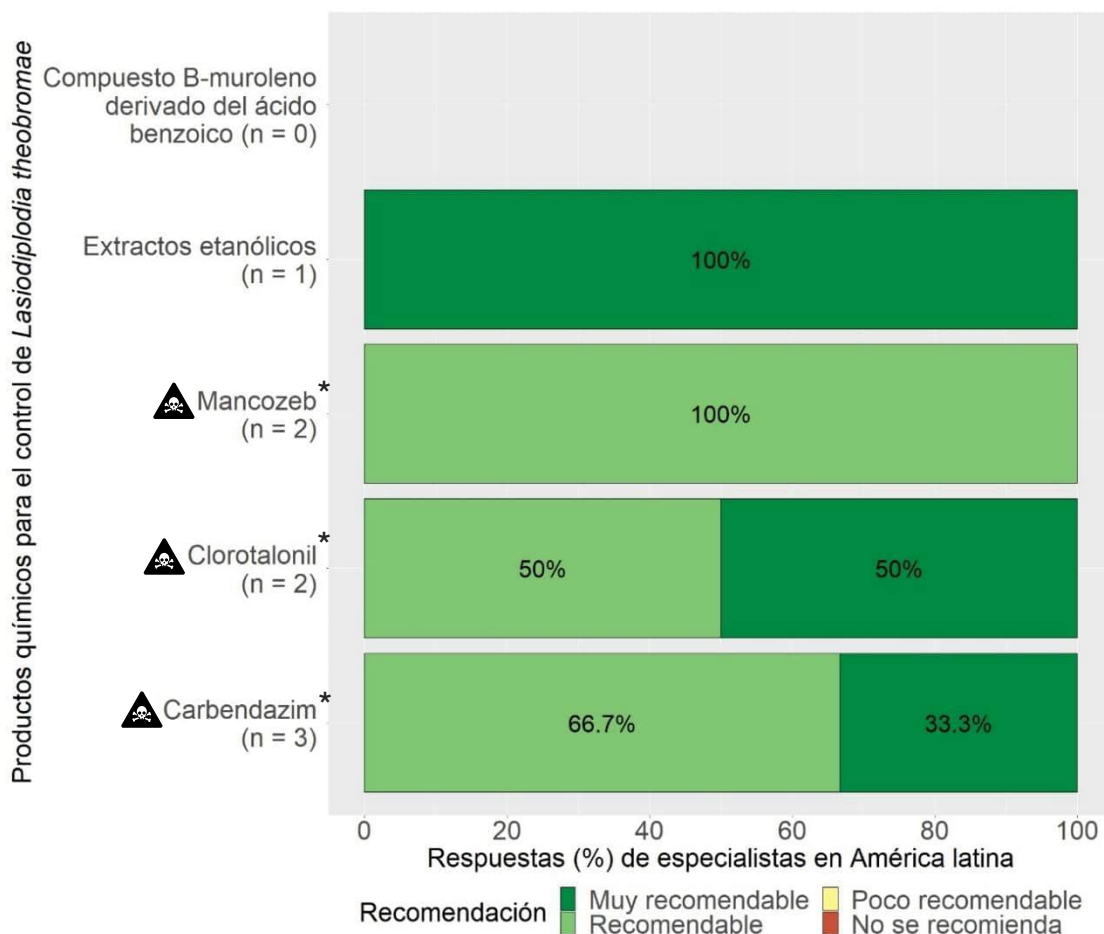


Figura 228. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

El uso de productos químicos de origen sintético para el control de la enfermedad en el cultivo de cacao en América Latina es mínimo (Moreira-Morrillo *et al.*, 2021) y esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación donde la mayoría de los especialistas no utilizan estos productos.

En la literatura se reporta una variedad de productos químicos que pueden llegar a suprimir el crecimiento micelial del patógeno, sin embargo, hay reportes que indican la reducción de la sensibilidad de aislados de *L. theobromae* a fungicidas, indicando la presencia de aislados resistentes. Por el contrario, el empleo de extractos vegetales o derivados botánicos pueden funcionar como fungicidas o bioestimulantes, varios estudios han demostrado el efecto inhibitorio de extractos etanólicos de semillas de

neem (*Azadirachta indica*), extractos foliares de *Dioscorea dumetorum*, *Moringa oleifera*, entre otros (Moreira-Morrillo *et al.*, 2021).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los productos químicos, los tres especialistas consideraron los productos químicos como de efectividad alta en porcentajes superiores al 66%. Los productos químicos más efectivos fueron el Clorotalonil y los extractos etanólicos. No se obtuvieron respuestas para el compuesto B-muroleno (figura 229).

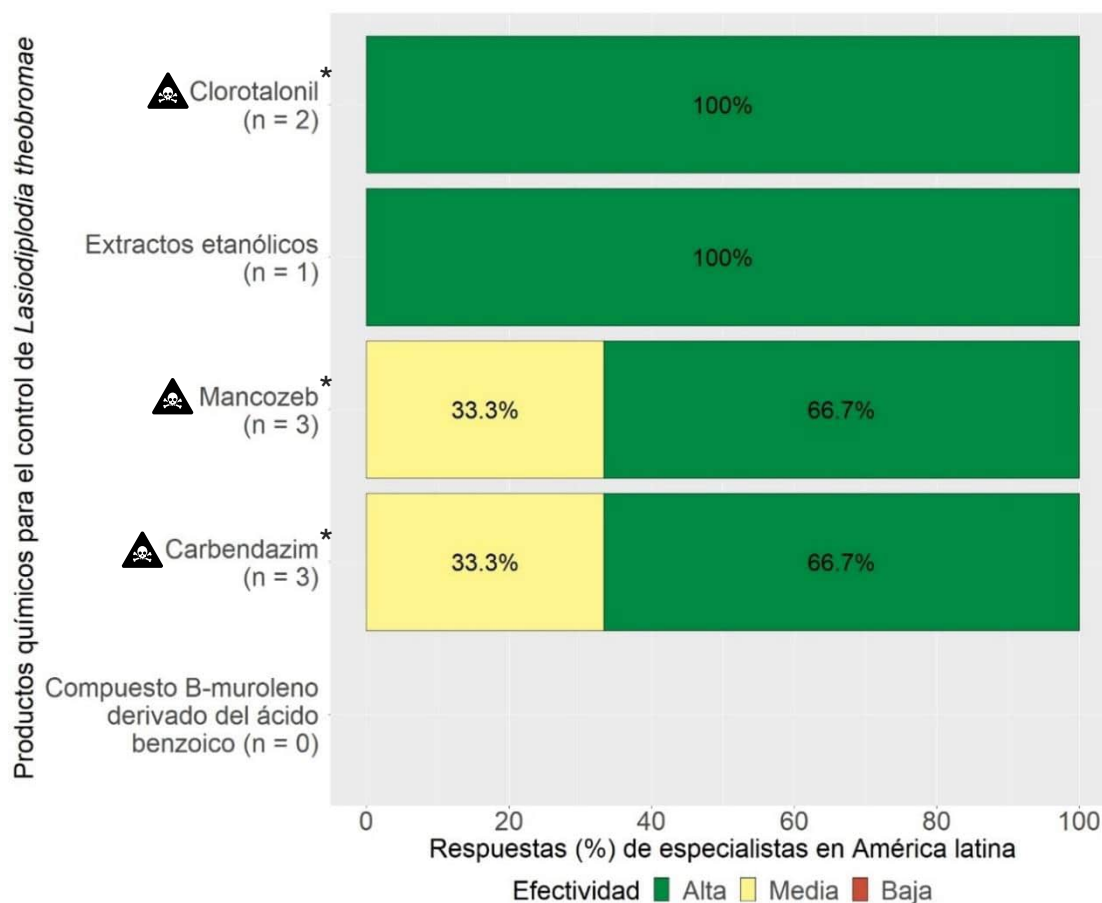


Figura 229. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, los especialistas consideraron medianamente costosos todos los productos químicos, sin embargo, la proporción de especialistas que los consideran costosos también fue alta, considerando que únicamente tres especialistas respondieron las preguntas. No se obtuvieron respuestas para el compuesto B-muroloeno (figura 230).

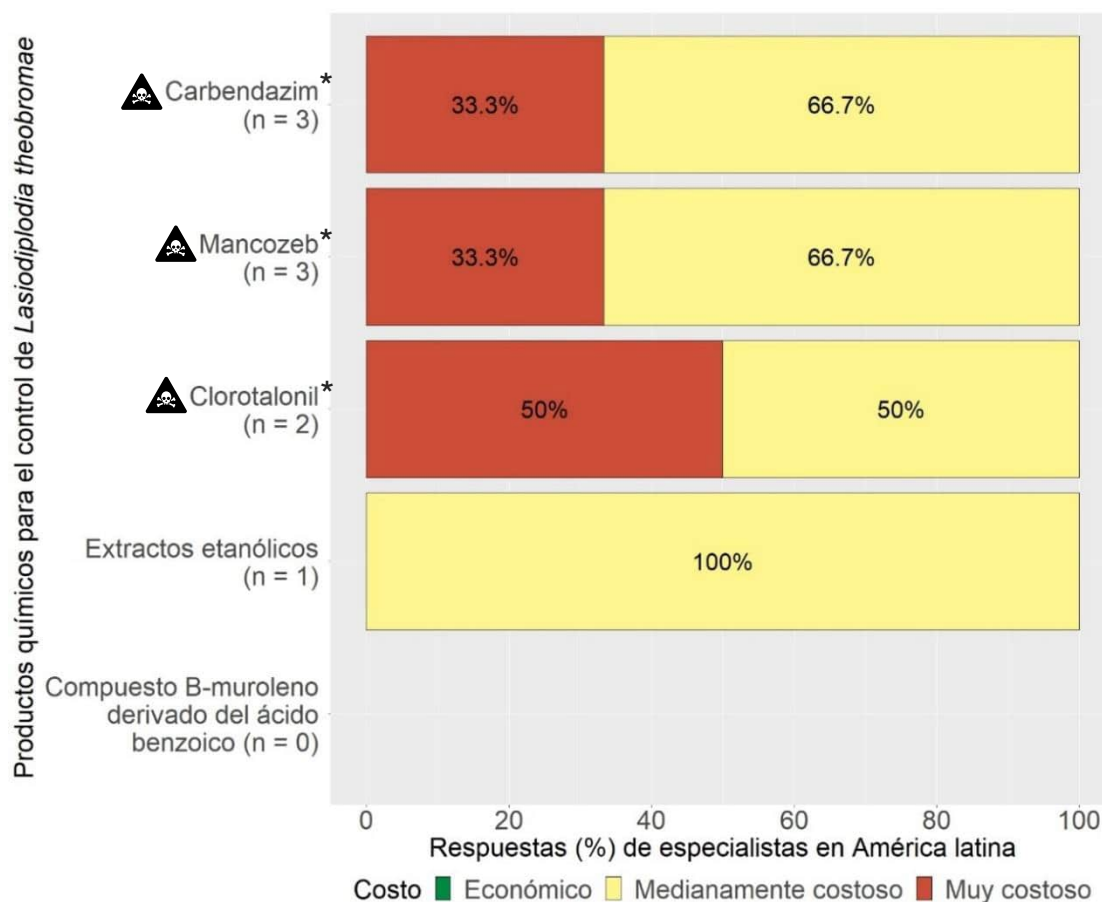


Figura 230. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasioidiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad, los especialistas consideraron asequibles los productos químicos en proporciones superiores al 66%. No se obtuvieron respuestas para el compuesto B-muroleno (figura 231).

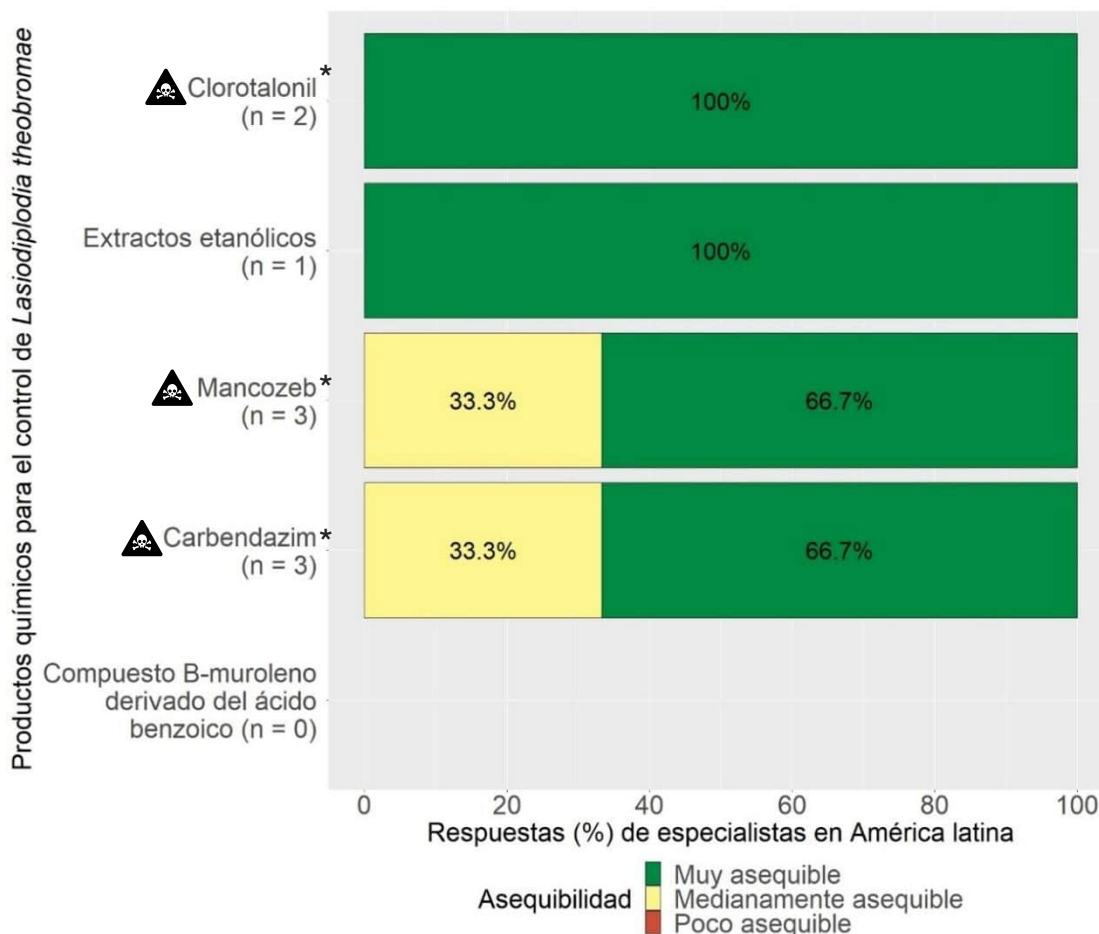


Figura 231. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodyplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, se obtuvieron respuestas para todas las categorías encuestadas, sin embargo, la proporción de especialistas que los consideran poco difundidos entre los productores fue mayor. Un especialista indicó que el compuesto B-muroleno no es utilizado por los productores (figura 232).

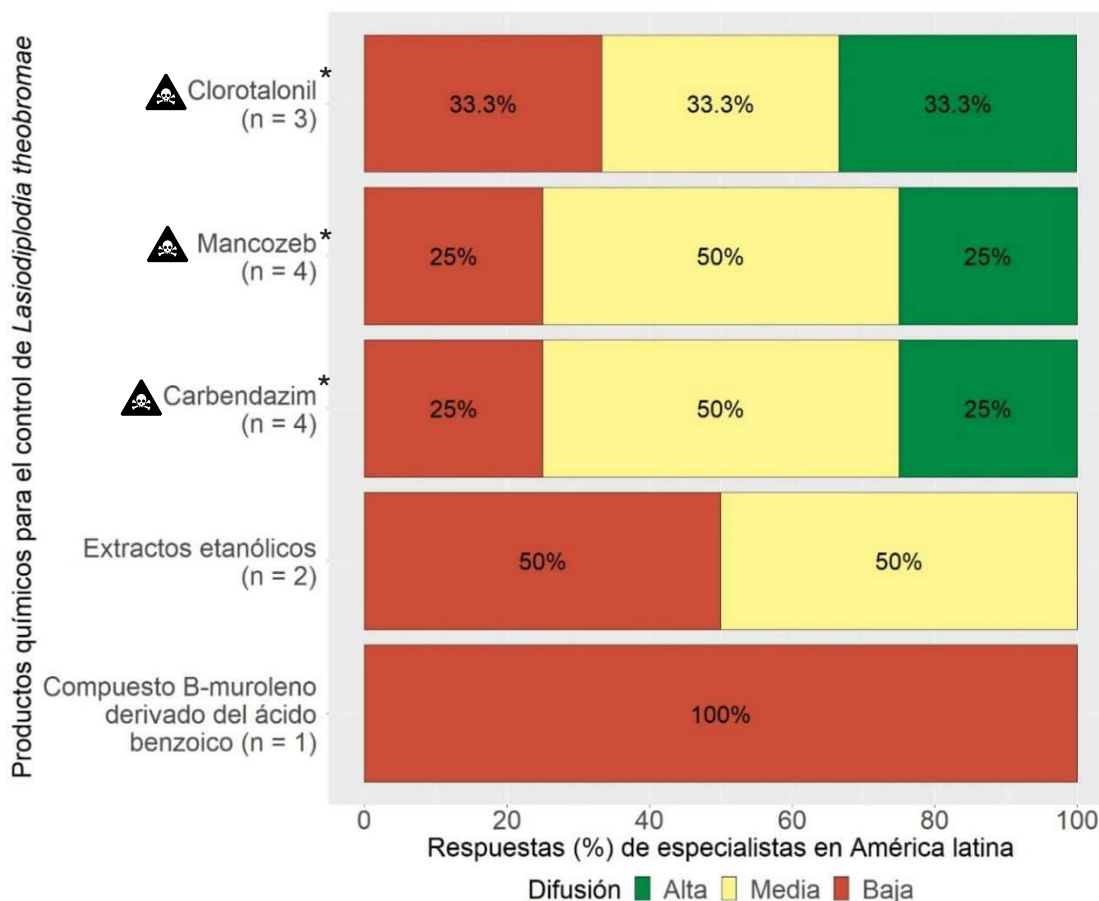


Figura 232. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasioidiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación, los especialistas indicaron en mayor proporción que los productos químicos deben aplicarse cada vez que se observa la enfermedad, sin embargo, para los productos Carbendazim, Clorotalonil, Mancozeb y los extractos etanólicos se obtuvieron respuestas para otras frecuencias de aplicación como la mensual y trimestral (figura 233).

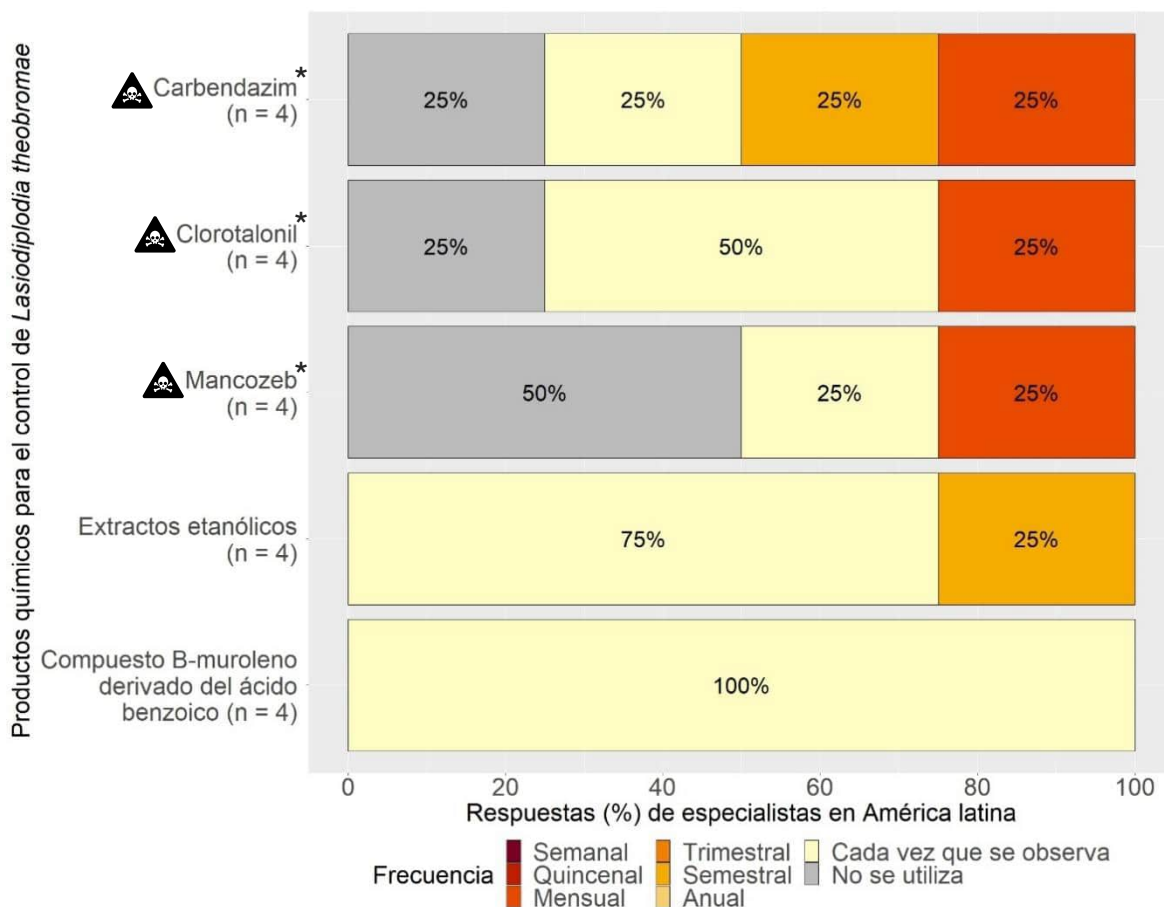


Figura 233. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control biológico

Algunos especialistas utilizan los siguientes microorganismos para el control de la enfermedad muerte regresiva:

-**Bacillus subtilis:** Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad media, medianamente asequible y medianamente económico, de difusión media (una minoría de los productores lo utiliza. Se debe aplicar cada vez que se observa la enfermedad.

- **Trichoderma sp.:** Considerado por dos especialistas como muy recomendable, de efectividad media a alta, muy asequible y medianamente económico, de difusión media o alta. Se debe aplicar mensualmente o cada vez que se observa la enfermedad.

- *Trichoderma harzianum*: Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad media, muy asequible y medianamente económico, de difusión media o alta. Se debe aplicar cada vez que se observa la enfermedad.

Control genético

En cuanto al control genético, de 14 especialistas que respondieron la sección, el 100% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la enfermedad. Los especialistas consideraron que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 55,6% y el diseño policlonal con variedades locales con un 33,3% (figura 234).

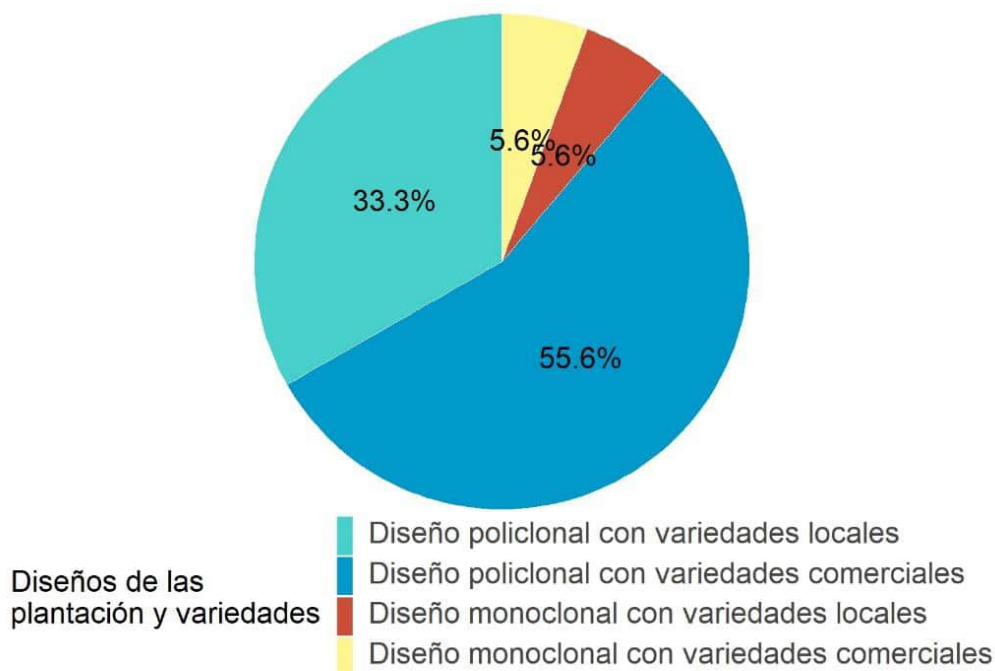


Figura 234. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*).

Se obtuvieron pocas respuestas para los clones o variedades resistentes/tolerantes a la muerte regresiva. En Perú un especialista indicó la importancia de implementar variedades locales; En Venezuela se recomendó la variedad criollo, En Ecuador dos especialistas indicaron la importancia de implementar cacao nacional y en Brasil se recomendó los clones IMC-67 y UF- 677 (figura 235).

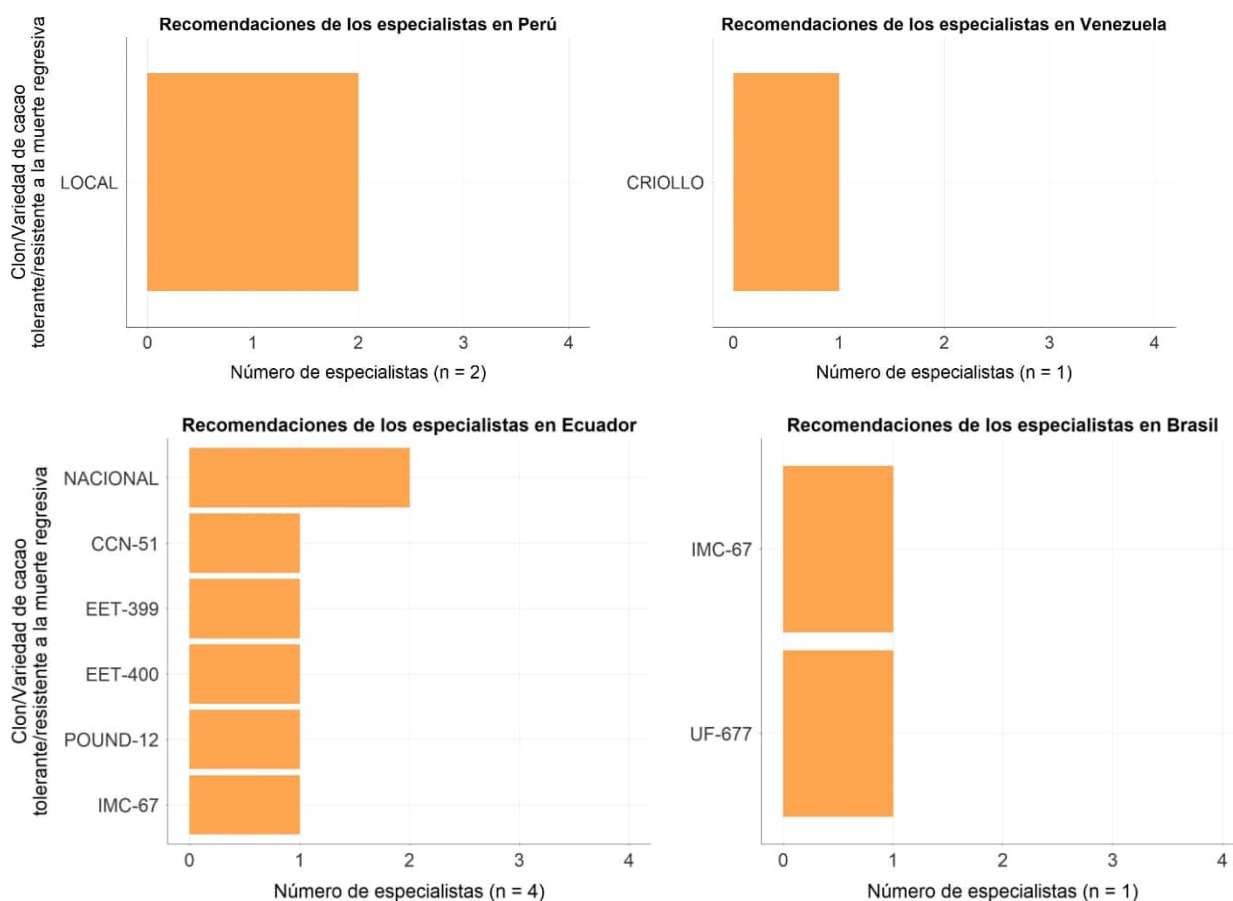


Figura 235. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la muerte regresiva.

Conclusiones

El control cultural es una de las prácticas más recomendadas para evitar la diseminación y reproducción del patógeno. Dentro de las prácticas culturales los especialistas consideran la remoción y el manejo de tejido vegetal afectado como las prácticas más efectivas, económicas y asequibles para los productores. Se

recomienda evitar lesiones en las plantas para prevenir la diseminación del hongo (tabla 9).

El control biológico es una alternativa promisorio para prevenir las infecciones por este hongo. *Trichoderma asperellum* ha mostrado resultados positivos en el control de la enfermedad. El control genético ha demostrado ser exitoso en la resistencia del cacao a la muerte regresiva, por lo que varios especialistas recomendaron el clon IMC-67 y variedades locales para combatir la enfermedad (tabla 9).

El control químico generalmente no se utiliza para el control de esta enfermedad, por lo que se obtuvieron pocas respuestas para las variables evaluadas, sin embargo, se resalta la aplicación de los extractos etanólicos para su control ya que han demostrado ser efectivos en la inhibición del crecimiento del patógeno además de ser amigables con el medio ambiente (tabla 9).

Tabla 9. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Accion ^b
Cultural	Remoción de tejido vegetal afectado	Alta	Bajo	Alta	P
	Manejo de residuos de tejido afectado	Alta	Bajo	Alta	P
	Limpieza y solarización del suelo	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta/Media	P
Genético^a	IMC-67	Alta			H
	Variedades locales	Alta			H

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre el patógeno (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Control de plagas en la región

Los sistemas agroforestales de cacao cuentan con una amplia riqueza de especies que proporcionan equilibrio y estabilidad, por lo que son considerados de bajo impacto y compatibles con los principios de conservación de la naturaleza. Estas condiciones permiten el establecimiento de animales e insectos que regulan las poblaciones de plagas mediante la depredación o parasitismo, así como la permanencia en el suelo de microorganismos entomopatógenos que atacan los insectos plaga (Cely *et al.*, 2012; Bustamante, 2020).

Para el control de las plagas, los productos químicos sintéticos han sido por mucho tiempo el principal método de control, sin embargo, en los últimos años se ha comprobado el desarrollo de resistencia a los insecticidas, el surgimiento de nuevas plagas, el daño a otros organismos y el daño ambiental causado por estos productos (Fernandez & Lima, 2021). A partir de la década de 1970 el manejo integrado de plagas (MIP) surgió debido a la necesidad de buscar alternativas de control. Las bases del MIP involucran el entendimiento de la biología del cultivo y la conservación de la biodiversidad, por lo que se tiene en cuenta para la toma de decisiones el suelo, el cultivo, los árboles, los componentes de la biodiversidad y las plagas para lograr una producción sostenible del cacao (Toledo & Infante, 2008; Nicholls & Altieri, 2018).

En los programas de MIP se busca además de controlar la plaga, conservar y fomentar la presencia de artrópodos beneficios que pueden actuar como enemigos naturales, es por esto que las prácticas de control utilizadas van a corte a estos fundamentos. Los principios del MIP van en contra del uso de productos químicos con aplicaciones calendarizadas y recomiendan asperjar únicamente cuando los muestreos indican que las poblaciones han alcanzado el umbral económico (Toledo & Infante, 2008).

Para el control de plagas se prioriza el uso de insecticidas orgánicos, los cuales son preparados a partir de hojas, raíces, semillas o frutos para repeler o eliminar las plagas. Entre los compuestos responsables de la actividad insecticida de las plantas se reconocen los terpenos, alcaloides y fenoles como las tres principales familias. Estos extractos vegetales se han vuelto clave para el control de las plagas al presentar una descomposición rápida, son económicamente viables y sustentables en relación con la salud humana y del medio ambiente (Vargas *et al.*, 2019). El control biológico, cultural y físico-mecánico son indispensables para el control de las plagas y para un buen manejo del cultivo (Toledo & Infante, 2008).

***Monalonion dissimulatum* (Hemiptera: Miridae)**

Chinche del cacao



Foto: Atkinson Rachel



Foto: Atkinson Rachel

El chinche del cacao *Monalonion dissimulatum*, es una de las plagas de mayor importancia para el cacao en América del Sur, Centroamérica y el Caribe. Esta especie pertenece a la familia Miridae, la cual cuenta con más de 7500 especies conocidas a nivel mundial. En América del Sur, especies del género *Monalonion* como *M. atratum*, *M. illustratum*, *M. megiston*, entre otros, son reportadas en el cultivo como especies de consideración económica, sin embargo, *M. dissimulatum* es considerada una plaga primaria en países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia (Ferrari *et al.*, 2014), Venezuela y Centroamérica (Vargas, 2005).

Esta especie presenta metamorfosis gradual denominada paurometabolista en la que se incluye el estado de huevo, cinco estados ninfales y completan su desarrollo llegando a adultos (Fernandez & Lima, 2021). El adulto y las ninfas se alimentan de la savia de los brotes, tallos tiernos y frutos maduros e inmaduros (Huaycho-Callisaya *et al.*, 2017). Se ve favorecida por condiciones de temperatura elevada con alta humedad y el exceso de sombra y malezas en el cultivo (Vargas, 2005).

El ataque en frutos inicia en el ápice y luego se extiende al pedúnculo. En frutos inmaduros el daño ocasionado evita que los frutos se desarrollen de manera normal y

en frutos maduros se forman manchas necróticas circulares de color negro. Cuando el ataque ocurre en brotes y ramas nuevas estas crecen deformes y débiles sin ocasionar la muerte, observando manchas necróticas en el tejido (Fernandez & Lima, 2021). En condiciones de alta infestación los piquetes de los frutos se unen tomando el fruto una apariencia petrificada y seca, cubierta de micelio y esporas de hongos, lo que impide identificar fácilmente si la fruta se encuentra madura. Durante el proceso de alimentación los chinches inyectan toxinas que provocan la muerte de las células del tejido ocasionando la descomposición y necrosamiento de la zona (Huaycho-Callisaya *et al.*, 2017; Vilca, 2018), además de transmitir virus perjudiciales para la planta.

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas en América Latina, la incidencia de la plaga varió de baja a moderada, con un mayor número de especialistas que la consideraron baja en Perú, Ecuador y Colombia. La incidencia fue moderada en Bolivia y obtuvo respuestas para cada una de las categorías en Brasil (figura 236).

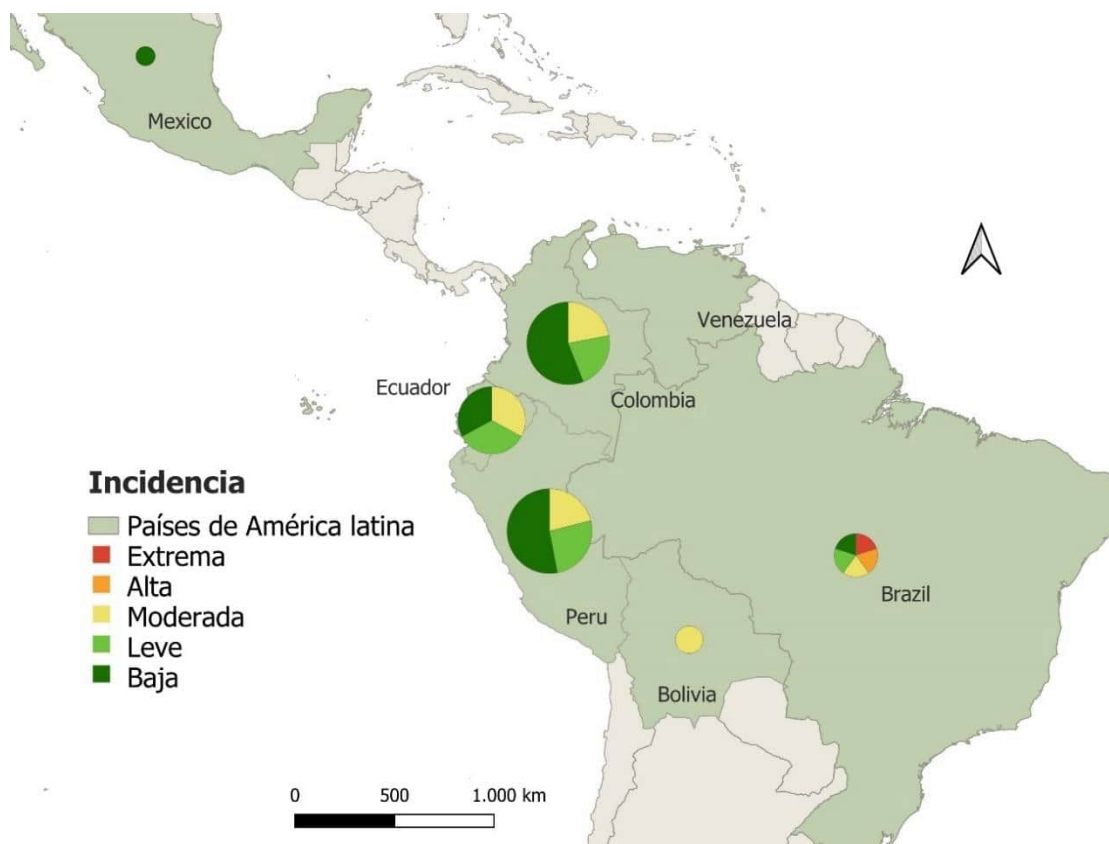


Figura 236. Incidencia de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

En cuanto a la severidad del chinche del cacao, los resultados indicaron que es baja en Bolivia y entre baja a leve en Perú y Colombia. En Ecuador un mayor número de especialistas consideraron que es moderada y en Brasil que es alta (figura 237).

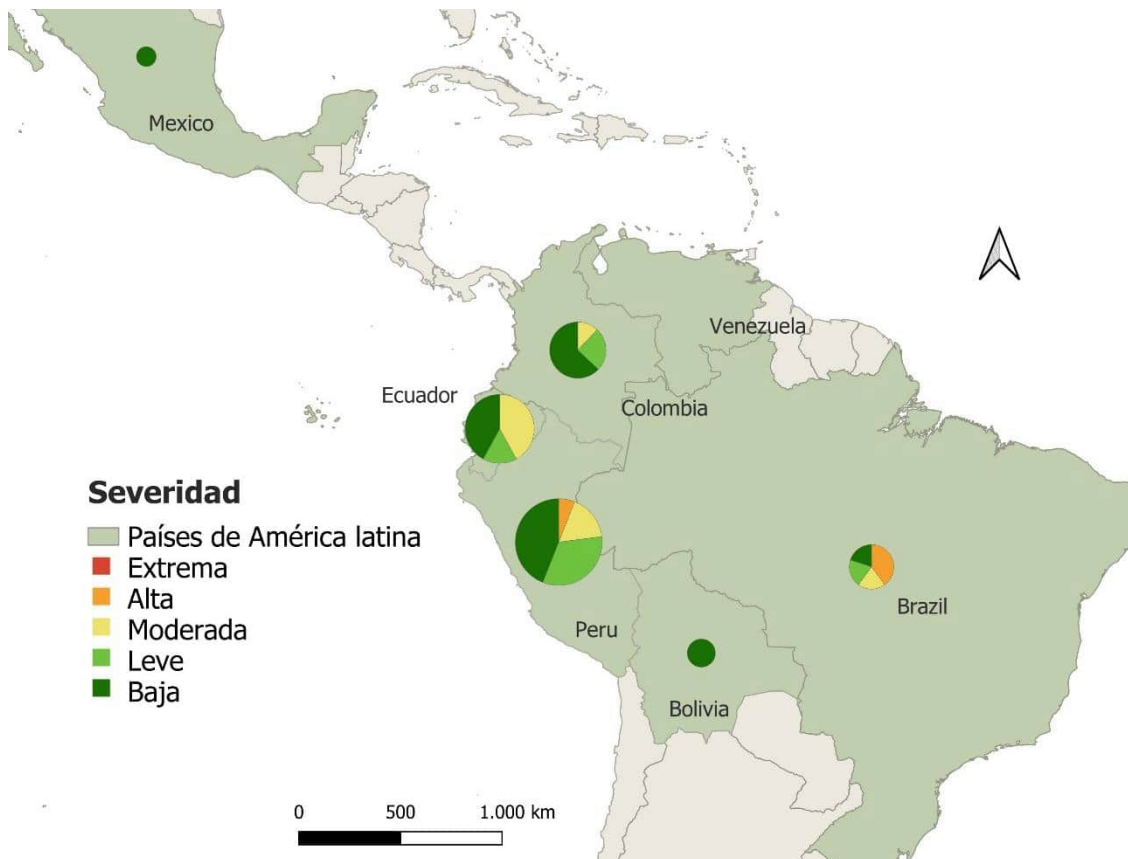


Figura 237. Severidad de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, se obtuvieron porcentajes altos para todas las categorías encuestadas, sin embargo, el 37,2% de las respuestas indicaron que aumenta en la época de sequía (figura 238). Pese a estos resultados, en la literatura se menciona que la presencia del chinche del cacao se ve favorecida por temperaturas elevadas con alta humedad (Vargas *et al.*, 2005) y sombra excesiva (Huaycho-Callisaya, 2012).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, el 92,6% de las respuestas indicaron que la enfermedad aumenta en la etapa de fructificación del cultivo (figura 238). Esto concuerda con el comportamiento de la plaga, la cual ataca principalmente los frutos del cacao en cualquier estado de desarrollo (Huaycho-Callisaya *et al.*, 2017).

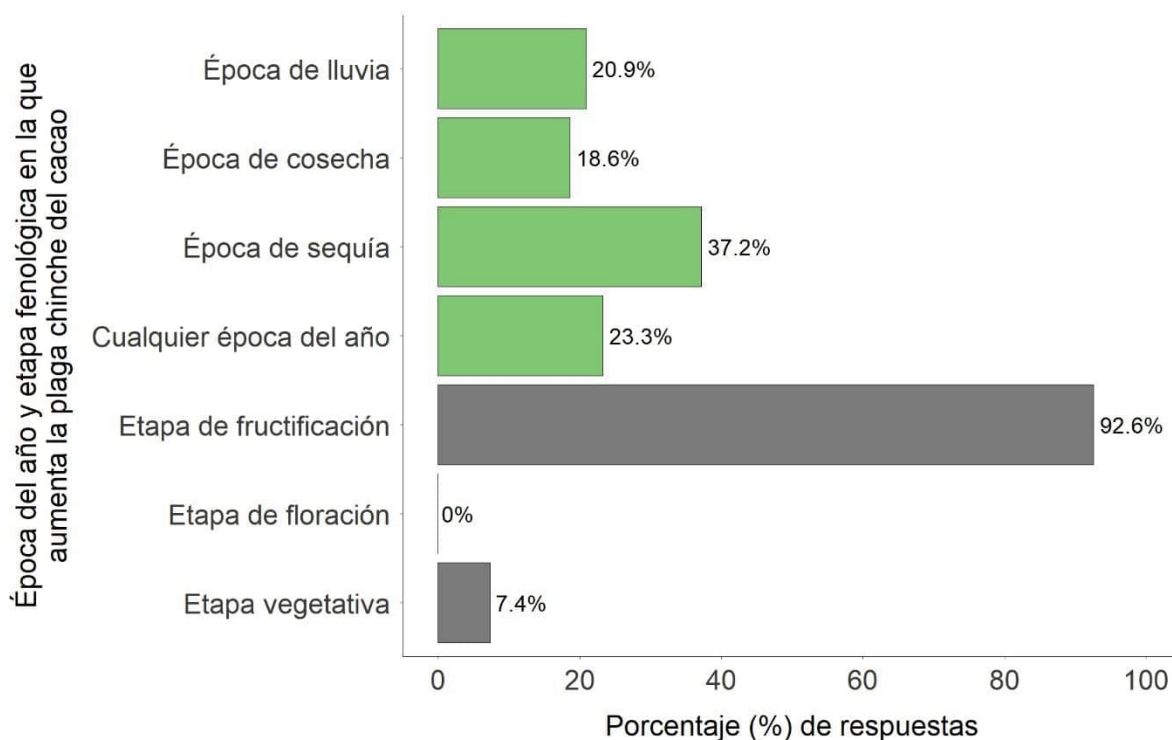


Figura 238. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta del chinche del cacao un total de 67 especialistas, de los cuales 47 respondieron que sí han trabajado en el control de la plaga. De estos especialistas, el 85% indicaron que utilizan el control cultural para disminuir las poblaciones de la plaga en el cultivo. De los 18 especialistas que respondieron la sección de control etológico el 55,6% indicaron que si utilizan estos métodos para el control de la plaga (figura 239). El control genético, biológico y químico únicamente es utilizado por el 31, 37 y 35% de los especialistas respectivamente (figura 239).

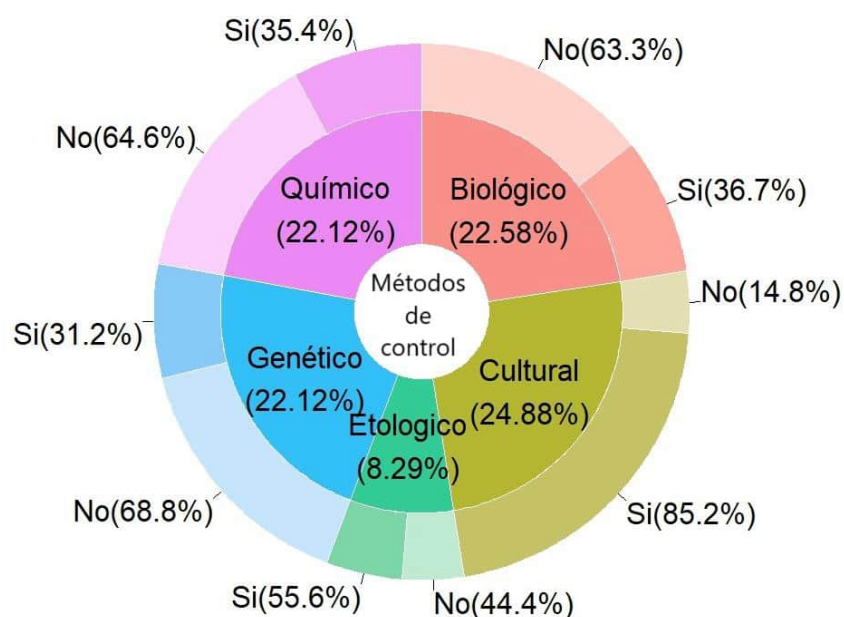


Figura 239. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina para el control del chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales más utilizadas para el control del chinche del cacao en América Latina, un mayor número de especialistas consideraron la poda de especies forestales y de sombra y la poda preventiva o de mantenimiento como prácticas muy recomendadas en proporciones del 61 y 55% respectivamente (figura 240).

En la literatura diferentes autores recomiendan la aplicación de las prácticas culturales para el control del chinche del cacao, ya que se ha comprobado que disminuyen en gran medida las condiciones favorables que propician el desarrollo de los insectos. Entre estas prácticas se encuentra la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales (Soto & Castillo, 2014). Se resalta que estas prácticas deben estar dirigidas a disminuir únicamente el exceso de sombra, ya que se ha comprobado que los árboles de cacao se benefician de cierto porcentaje de sombra para desarrollarse y tener un comportamiento productivo adecuado (Vilca, 2018).

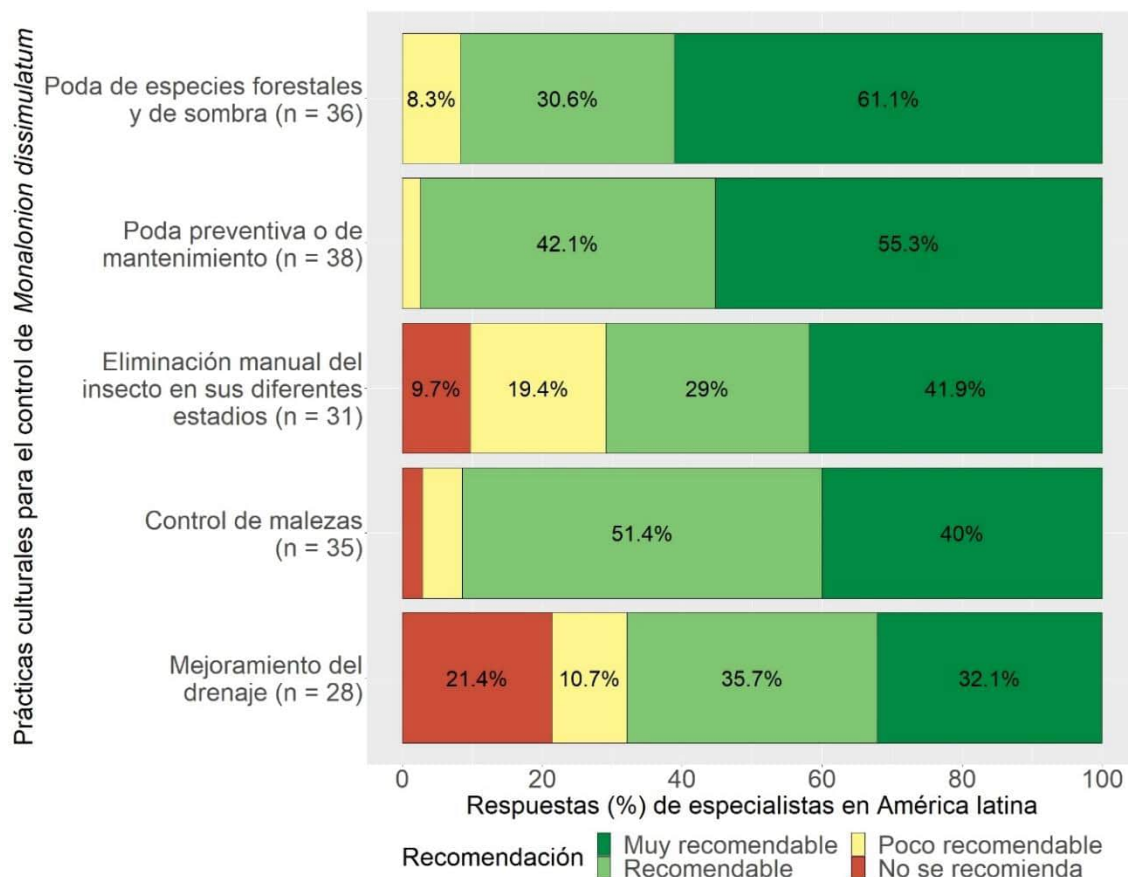


Figura 240. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la mayoría de las prácticas culturales fueron catalogadas por los especialistas como efectivas en el control del chinche del cacao en proporciones superiores al 50%. Las prácticas de poda de especies forestales y de sombra y la poda preventiva o de mantenimiento fueron consideradas por más especialistas como de efectividad alta (figura 241). El control de malezas tuvo similar proporción de especialistas que la consideran de efectividad media y alta. El mejoramiento de drenaje obtuvo respuestas del 50% que la catalogaron como de efectividad media. En cuanto a la eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios la mitad de los especialistas la consideran efectiva y la otra mitad estuvo dividida entre una efectividad media y baja (figura 241).

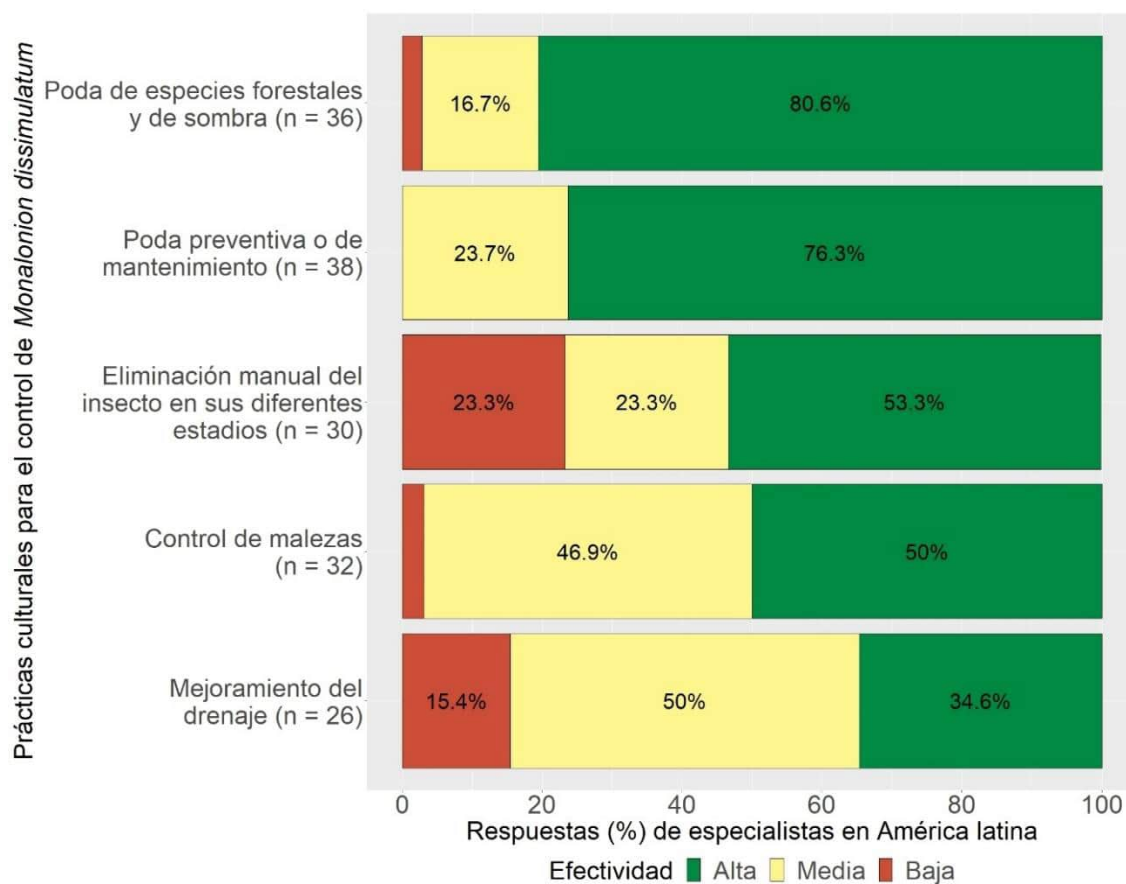


Figura 241. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonia dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas culturales, todas fueron catalogadas como medianamente costosas para el control de la enfermedad. Únicamente la eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios fue considerada medianamente costosa y económica por aproximadamente el mismo número de especialistas (figura 242).

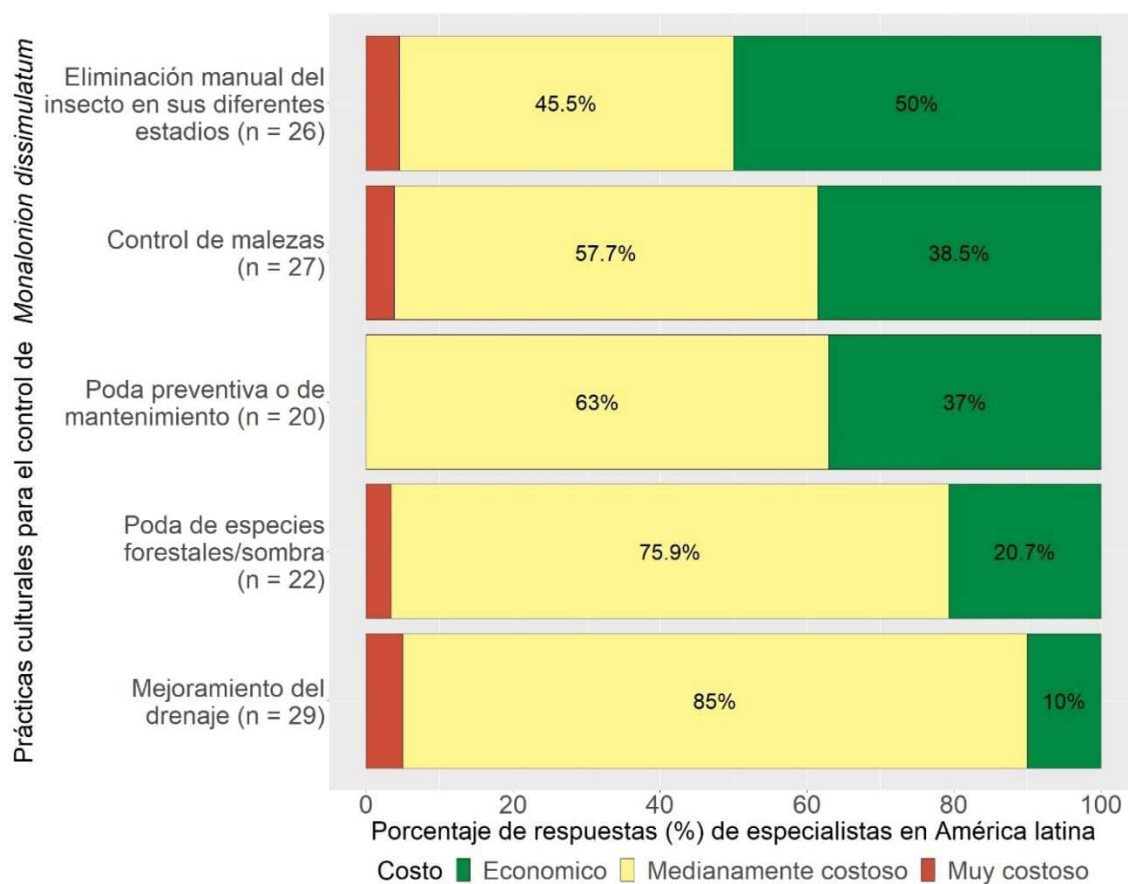


Figura 242. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad, la mayoría de las prácticas culturales fueron catalogadas como muy asequibles para los productores con porcentajes de respuesta superiores al 40% (figura 243), sin embargo, únicamente la poda preventiva o de mantenimiento y el control de malezas fueron consideradas por más del 70% de los especialistas como muy asequibles (figura 243).

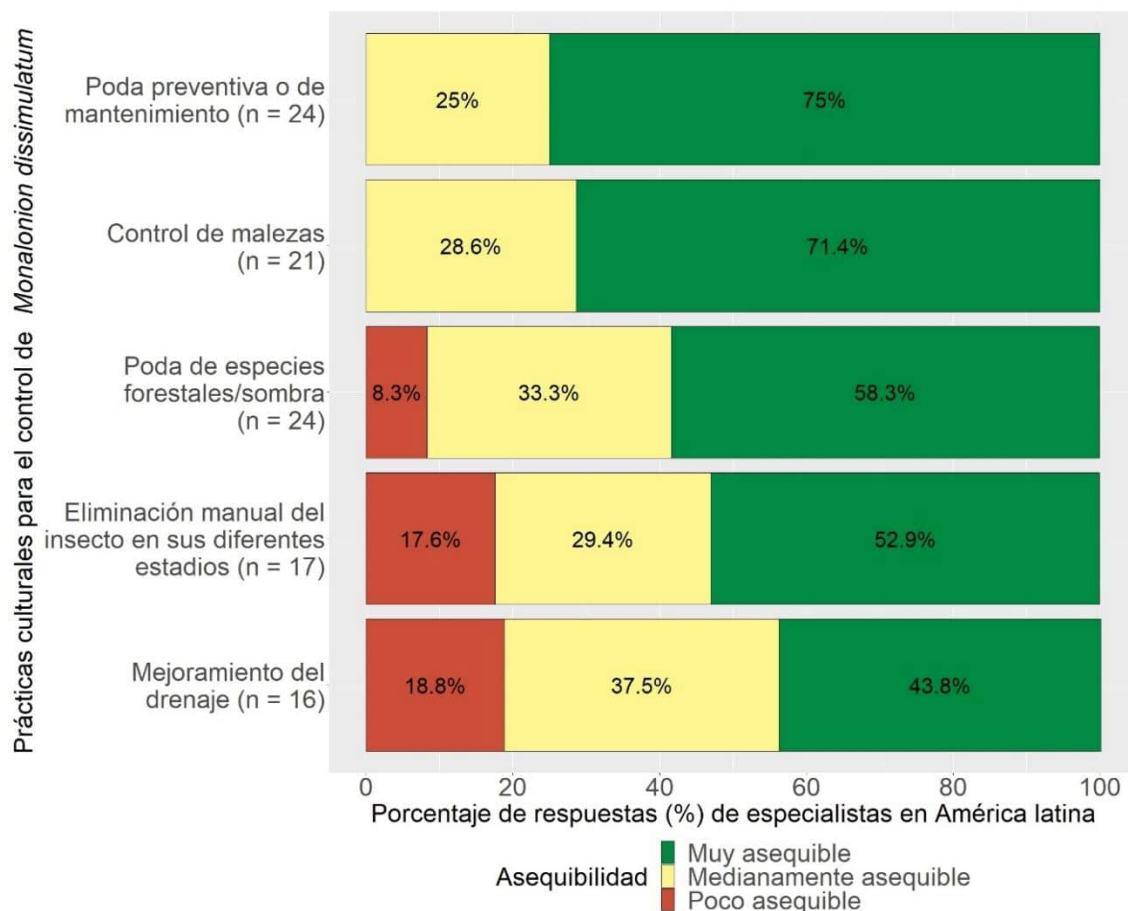


Figura 243. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de las prácticas podemos observar que únicamente el control de malezas y la poda preventiva o de mantenimiento fueron consideradas como muy difundidas por más del 55% de los especialistas, indicando que son prácticas utilizadas por la mayoría de los productores. La poda de especies forestales y de sombra, el mejoramiento del drenaje y la eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios son prácticas menos utilizadas por los productores (figura 244).

En la literatura se menciona la eliminación manual del insecto como una práctica que casi no se utiliza por el tiempo que conlleva aplastar los insectos que se encuentran en cada uno de los frutos afectados, sin embargo, si hay la posibilidad de realizarse es

una práctica recomendada ya que elimina directamente las ninfas y los adultos de esta plaga (Huaycho-Callisaya, 2012; Ferrari *et al.*, 2014; Vilca, 2018).

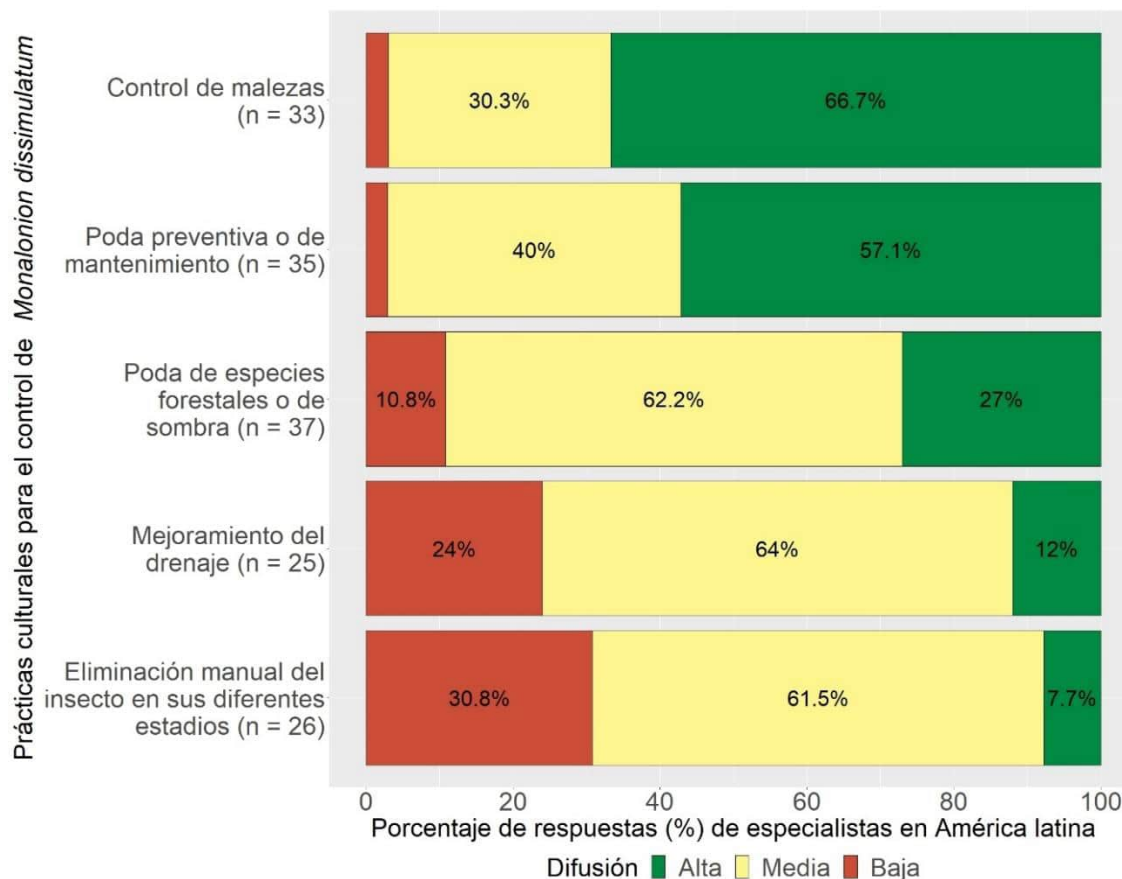


Figura 244. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonia dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

De acuerdo con la percepción de los especialistas, la eliminación manual del insecto es la práctica que debe realizarse con mayor frecuencia en el cultivo, variando entre su realización semanal y quincenal con respuestas del 22 y 26% respectivamente y o cada vez que se observa la enfermedad con respuestas de aproximadamente el 30% de los especialistas (figura 245). El control de malezas y la poda preventiva o de mantenimiento debe realizarse trimestralmente. El mejoramiento del drenaje y la poda de especies forestales y de sombra debe realizarse semestral o anualmente según la mayoría de los especialistas (figura 245).

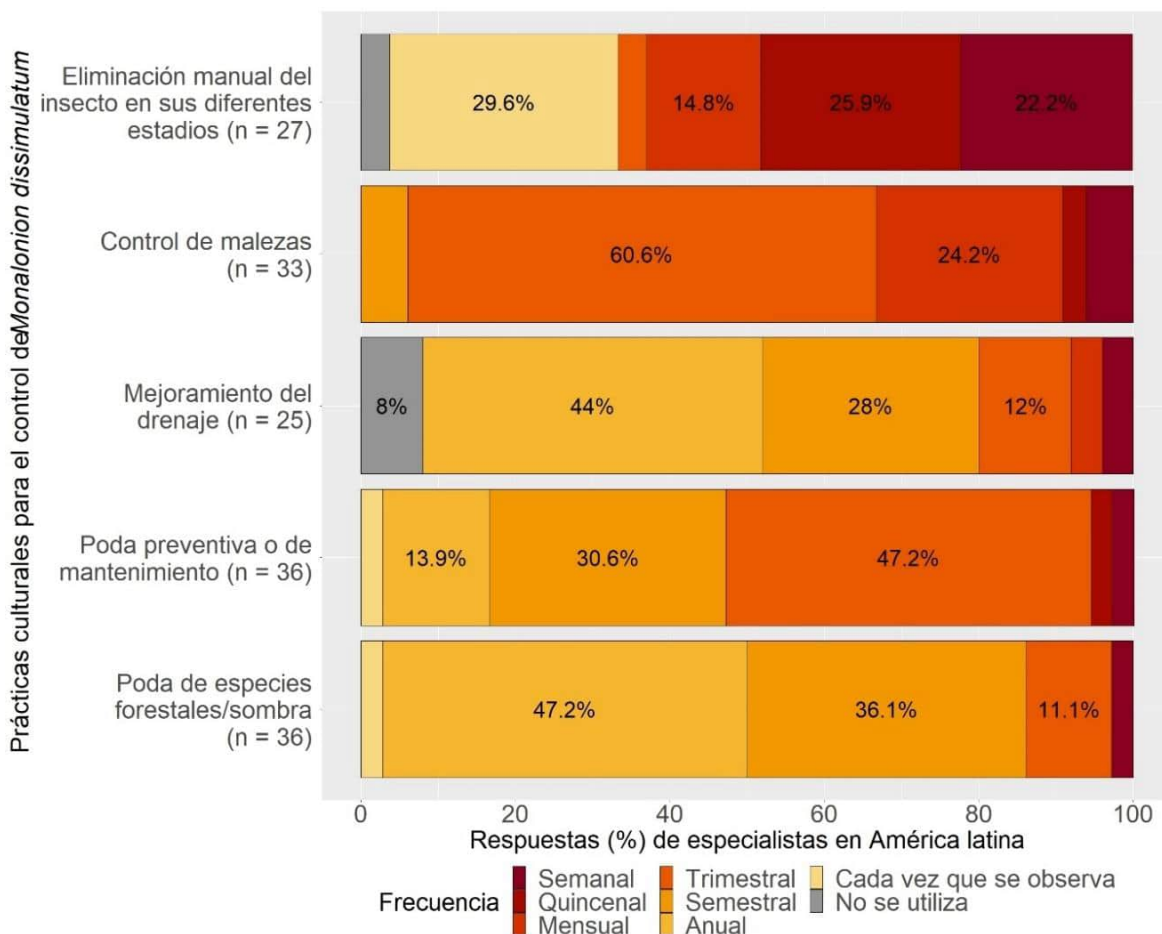


Figura 245. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas muy eficientes y medianamente costosas. La poda de especies forestales y de sombra y la poda preventiva de mantenimientos fueron correlacionadas por un mayor número de especialistas en esta categoría (figura 246).

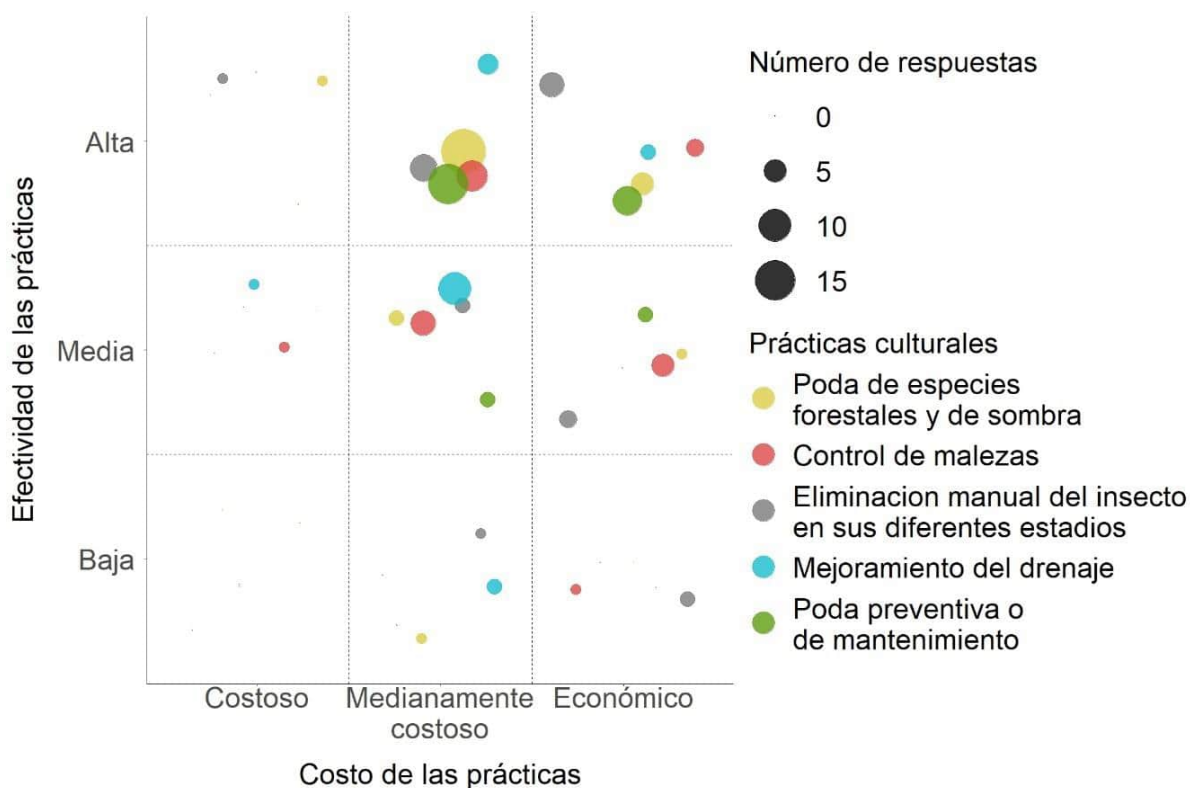


Figura 246. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas muy efectivas para el control del chinche del cacao y muy asequibles para los productores. Entre estas prácticas, se destaca la poda preventiva o de mantenimiento, la poda de especies forestales y de sombra y el control de malezas con un mayor número de respuestas (figura 247).

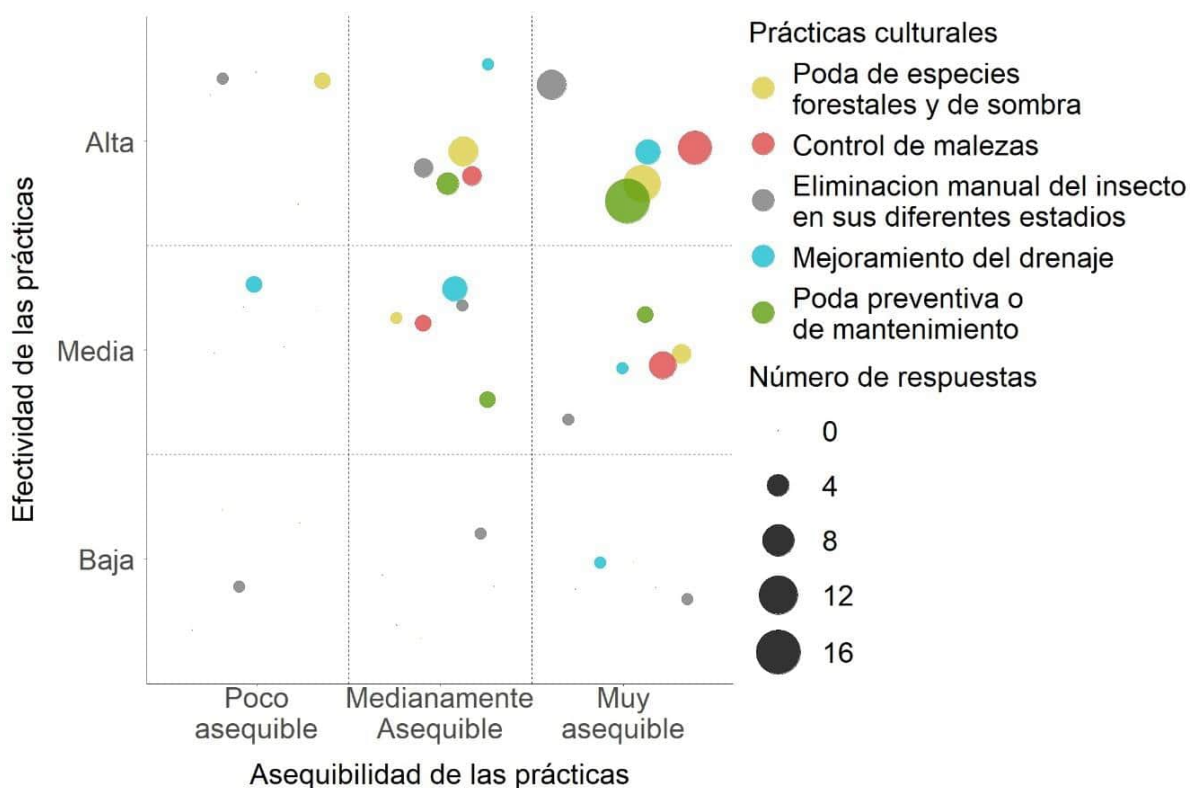


Figura 247. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales no mostraron una tendencia clara entre las variables evaluadas. Con un mayor número de respuestas correlacionadas, se consideró la poda preventiva o de mantenimiento y el control de malezas como prácticas de efectividad y difusión alta, es decir, son utilizadas por la mayoría de los productores. La poda de especies forestales y de sombra se correlacionó en mayor medida como una práctica efectiva, pero de difusión media. El mejoramiento del drenaje fue correlacionado por un mayor número de especialistas como medianamente efectivo y de difusión media (figura 248).

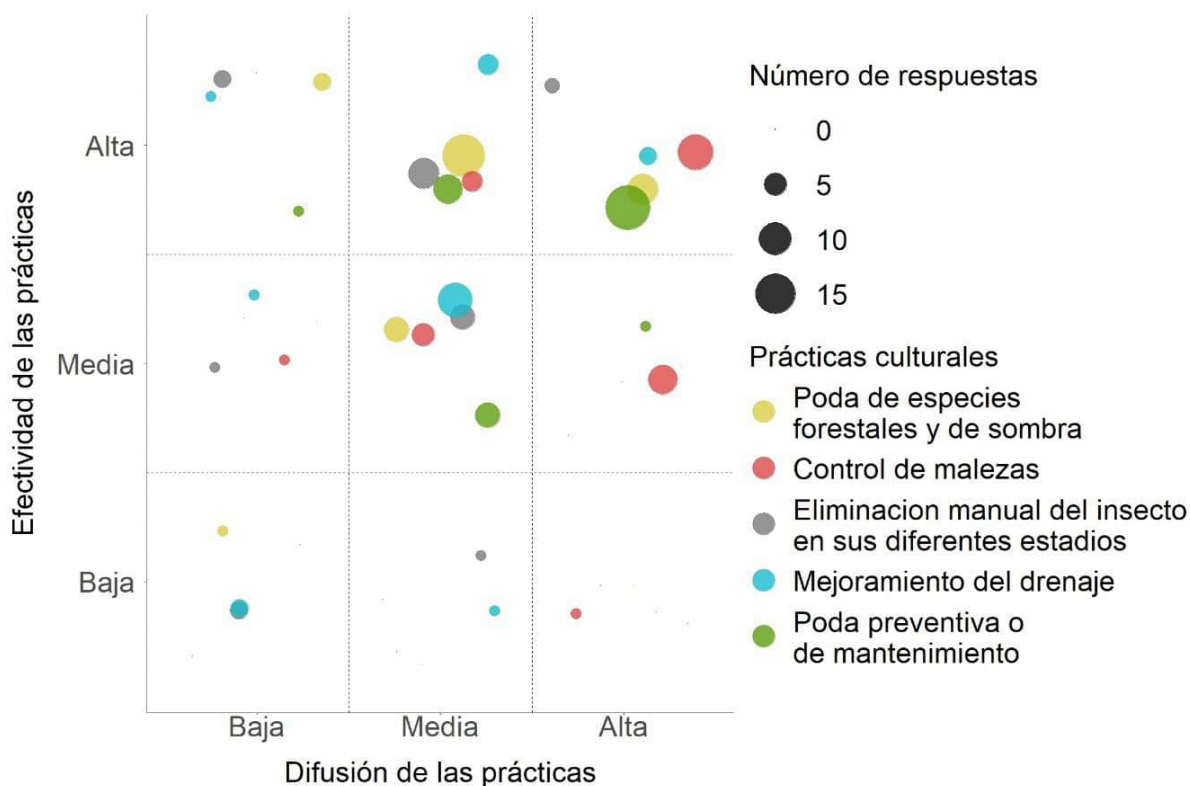


Figura 248. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control biológico

I. Recomendación

El control biológico del chinche del cacao únicamente fue recomendado con la aplicación del microorganismo *Beauveria bassiana*. Los dos controladores biológicos evaluados fueron considerados por un único especialista como no recomendables (figura 249).

El bajo número de respuestas obtenidas para los controladores biológicos puede deberse a que es un campo que recientemente se está empezando a explorar, por lo que aún se desconocen muchas de las relaciones que pueden existir entre los depredadores o parasitoides y las plagas. Es necesario desarrollar nuevas prácticas de manejo de plagas para insectos fitófagos basadas en reconocer y utilizar la diversidad de insectos beneficios asociados al cultivo de cacao (Gamboa *et al.*, 2024).

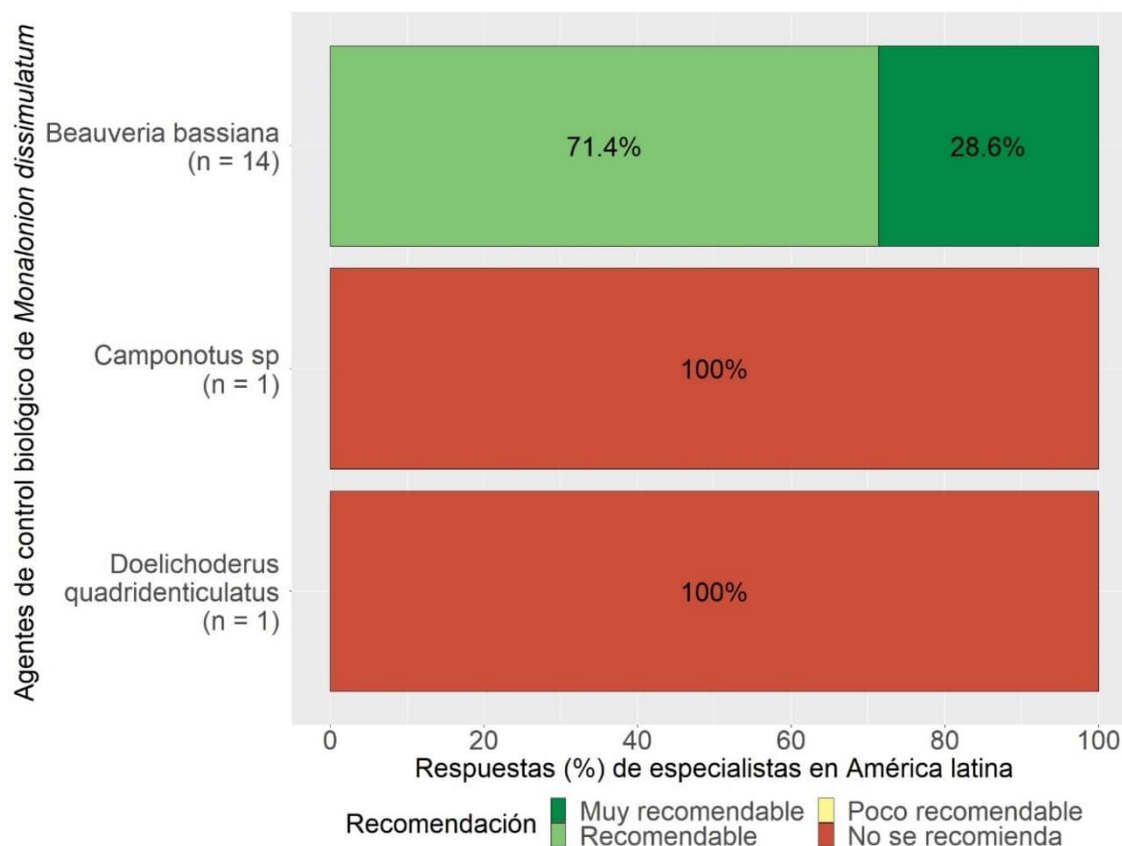


Figura 249. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control, únicamente se conoce la efectividad de la especie *Beauveria bassiana*, la cual es considerada por los especialistas como de efectividad media por el 60% y de efectividad alta por el 33% de ellos (figura 250).

Investigaciones realizadas en Colombia han demostrado que *M. dissimulatum* es altamente susceptible al efecto de la aplicación del hongo *B. bassiana* en cualquier etapa de desarrollo, donde la mortalidad se ha observado a partir de los cuatro a seis días después de la aplicación (Vilca, 2018).

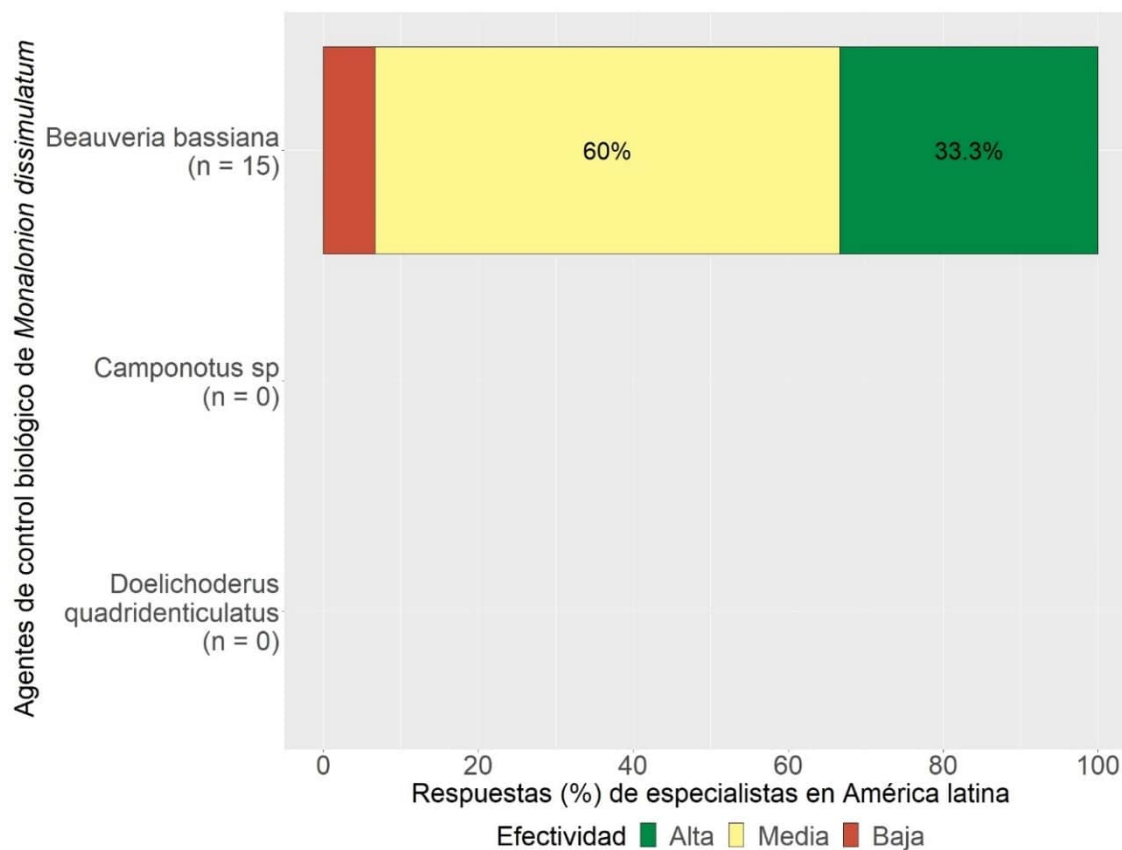


Figura 250. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes de control biológico, *B. bassiana* es considerado un microorganismo medianamente costoso por la mayoría de los especialistas (66,7%). En cuanto a los controladores biológicos, un especialista indicó que es muy costosa la implementación de estas técnicas de control (figura 251)

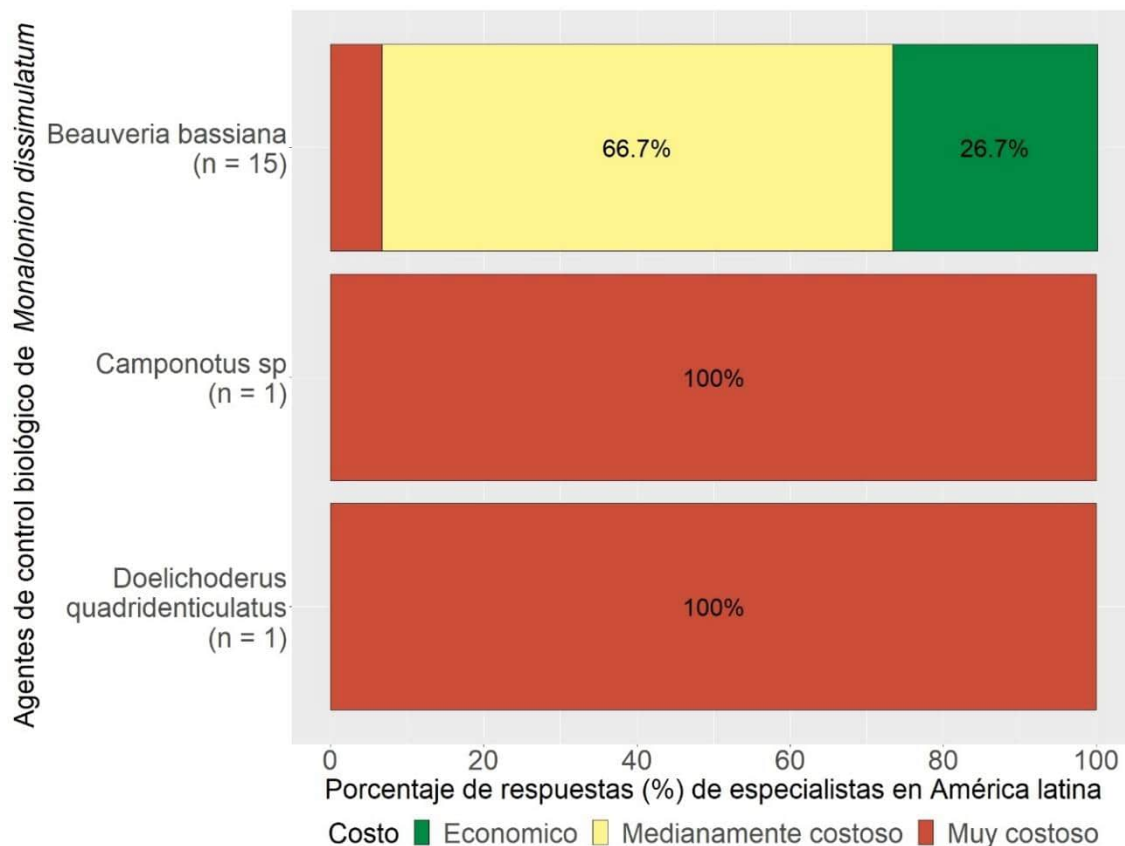


Figura 251. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad, *B. bassiana* es considerada por el 80% de los especialistas como una especie medianamente asequible. Los otros controladores biológicos no obtuvieron respuestas (figura 252).

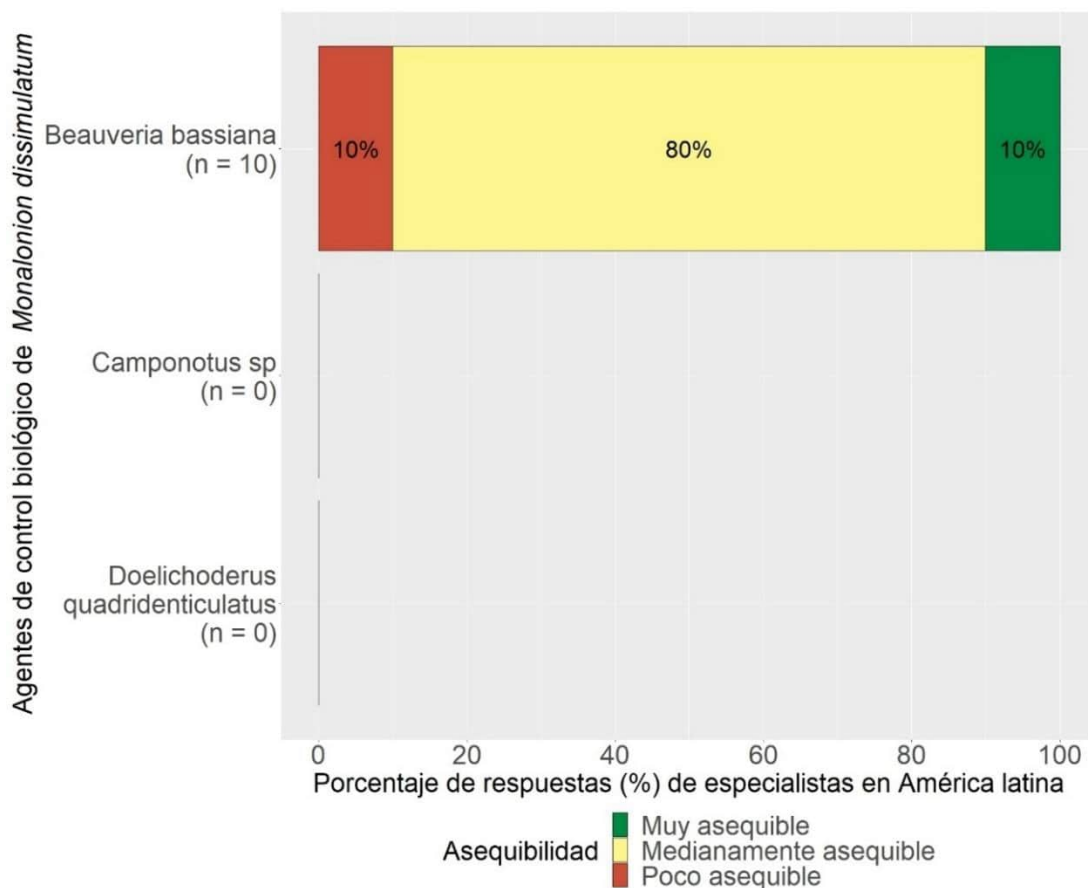


Figura 252. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de *B. bassiana* el 86,7% de los especialistas indicaron que es un microorganismo de difusión media, es decir, es utilizado por una minoría de los productores. En cuanto a los controladores biológicos, dos especialistas indicaron que los productores no utilizan estos insectos (figura 253).

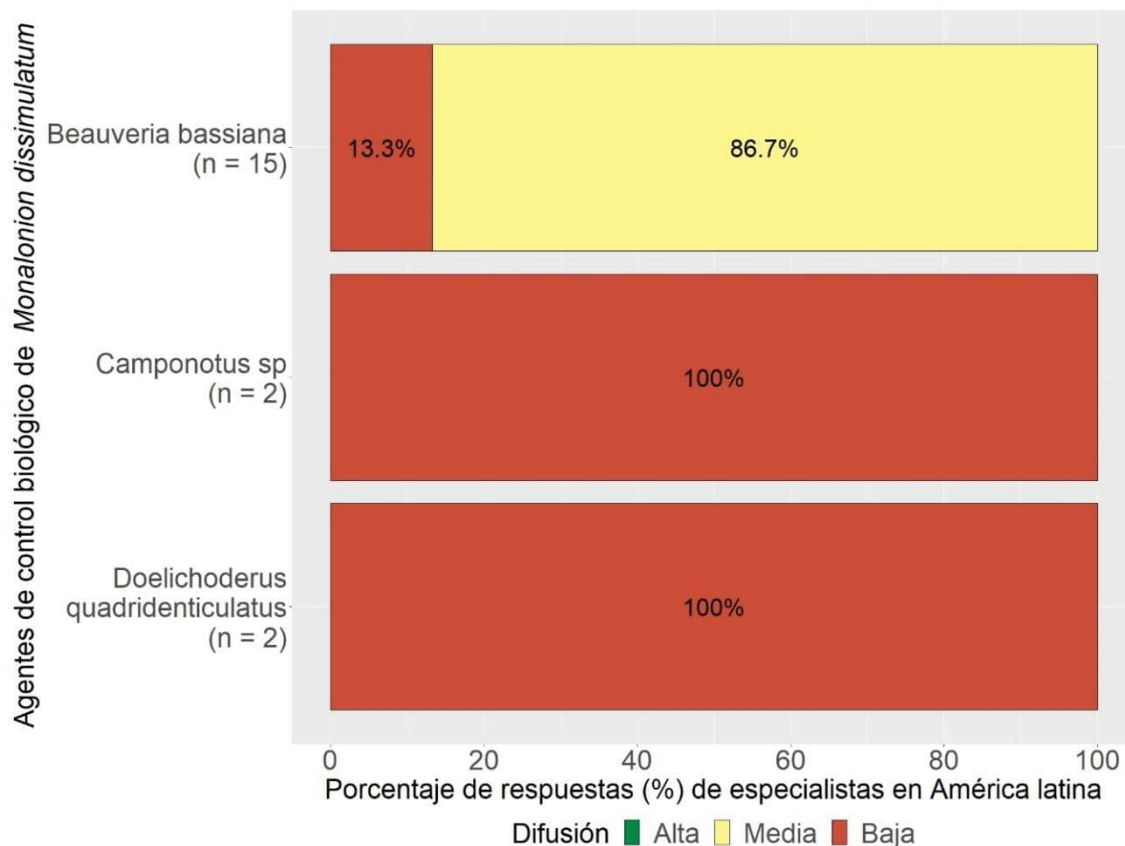


Figura 253. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los agentes de biocontrol, las respuestas para *B. bassiana* difirieron entre especialistas, obteniendo respuestas en todas las categorías encuestadas, sin embargo, un mayor número de especialistas consideraron que se debe aplicar mensualmente (23%) o cada vez que se observe la enfermedad (31%). En cuanto a los insectos controladores biológicos, dos especialistas indicaron que se deben liberar cada vez que se observa la enfermedad y un especialista indicó que no se utilizan (figura 254).

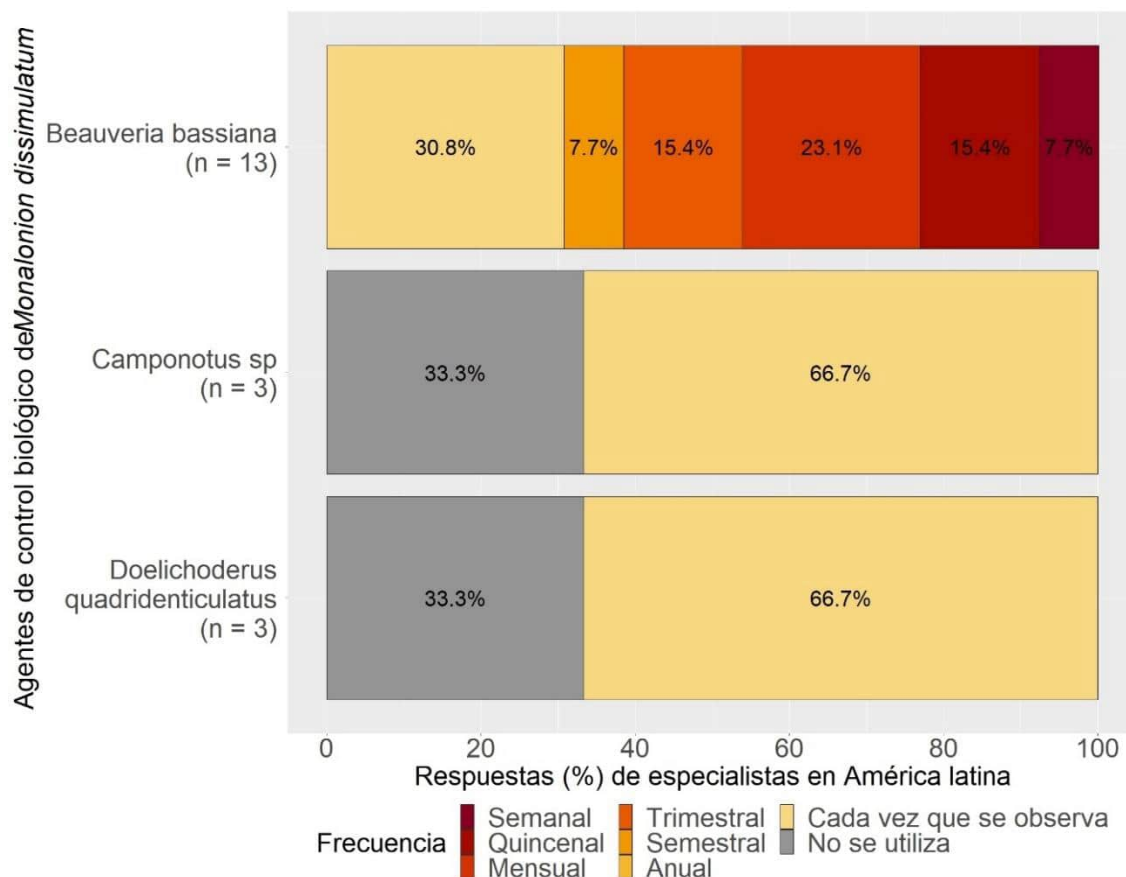


Figura 254. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Otra práctica biológica que utilizan algunos especialistas para el control del chinche del cacao es el establecimiento de enemigos naturales como *Podisus nigrispinus* y *proxis albopunctulatus*.

Control Químico

I. Recomendación

En cuanto al control químico del chinche del cacao, únicamente dos especialistas respondieron esta sección, indicando cada uno que el caldo de ceniza es recomendado y poco recomendado para el control de la plaga (figura 255).

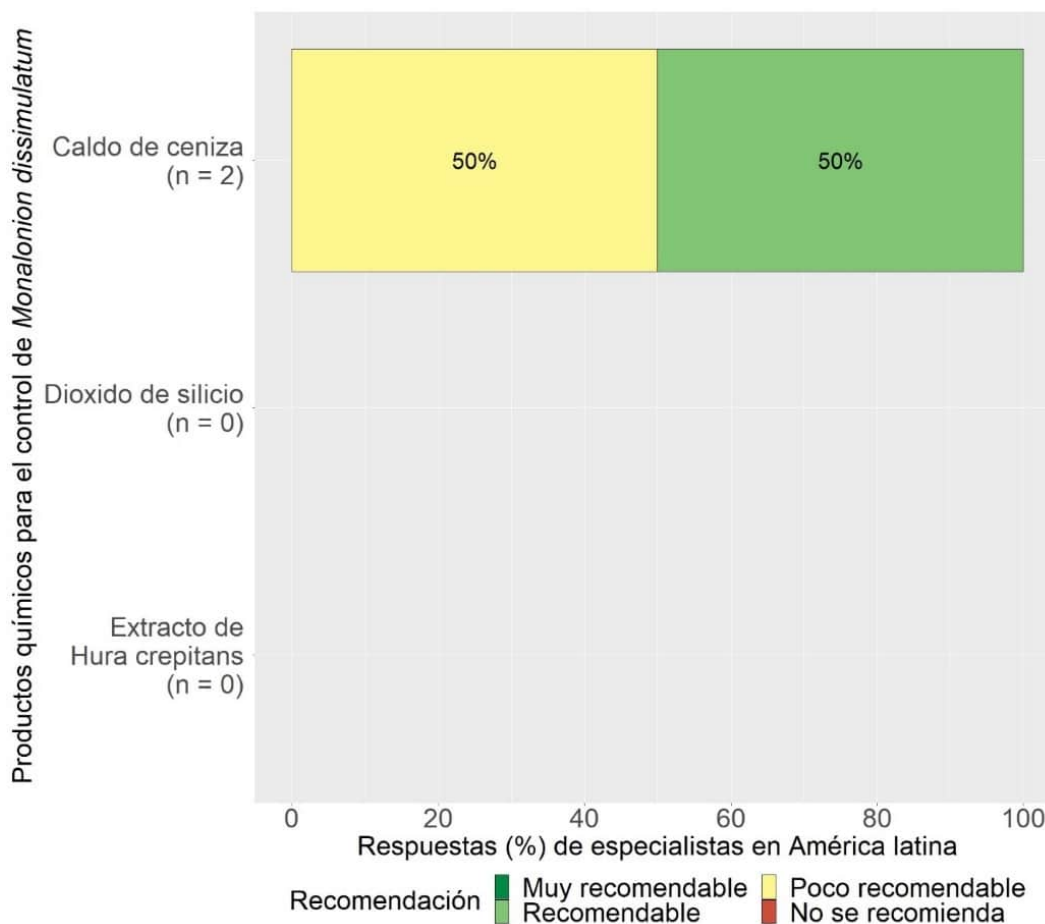


Figura 255. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

Actualmente la aplicación de insecticidas sintéticos para el control de las plagas y en especial del chinche del cacao por parte de los agricultores ha ido en descenso, en parte por el aumento de la producción orgánica y un mayor reconocimiento de los daños que causa al medio ambiente, a las personas y a los insectos benéficos, pero también por el aumento en las investigaciones donde se evalúa el potencial de control que tienen otras prácticas como el uso de productos orgánicos y extractos naturales de plantas (Huaycho-Callisaya, 2012; Ylaquita-Mitta, 2018; Fernandez & Lima, 2021).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los productos, un especialista indicó el extracto (la savia) del árbol de *Hura crepitans* como muy efectivo. En cuanto al caldo de ceniza, dos especialistas indicaron que la efectividad de este producto no es tan buena para el control de la enfermedad (figura 256).

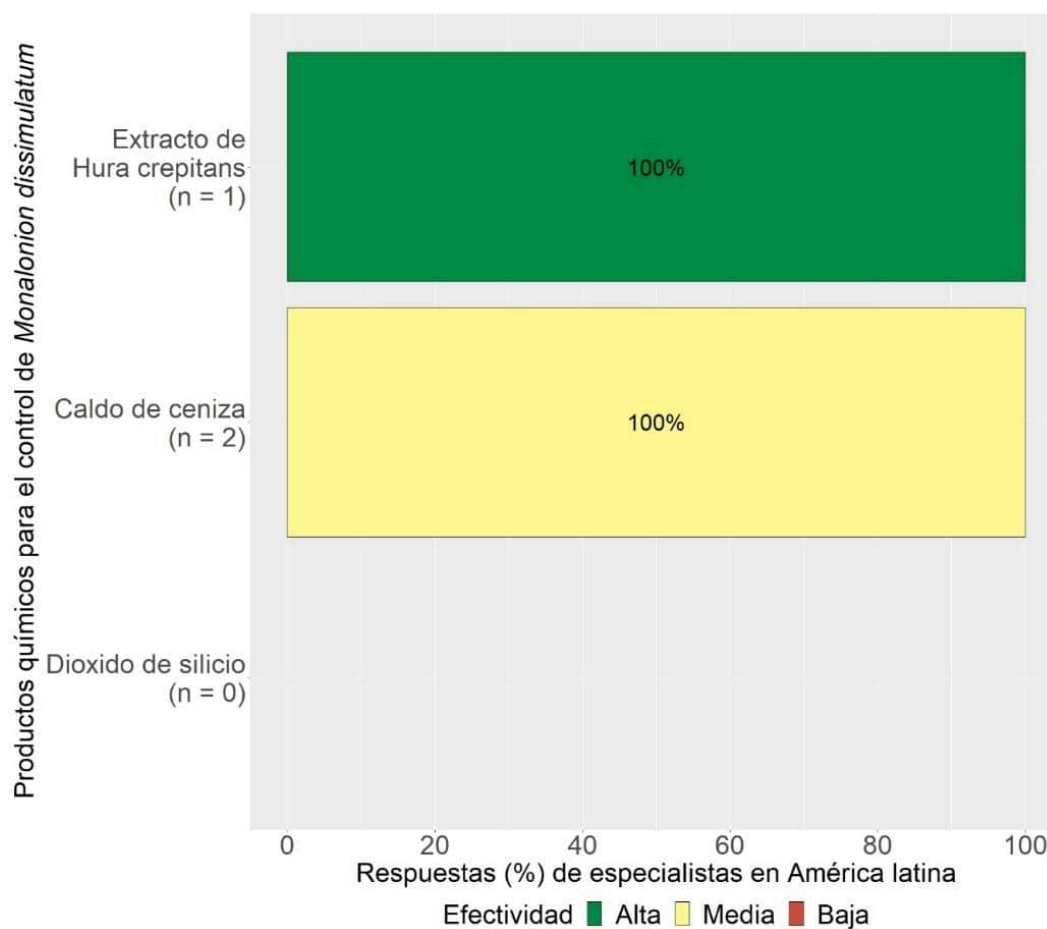


Figura 256. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

Estudios realizados para comprobar el efecto de los extractos del árbol de Solimán o Ochoo (*Hura crepitans*) han demostrado su capacidad para disminuir el número de frutos afectados por el chinche del cacao. La efectividad que presentan los extractos de este árbol se debe a que producen un látex venenoso el cual es usado para el control de todo tipo de insectos (Fernandez & Lima, 2021).

También se ha estudiado la efectividad de otros bioinsecticidas como el ajo ajo de monte (*Gallesia integrifolia*), el cual es usado para el control de diferentes especies de insectos. El tabaco deshidratado obtenido de diferentes partes de la planta de tabaco es un bioinsecticida clásico que se utiliza para el control de las plagas. Estos extractos contienen nicotina, un compuesto venenoso que bloquea la sinapsis del sistema nervioso de los insectos (Huaycho-Callisaya, 2012).

III. Costo

En cuanto al costo, únicamente se obtuvieron respuestas para el caldo de ceniza. Dos especialistas indicaron que es un producto económico para el control del chinche del cacao (figura 257).

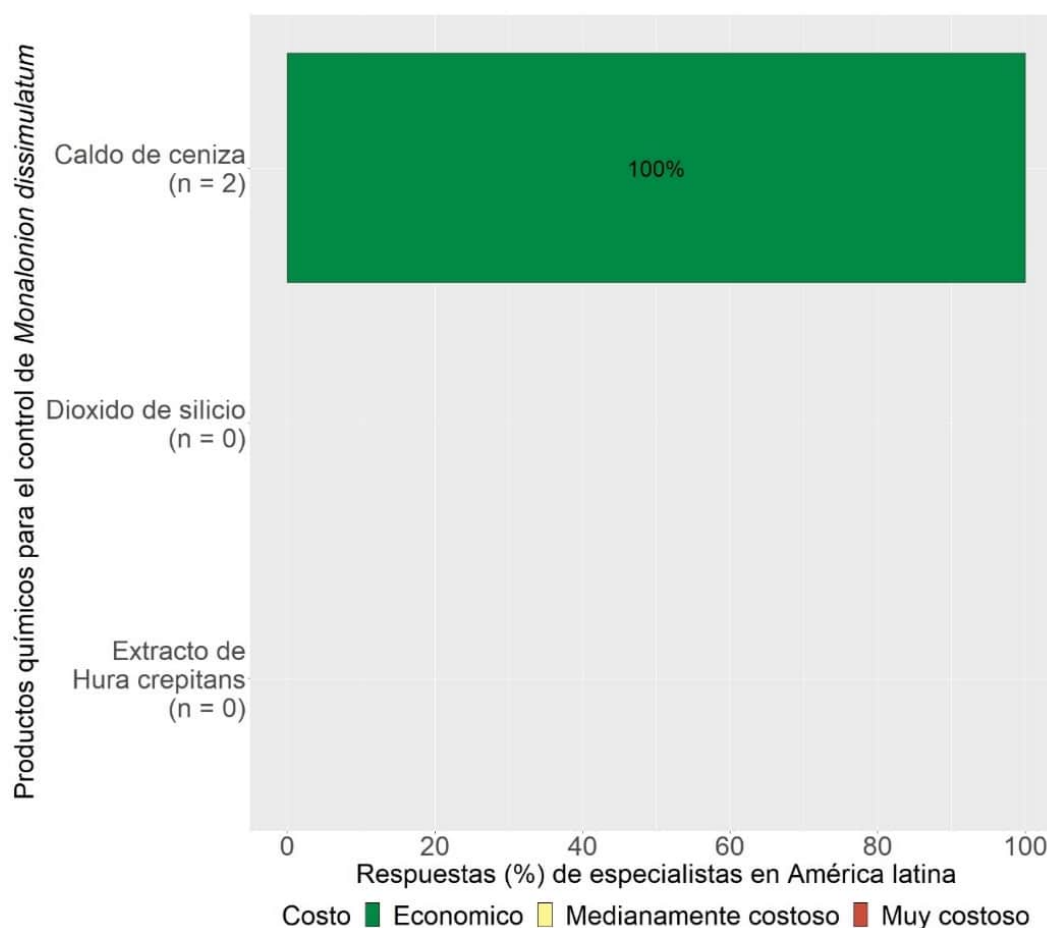


Figura 257. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

Estudios realizados en Bolivia sobre el costo de productos orgánicos mostraron que la aplicación de extractos de *Hura crepitans* presentan buena eficiencia, sin embargo, el costo de este insumo es mayor que otros productos como el azufre o la ceniza. Cabe resaltar que el Solimán fue uno de los mejores controladores del chinche del cacao, por lo que se recomienda su uso principalmente en zonas donde hay una mayor incidencia (Ylaquita-Mitta, 2018).

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad, el caldo de ceniza fue considerado por un especialistas como muy asequible y por otro como medianamente asequible (figura 258).

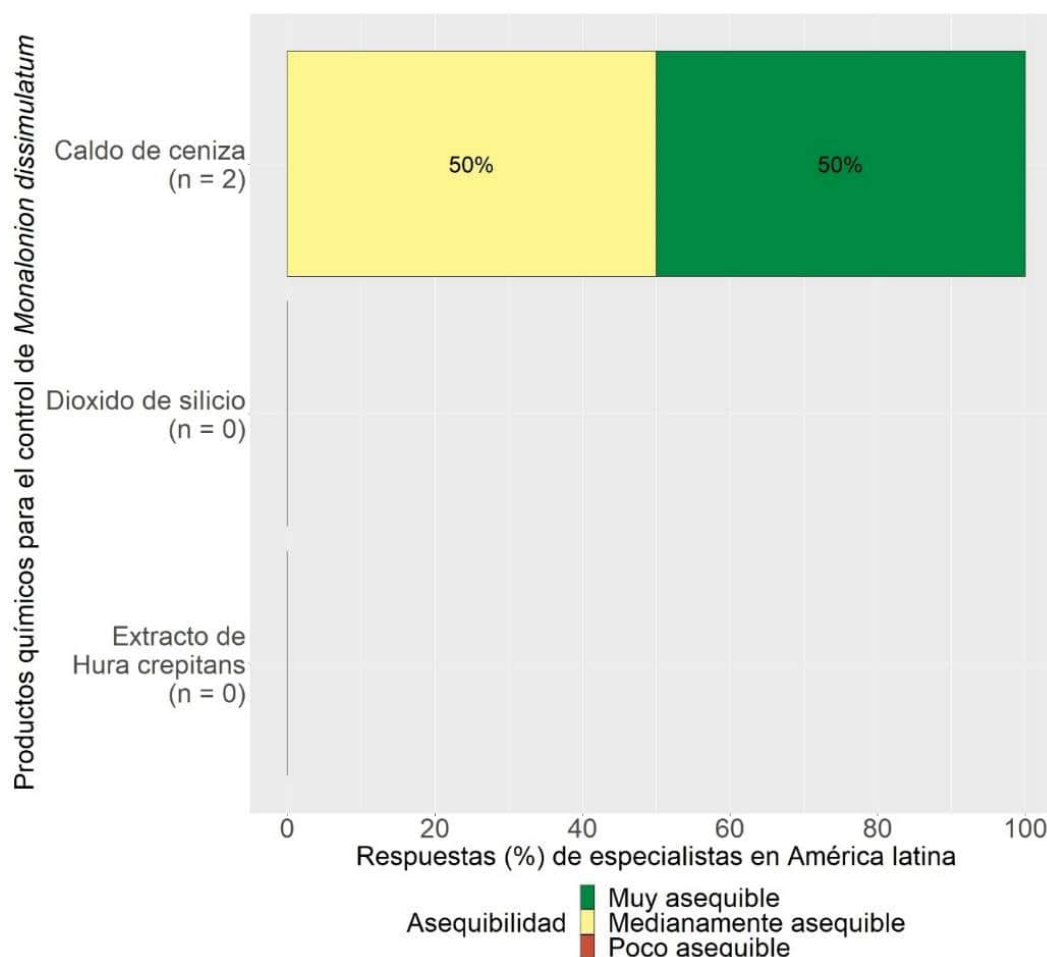


Figura 258. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, el caldo de ceniza dos especialistas la catalogaron de difusión media y un especialista de difusión baja (figura 259). El Dióxido de silicio y el extracto de *Hura crepitans* fue considerado de difusión baja por un especialista (figura 259).

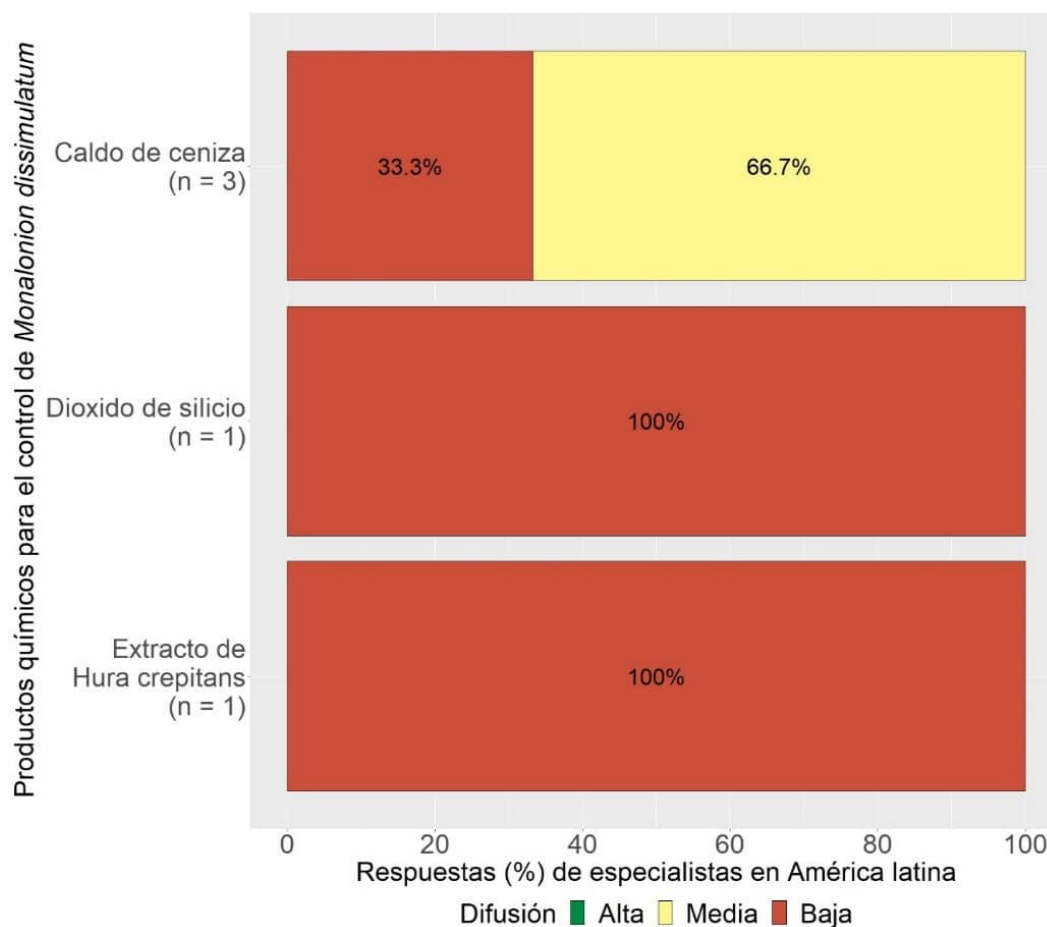


Figura 259. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

La frecuencia de aplicación del caldo de ceniza debe realizarse mensualmente o cada vez que se observa la enfermedad según el 25% de los especialistas respectivamente, sin embargo, el 50% de ellos indicaron que no se utiliza para el control de la plaga. Un especialista indicó que el Dióxido de silicio y el extracto de *Hura crepitans* no se utilizan para el control del chinche del cacao (figura 260).

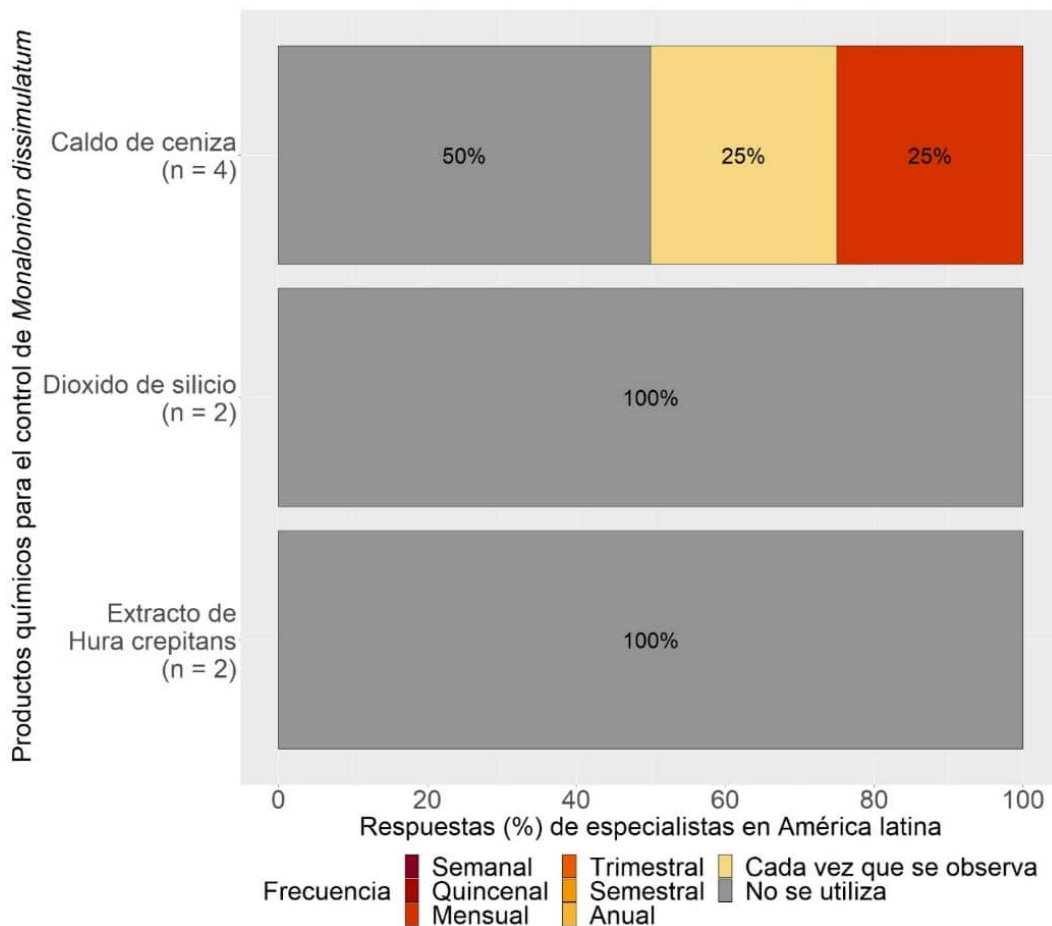





Figura 260. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Otros productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control del chinche del cacao son:

- **Caldo sulfocalcico:** Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad alta, muy asequible y de difusión alta. Se recomienda su aplicación trimestral.

- **Cipermetrina***  : Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad alta, muy asequible, económico y de difusión alta. Se recomienda su aplicación quincenal.
 - **Piretroides***  : Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad alta, medianamente costoso y de difusión alta. Se recomienda su aplicación cada vez que se observa la enfermedad.
 - **Tiametoxam + Lambdacihalotrina***  : Considerado por un especialista como no recomendable y por otro como recomendable, de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda su aplicación trimestral.
- *Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

En cuanto al control genético, de 14 especialistas que respondieron esta sección podemos indicar que el 78,6% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la plaga. Estos especialistas consideran que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la enfermedad es el diseño policlonal con variedades comerciales con un 55,6% y el diseño policlonal con variedades locales con un 33,3% (figura 261).

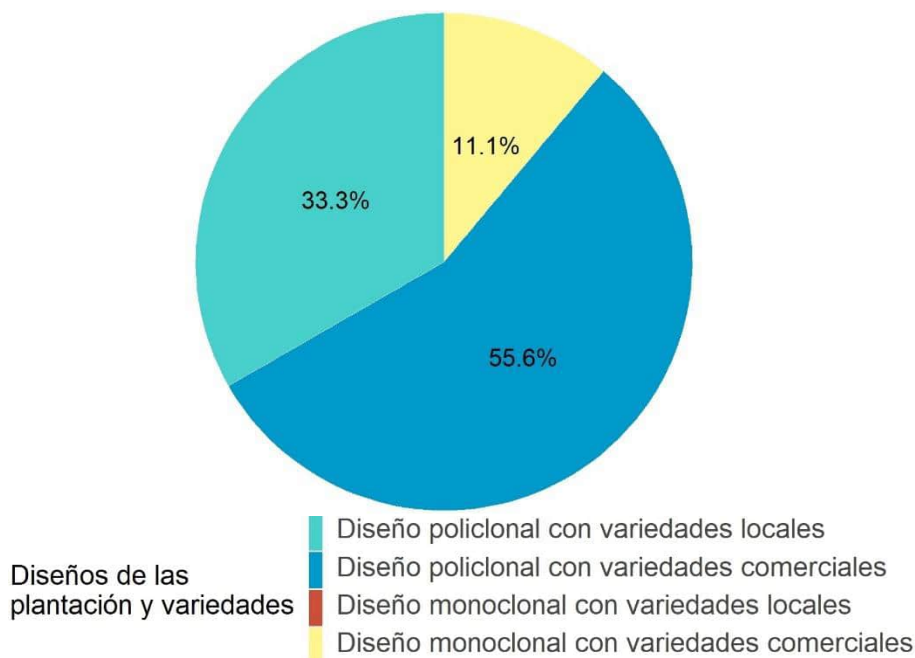


Figura 261. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la plaga chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*).

Dentro de los clones o variedades recomendadas por los especialistas en América Latina y el Caribe por su resistencia/tolerancia al chinche del cacao se destaca el clon CCN-51 recomendado en Colombia, Brasil y Ecuador (figura 262).

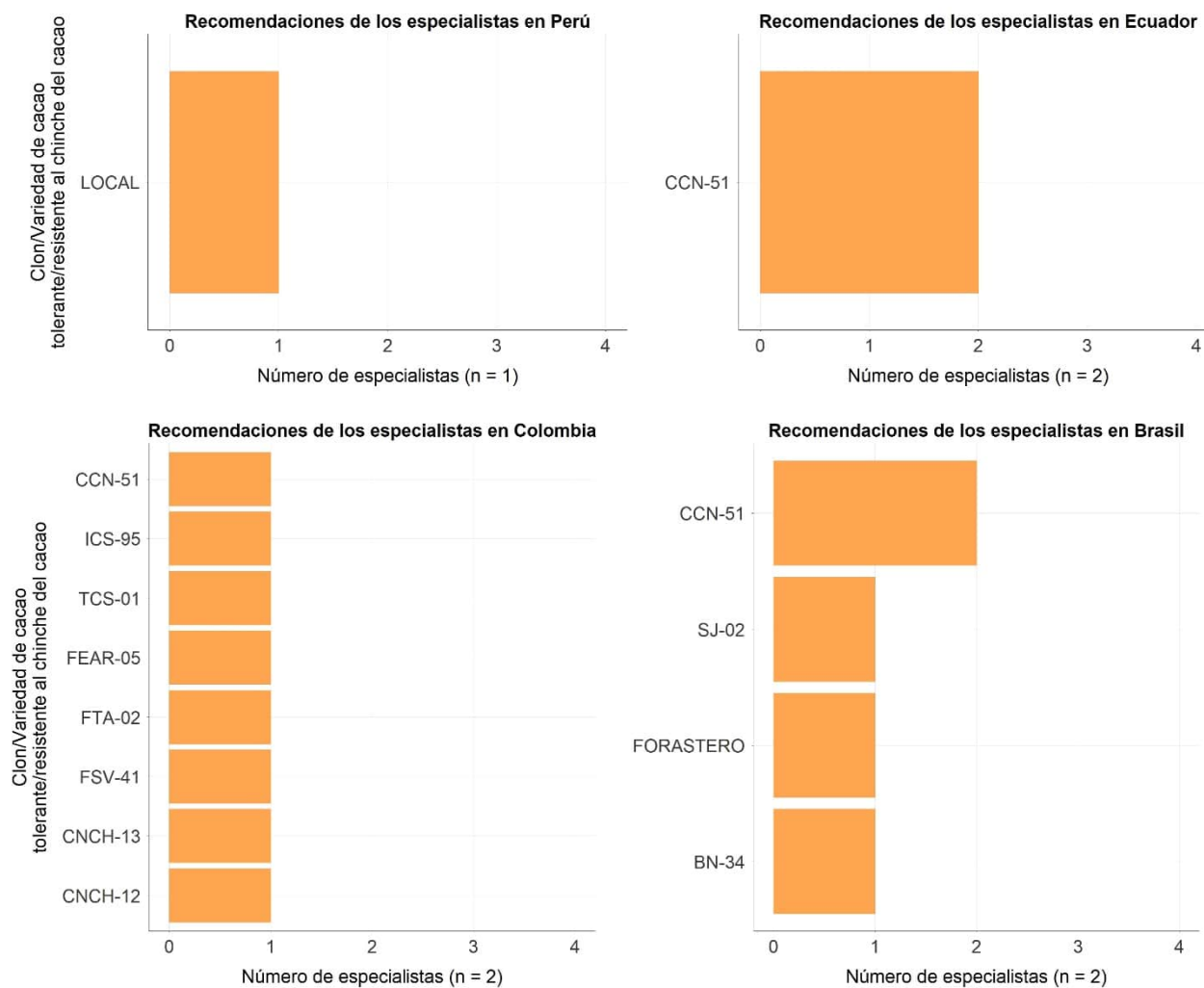


Figura 262. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al chinche del cacao

Control etológico

Algunos especialistas utilizan las siguientes prácticas etológicas para el control del chinche del cacao:

- **Cebos con azúcar.**
- **Trampas de colores.**

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de *M. dissimulatum* para las dos primeras componentes explican el 80,6% de la varianza observada en los datos (figura 263). El primer componente se encuentra principalmente contribuido por las variables efectividad, recomendación y asequibilidad, representando el valor que tiene la eficiencia y asequibilidad de una práctica o producto al momento de ser recomendada por los especialistas. El segundo componente correlaciona las variables difusión y costo, por lo que denota el valor socioeconómico que podría estar influyendo en la difusión de los métodos. (figura 263).

En cuanto a los métodos de control de esta plaga, únicamente se conoce con claridad las distintas variables del método de control cultural, ya que del control biológico el único microorganismo conocido es *B. bassiana*, el cual fue recomendado, pero presenta una efectividad media y su asequibilidad costo y difusión tampoco son altos. De los productos químicos, los especialistas consideraron que el caldo de ceniza es económico, pero no se sabe su efectividad en el control de la plaga (figura 263).

De las prácticas culturales, todas fueron consideradas muy asequibles al momento de ser utilizadas por los productores, destacándose la eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios, la poda preventiva y de mantenimiento y la poda de especies forestales y de sombra como las más recomendadas y eficientes para el control de la plaga. El control de malezas también se recomienda y es dentro de las prácticas, una de las más utilizadas por los productores, sin embargo, puede llegar a ser más costosa que la eliminación manual del insecto, además, de no ser tan recomendada, posiblemente por la conservación y la sostenibilidad del cultivo. Por otro lado, el mejoramiento del drenaje fue la práctica menos sugerida para el control de la plaga, principalmente al no intervenir directamente en su control y al ser más costosa que otras prácticas (figura 263).

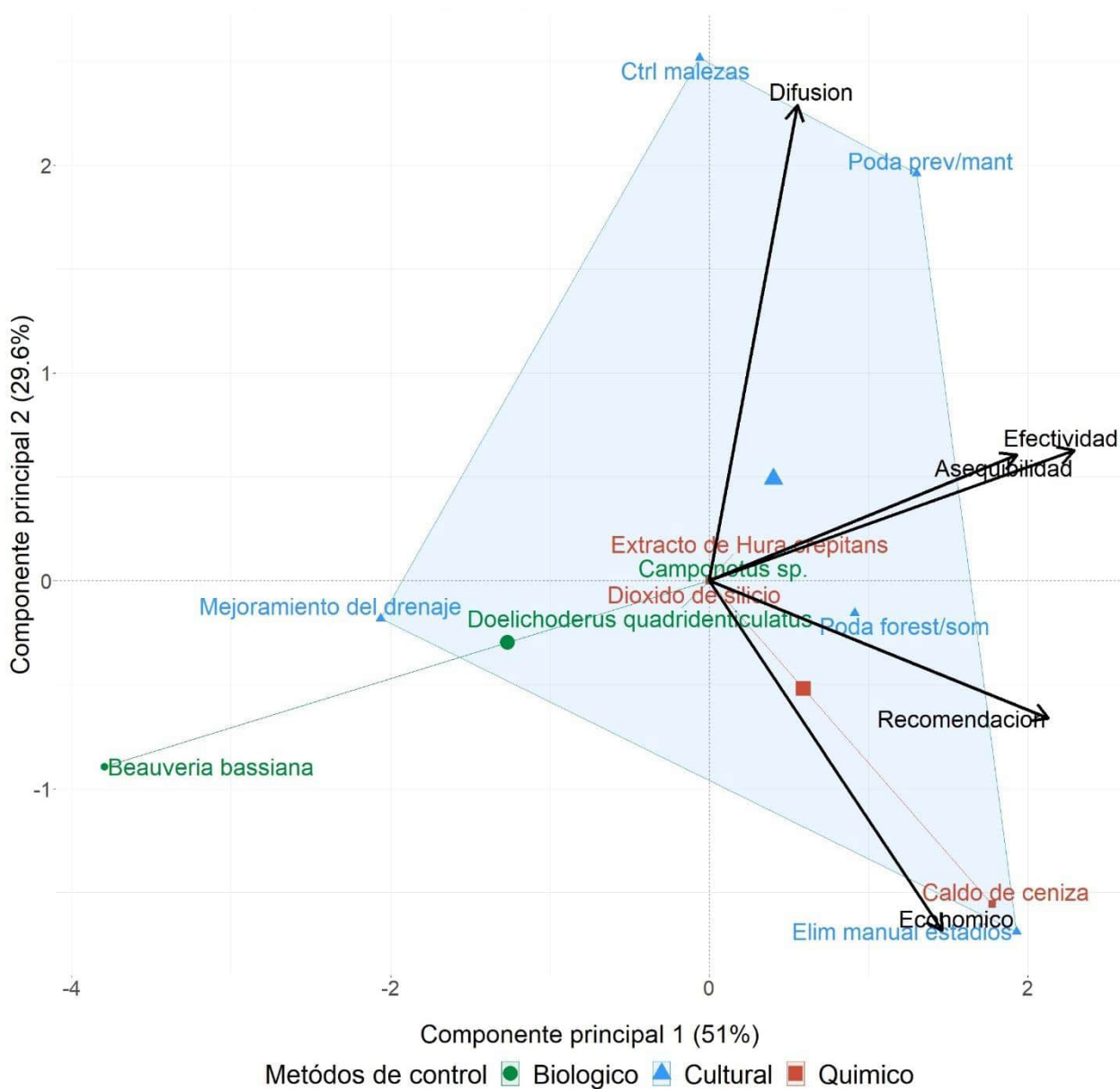


Figura 263. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la plaga *Monalonion dissimulatum* en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.

Conclusiones

El control cultural es una de las prácticas más utilizadas por los especialistas para el control de la plaga. Todas las prácticas culturales fueron recomendadas por los especialistas, los cuales las consideraron de efectividad alta, asequibles, pero

medianamente costosas. Dentro de estas, destacan la poda preventiva o de mantenimiento y la poda de especies forestales como las más efectivas al generar condiciones desfavorables para la plaga. La eliminación manual del insecto puede ser una práctica efectiva para disminuir las poblaciones de la plaga, sin embargo, puede llegar a ser una actividad muy demandante considerando que se debe realizar en todos los focos del cultivo (tabla 10).

El control biológico se recomendó únicamente con la especie *Beauveria bassiana*, sin embargo, fue considerada medianamente efectiva para controlar la plaga. En cuanto a los controladores biológicos, los especialistas no tenían conocimiento de las variables evaluadas, sin embargo, los pocos especialistas que respondieron las preguntas las consideraron poco asequibles para los productores (tabla 10).

En los últimos años el uso de productos químicos para el control de las plagas ha ido disminuyendo principalmente por el daño que causan a las poblaciones de insectos benéficos y al medio ambiente. Esta tendencia se evidenció por el alto número de especialistas que indicaron que no los utilizan. Se destaca el uso de bioinsecticidas en la eliminación del chinche del cacao al ser productos que no dañan el ecosistema. Entre estos se destaca el ajo ajo de monte, los extractos de *Hura crepitans* y el tabaco deshidratado (Huaycho-Callisaya, 2012, 2017). El control genético es el segundo método más utilizado por los especialistas, siendo el clon CCN-51 uno de los más recomendados.

Tabla 10. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Poda de especies forestales y de sombra	Alta	Medio	Alta	H
	Poda preventiva o de mantenimiento	Alta	Medio	Alta	H
	Eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios	Alta/Media	Bajo/Medio	Alta/Media	P
Biológico	<i>Beauveria bassiana</i>	Media	Medio	Media	P
Genético^a	CCN-51	Alta			

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre la plaga (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Carmenta spp. (Lepidoptera: Sesiidae)

Mazorquero



Foto: Atkinson Rachel

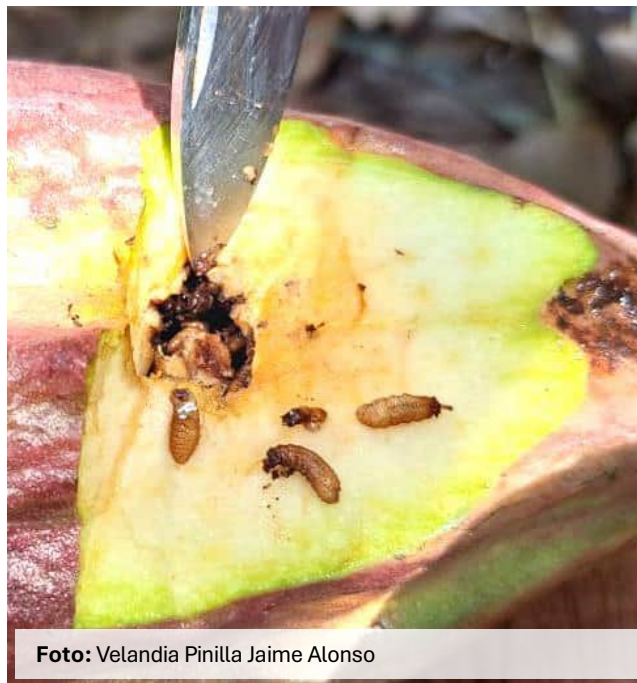


Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso

El mazorquero (*Carmenta* spp.) es un insecto del orden Lepidoptera perteneciente a la familia Sesiidae, el cual incluye alrededor de 1400 especies en 150 géneros de distribución mundial (Bustamante, 2020). Son polillas de tamaño pequeño, presentan alas hialinas u opacas, elongadas, características propias del género. Tienen hábitos diurnos y patrones de coloración y comportamiento altamente modificados (Morán-Rosillo & Castillo-Carrillo, 2020).

En el cacao se ha detectado la presencia de dos especies de *Carmenta*: *C. foraseminis* y *C. theobromae*, las cuales ocasionan daño a todos los estados de desarrollo del fruto, causando daño en el mucílago, material placentario y semillas (Navarro & Cabaña, 2006; Carabalí *et al.*, 2018). *Carmenta* spp. ha sido reportada como plaga en frutos de cacao en Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil (Carabalí *et al.*, 2018; Nakayama, 2018; Nakayama, 2023) y Perú (Alomía *et al.*, 2021; Peralta, 2022).

Carmenta foraseminis llamada también carmenta negra debido a que el adulto es predominantemente de color negro con escamas negras (Navarro & Cabaña, 2006), es la especie más perjudicial para el cacao. Fue descrita por primera vez por Eichlin (1995) a partir de individuos criados en semillas de *Gustavia superba*, *Gustavia angustifolia* y *Eschweilera* sp. (Lecythidaceae) en Panamá y en frutos de cacao en Colombia (Dávila-

Tafur, 2018; Nakayama, 2018). Puede ocasionar pérdidas del 10% al 100% de la producción dependiendo del grado de infestación y la etapa de desarrollo del fruto (Carabalí, 2015).

Su ciclo de vida desde huevo hasta adulto es de 55 a 80 días (Cubillos, 2013; Ninnin, 2020). La hembra coloca los huevos en el exterior de los frutos de cacao. La oviposición se observa externamente únicamente por la presencia de una mancha o “peca” ya que el orificio de entrada es muy pequeño (Dávila-Tafur, 2018). El huevo eclosiona luego de 8 días y la larva entra a la fruta por donde se va nutriendo de la placenta hasta llegar a la semilla, proceso que dura entre 30 a 40 días (Alcantara-Veliz, 2013; Ninnin, 2020). En este proceso se daña la pulpa del cacao y se atrofian las semillas al estar expuestas a los excrementos de la larva y al ingresar hongos y bacterias que ocasionan la fermentación del mucílago y la pudrición de los tejidos (Navarro & Cabaña, 2006; Dávila-Tafur, 2018).

Justo antes de empupar la larva hace un túnel de salida hacia el exterior del fruto, sellando el agujero como una puerta y quedando cerca de la salida por 14 a 21 días mientras que se hace la transformación hacia adulto. La polilla emerge del fruto por el agujero y tiene 3 a 8 días de sobrevivencia, tiempo durante el cual debe copular y (si es hembra) colocar los huevos (Ninnin, 2020). Una hembra puede poner 89 huevos a lo largo de su vida (Ninnin, 2020). En los frutos se ha observado la postura de hasta 14 huevos, sin embargo, es frecuente encontrar de 1 a 6 huevos (Cubillos, 2013).

Cuando la larva entra a una mazorca con menos de 4 meses causa una maduración precoz. Cuando la mazorca tiene más de 4 meses se puede observar solamente el túnel de salida de la polilla. Se espera controlar la oviposición de las hembras en mazorcas entre 2 y 5 meses de edad (desde el tamaño del cherelle). Cuando se cosecha mazorcas conteniendo pupas, suelen ocurrir que pueden llegar a terminar su desarrollo en el suelo (Ninnin, 2020).

Carmenta theobromae, llamada también carmenta amarilla debido a que el adulto es predominantemente de color amarillo con escamas amarillas, daña principalmente el tallo y la corteza de los frutos de cacao (Morán-Rosillo & Castillo-Carrillo, 2020). Las larvas forman galerías las cuales se llenan de excrementos sin afectar la parte interna ni los granos, por lo que las semillas se pueden aprovechar parcialmente. Externamente se observan los excrementos de las larvas y la pudrición del tejido cuando atacan frutos pequeños y medianos (Navarro & Cabaña, 2006).

En algunos casos, las perforaciones ocasionadas por estos insectos atraen moscas a los frutos ocasiona que la pudrición interna se torne de apariencia acuosa y en otros casos, las semillas se adhieren fuertemente y se endurecen ocasionando la pérdida total de los frutos debido a que presentan un olor desagradable (Dávila-Tafur, 2018). En Perú el desarrollo de enfermedades como la monilia y la mazorca negra se ha relacionado por la presencia de *Carmenta foraseminis*, donde los daños ocasionados por las larvas producen perforaciones que permiten el ingreso de hongos a los frutos (Fachin *et al.*, 2019).

Incidencia y severidad

Según la percepción de los especialistas, la incidencia del mazorquero es baja en Brasil y en mayor proporción de baja a leve en Colombia. En Ecuador se observó el mismo número de respuestas para la incidencia baja, leve y moderada y en Venezuela para la incidencia leve, moderada y alta. En Perú hay un mayor número de especialistas que consideran la incidencia de la plaga entre moderada a alta (figura 264).

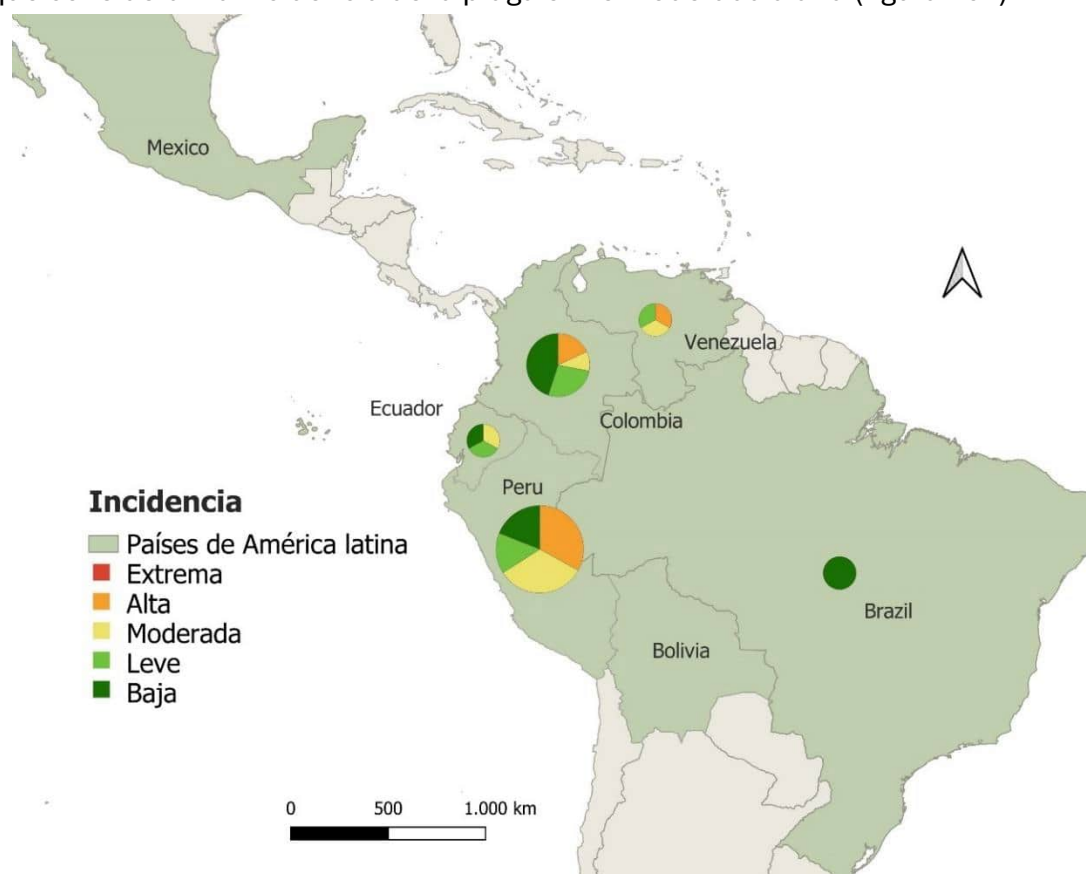


Figura 264. Incidencia del mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

En cuanto a la severidad del mazorquero, los especialistas de Brasil la consideran de baja a leve. En Venezuela y Perú un mayor número de especialistas la consideran moderada. En Colombia la mitad de los especialistas consideraron que es baja y la otra mitad difirió entre leve a alta. En Ecuador se observó un mismo número de respuestas para las categorías de baja, leve y moderada (figura 265).

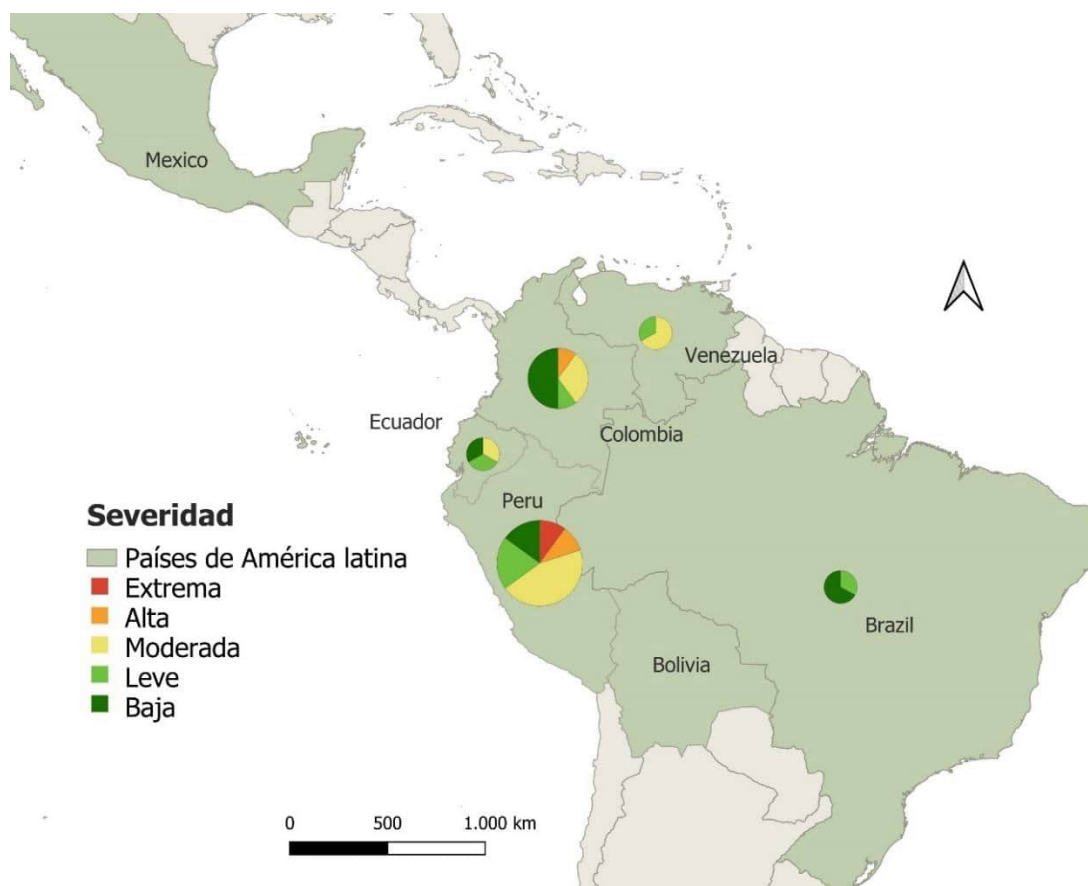


Figura 265. Severidad del mazorquero (*Carmentis* spp.) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la enfermedad, el 38,7% de las respuestas indicaron que aumenta en época de cosecha y el 25,5% en cualquier época del año (figura 266). Estudios realizados en Colombia han demostrado que la plaga aumenta cuando hay frutos en estado de desarrollo avanzado o próximos a cosechar y durante las épocas de máxima precipitación en los cultivos (Carabalí *et al.*, 2018).

En cuanto a la etapa fenológica del cultivo, todas las respuestas indicaron que la plaga aumenta en etapa de fructificación (figura 266). Esto concuerda con el ciclo biológico de *Carmenta foraseminis*, donde se ha documentado que la fase de larva y pupa se desarrollan dentro de los frutos, estando ligado su desarrollo a la etapa fenológica del cultivo (Nakayama, 2023).

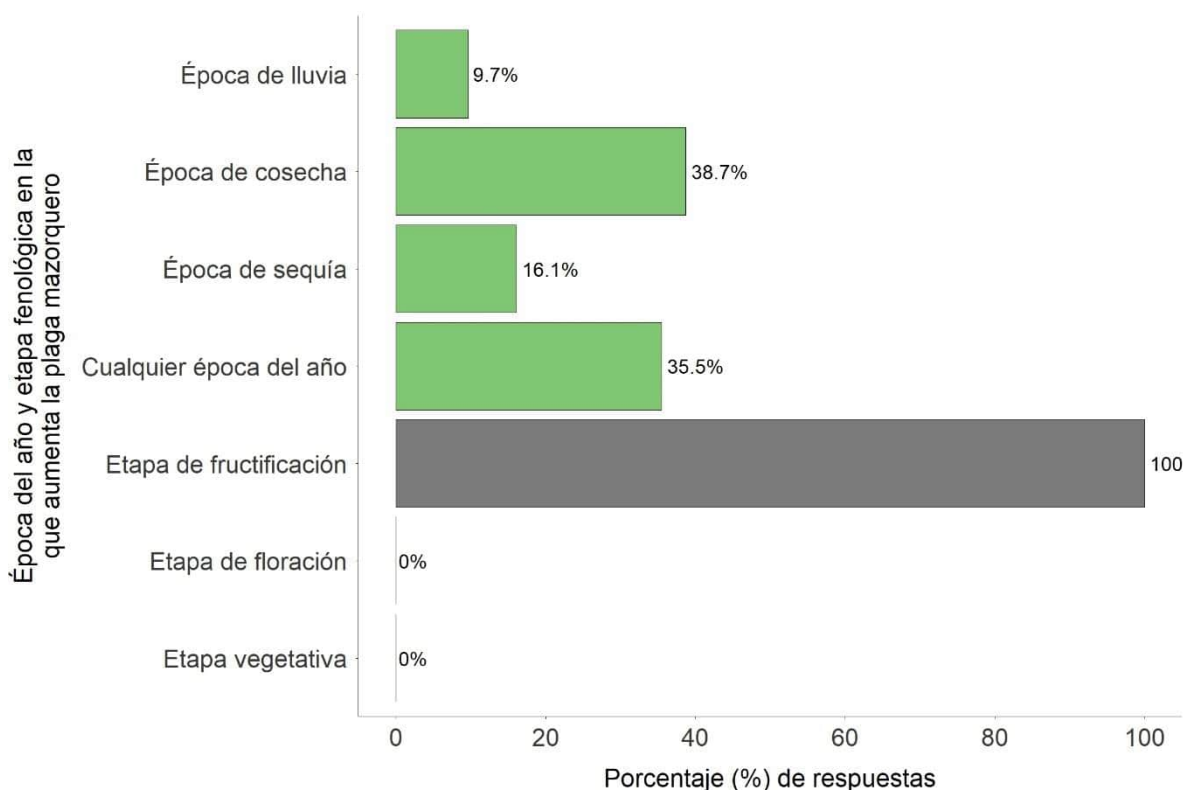


Figura 266. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta del mazorquero un total de 72 especialistas, de los cuales 42 respondieron que sí han trabajado en el control de la plaga. De estos especialistas, más del 90% indicaron que utilizan el control cultural y el control genético para disminuir la incidencia de la enfermedad en el cultivo. En cuanto al control biológico y químico, más de la mitad de los especialistas (54%) indicaron que no los utilizan para el control de la enfermedad (figura 267).

Estos resultados concuerdan con lo reportado en la literatura, donde el control cultural, biológico y genético son la base del manejo integrado (Mora & Fiallos, 2012; Cubillos, 2013; Cubillos *et al.*, 2019). Pese a la importancia del control biológico, estos resultados reflejan la falta de difusión y asequibilidad de los agentes de biocontrol, lo que posiblemente limita su aplicación en el cultivo.

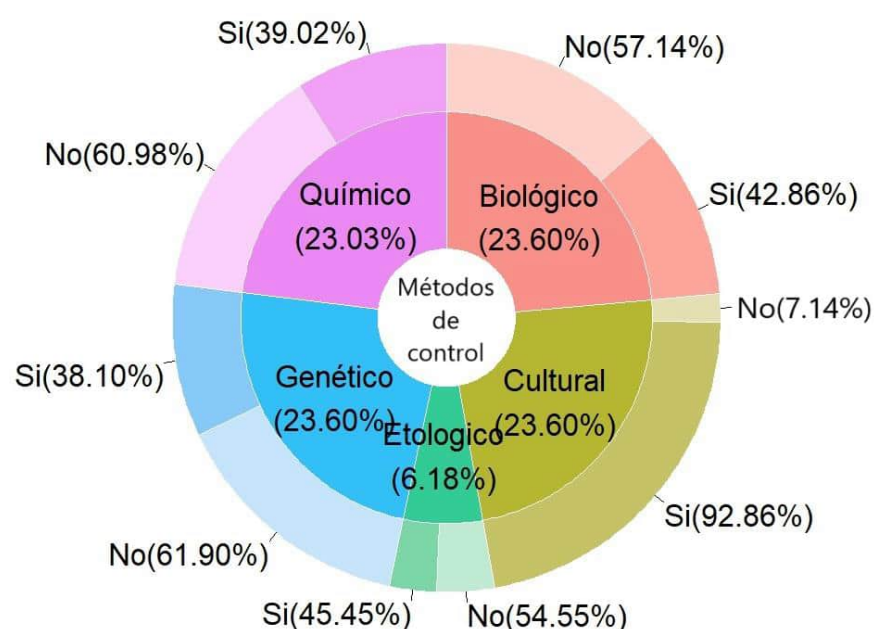


Figura 267. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina para el control de la plaga del mazorquero (*Carmenta* spp.).

Control cultural

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas culturales utilizadas para el control del mazorquero, más del 70% de los especialistas consideraron como muy recomendable las prácticas cosecha de frutos maduros, remoción de frutos afectados y manejo de residuos de los frutos afectados (figura 268). La eliminación manual del insecto en sus diferentes estadios y la solarización de frutos afectados fueron considerados como muy recomendables por el 50% de los especialistas. Las podas (poda preventiva o de mantenimiento y poda de especies forestales y de sombra) fueron consideradas por un mayor número de especialistas como recomendables. El control de malezas y el embolsado de frutos sanos obtuvo porcentajes de respuesta altos para todas las categorías, sin embargo,

el embolsado de frutos fue considerado por un mayor número de especialistas como no recomendable para el control de la plaga (figura 268).

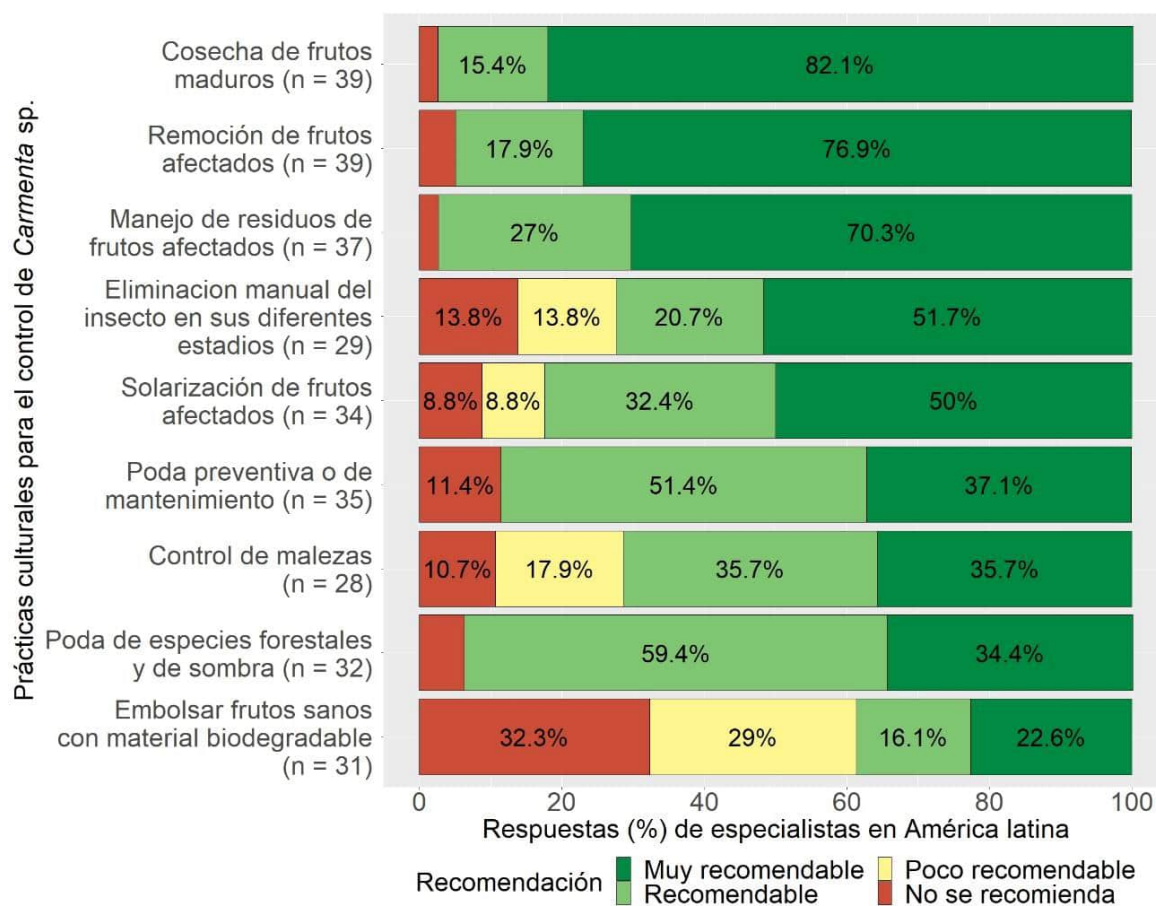


Figura 268. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao.

Estos resultados concuerdan con la información reportada en la literatura donde se menciona que la principal práctica de control es la remoción de frutos afectados y el manejo de residuos de frutos afectados amontonándolos y cubriéndolos con una lona de plástico (Augusto-Bartolomé, 2018; Piundo-Aguilar, 2019; Nakayama, 2023). La cosecha de frutos también es una práctica importante para evitar la sobre maduración de los frutos y disminuir su exposición a posibles insectos, patógenos o vertebrados (Augusto-Bartolomé, 2018; Piundo-Aguilar, 2019). La poda de árboles se considera una actividad complementaria que facilita las prácticas culturales y disminuye las condiciones óptimas del insecto (Augusto-Bartolomé, 2018), por lo que se podía esperar que fueran prácticas menos recomendadas que aquellas que intervienen directamente con la disminución de las poblaciones.

II. Efectividad

Las mayoría de prácticas culturales fueron catalogadas como muy efectivas por más del 50% de los especialistas, entre estas la remoción de frutos afectados y el manejo de los residuos de frutos afectados fueron consideradas por más del 90% de los especialistas como de efectividad alta (figura 269). La poda de especies forestales y de sombra, el embolsado de frutos sanos y el control de malezas fue considerado por el 38 al 53% de los especialistas como medianamente efectivos (figura 269).

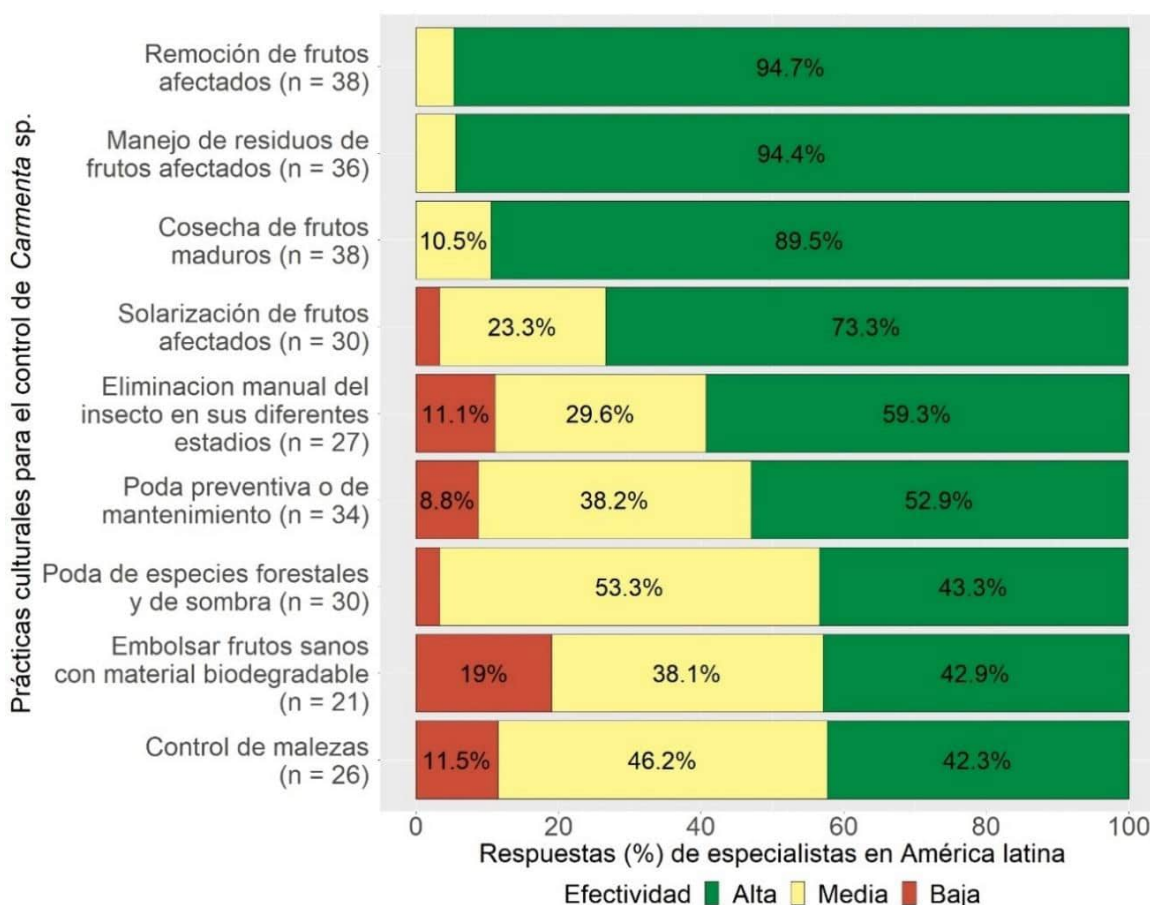


Figura 269. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao.

Estos resultados concuerdan con la literatura, donde se menciona que la remoción de frutos afectados, el manejo de residuos y la cosecha de frutos son las practicas más efectivas dentro del control cultural ya que intervienen directamente en el control de las poblaciones del insecto. En cuanto a la efectividad del embolsado de frutos sanos, es una práctica que se ha comprobado tienen notable efectividad, sin embargo, es una

práctica costosa lo que limita su aplicación. Se utiliza principalmente para proteger frutos destinados a la producción de semillas o patrones (Augusto-Bartolomé, 2018).

III. Costo

La mayoría de prácticas culturales fueron catalogadas como económicas por más del 45% de los especialistas, entre estas el manejo de los residuos de frutos afectados, la eliminación manual del insecto y la cosecha de frutos maduros fueron consideradas por más del 55% de los especialistas como económicas (figura 270). La poda preventiva o de mantenimiento fue considerada por los especialistas como económica y medianamente costosa en las mismas proporciones. El control de malezas y la poda de especies forestales y de sombra fueron catalogadas por un mayor número de especialistas como medianamente costosa. El embolsado de frutos por el contrario se catalogó como muy costoso por el 50% de los especialistas (figura 270).

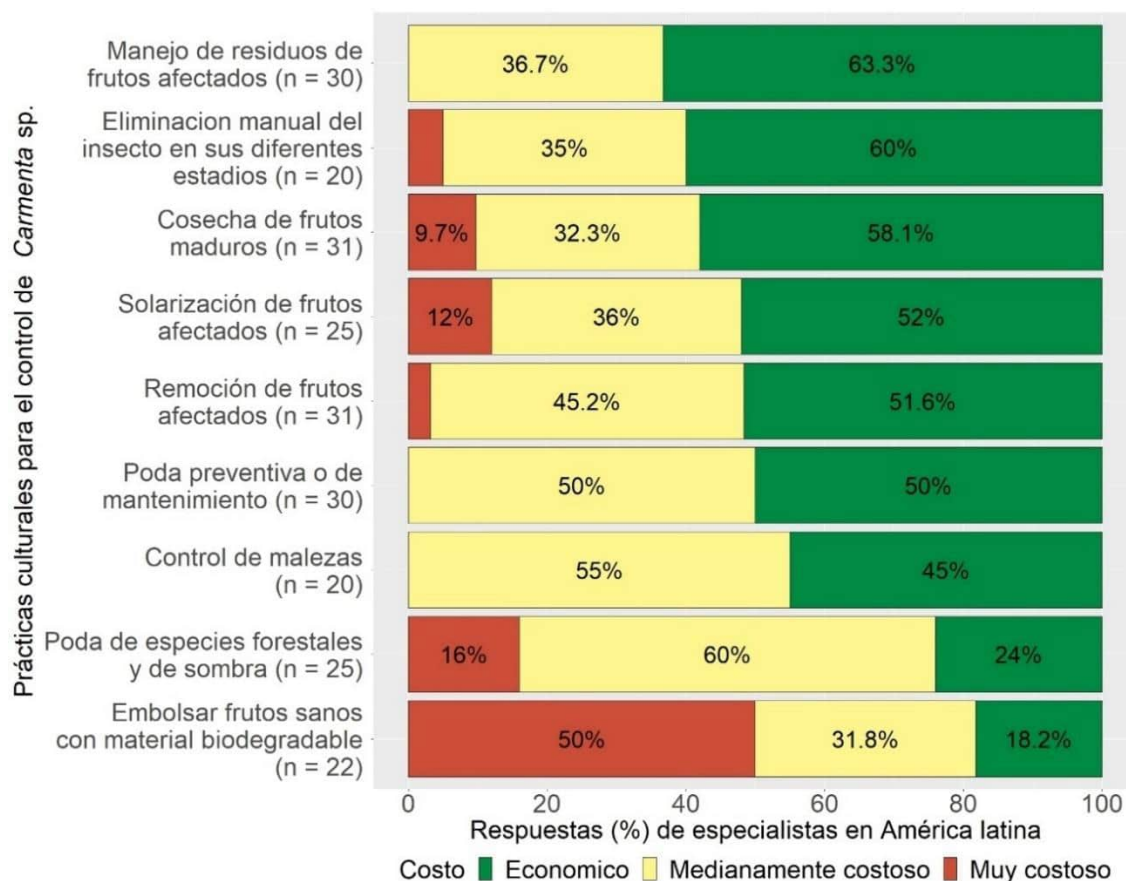


Figura 270. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenita* spp.) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

Con respecto a la asequibilidad de las prácticas, la mayoría fueron consideradas como muy asequibles en proporciones mayores al 40% (figura 271), dentro de estas la remoción de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros fueron consideradas como asequibles para los productos por un mayor número de especialistas. Las prácticas embolsado de frutos sanos con material biodegradable y la poda de especies forestales y de sombra fueron catalogadas como medianamente asequibles por el 35 y el 62% de los especialistas respectivamente (figura 271).

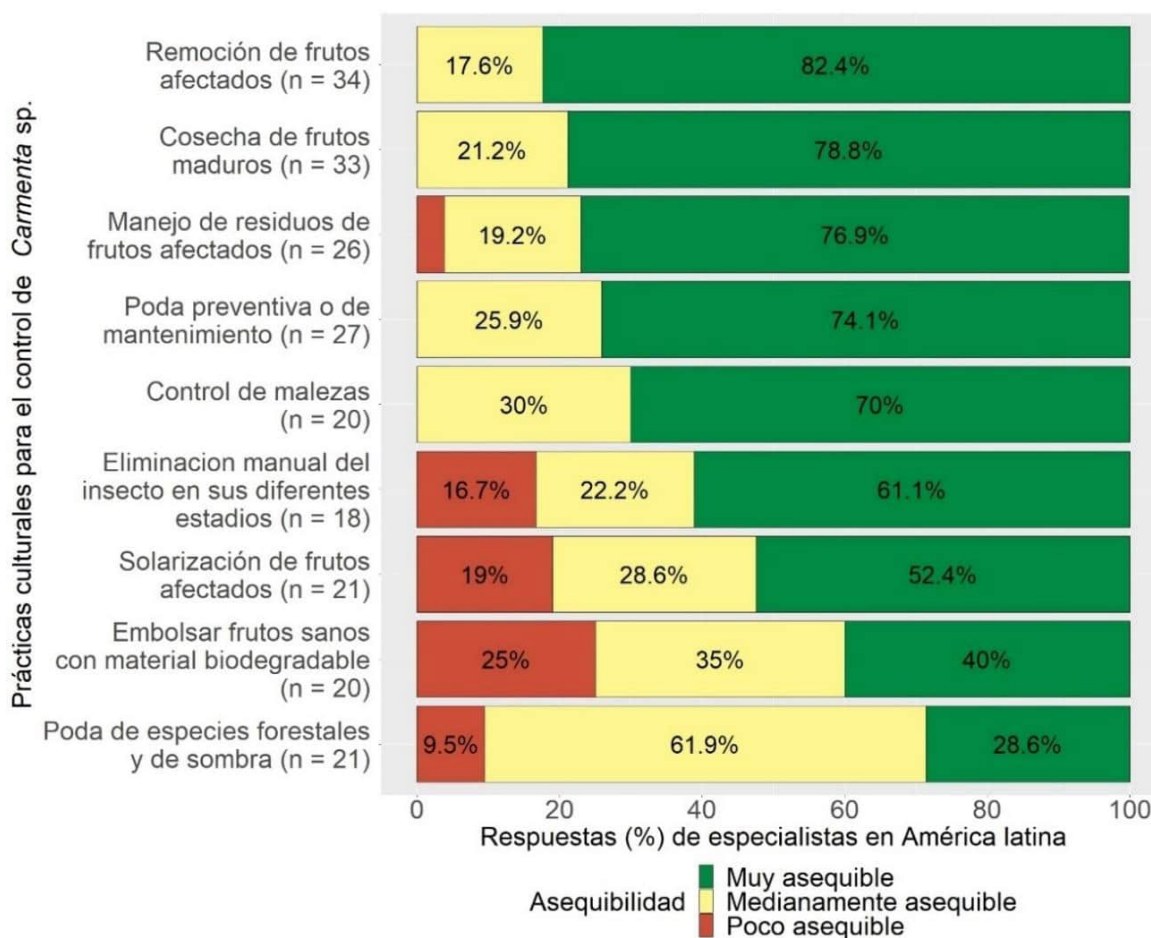


Figura 271. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

Según la percepción de los especialistas, la difusión de las prácticas culturales: control de malezas, poda preventiva o de mantenimiento y cosecha de frutos maduros fue considerada de difusión alta por más del 50% de los especialistas, indicando que son prácticas utilizadas por la mayoría de los productores (figura 272). El resto de las prácticas se consideraron de difusión media a excepción del embolsado de frutos sanos donde aproximadamente el 60% de los encuestados la consideraron de difusión baja (figura 272).

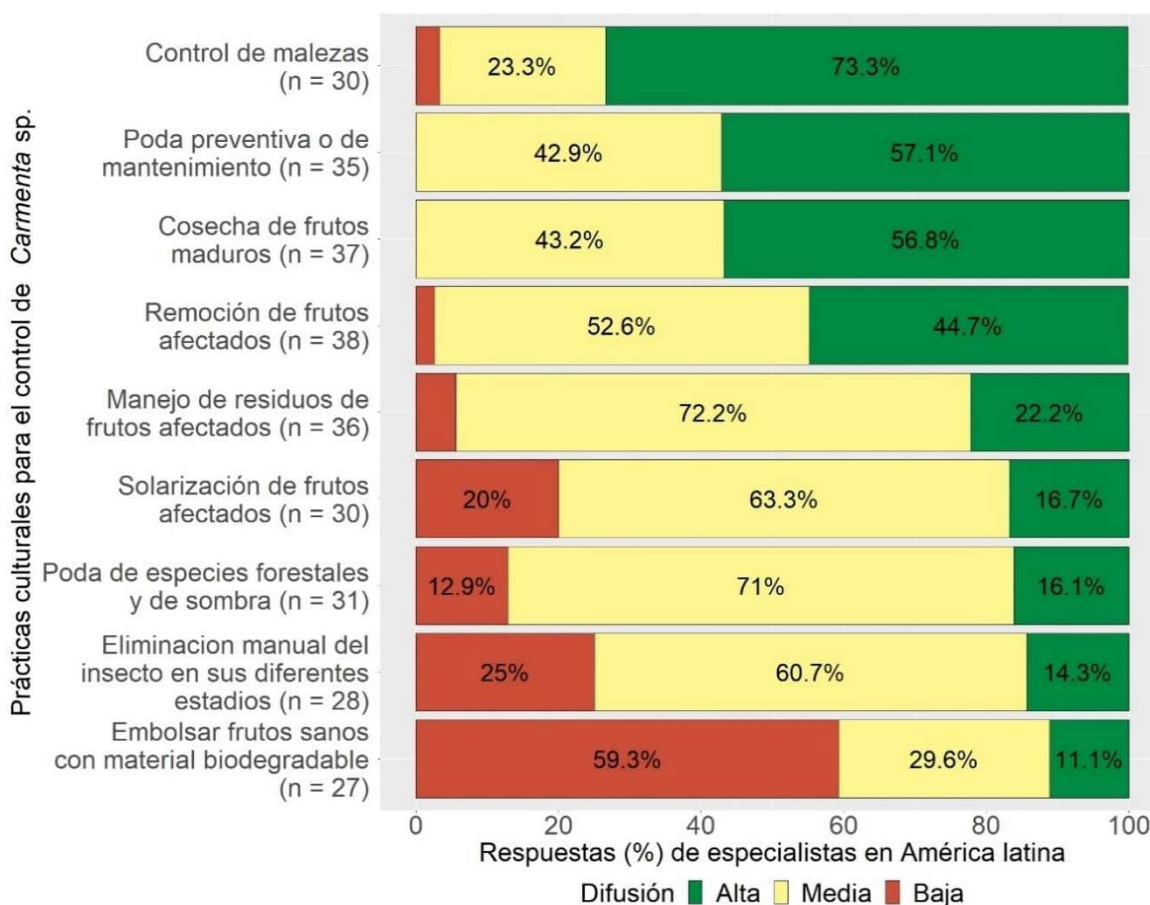


Figura 272. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

La mayoría de las prácticas culturales (eliminación manual del insecto, solarización de frutos afectados, manejo de residuos de frutos afectados, cosecha de frutos maduros y remoción de frutos afectados) fueron consideradas de aplicación semanal o quincenal por la mayoría de los especialistas (figura 273). El embolsado de frutos sanos también obtuvo respuestas dentro de estas dos categorías, sin embargo, el 41% de los especialistas consideran que no se utiliza para el control de la plaga. La poda preventiva o de mantenimiento, el control de malezas y la poda de especies forestales se debe realizar con una frecuencia semestral a anual (figura 273).

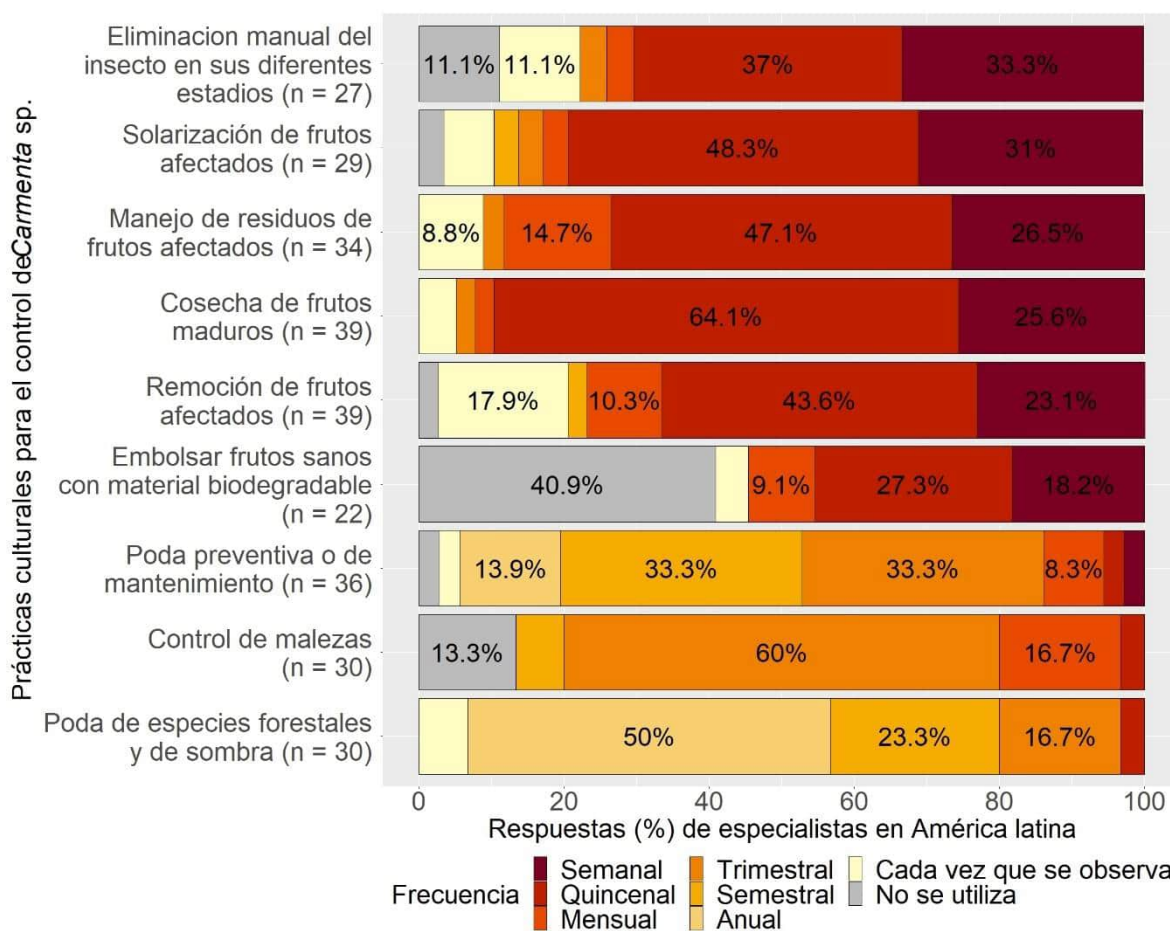


Figura 273. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenita* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas de efectividad alta y económicas. Las prácticas con mayor número de respuestas correlacionadas en esta categoría fueron la cosecha de frutos maduros, la remoción de frutos afectados y la solarización de frutos afectados (figura 274).

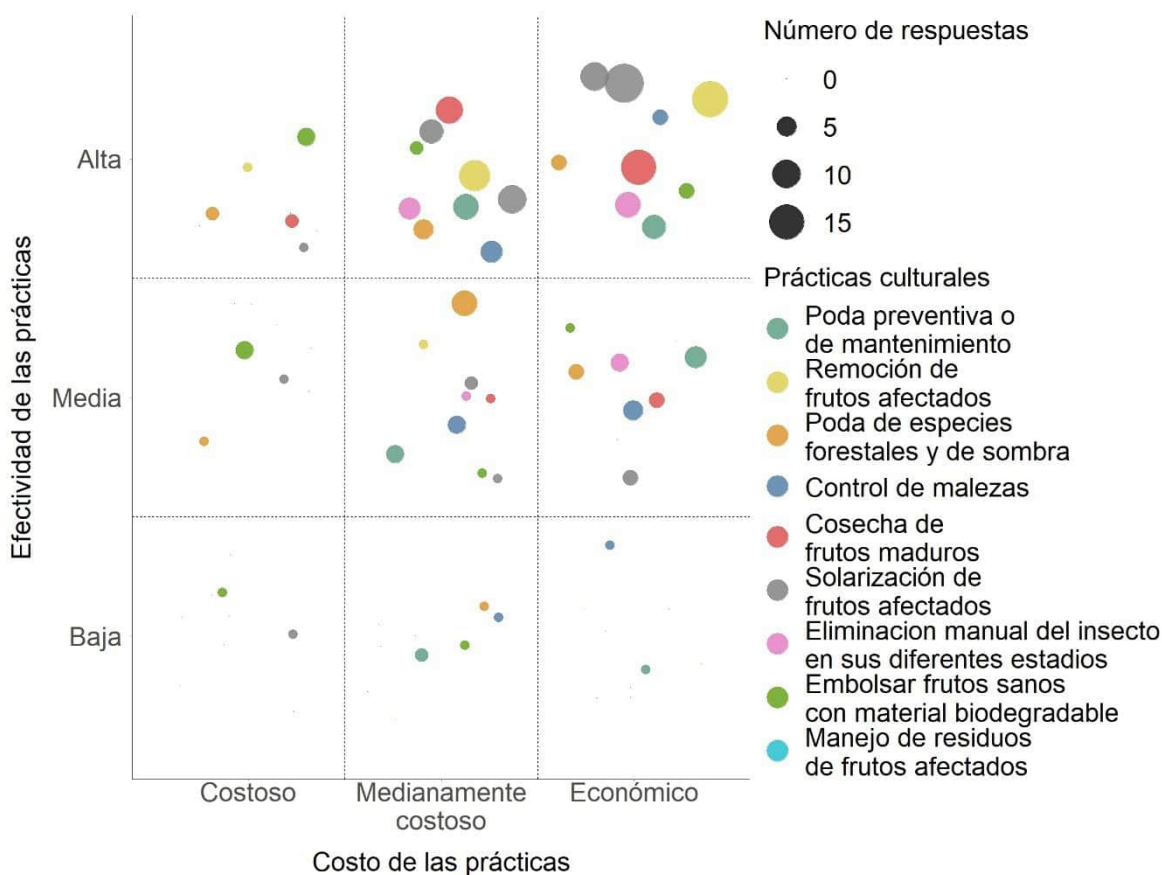


Figura 274. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales mostraron una tendencia hacia prácticas muy asequibles y efectivas para el control del mazorquero del cacao. (figura 275). Las prácticas con mayor número de respuestas correlacionadas en esta categoría fueron la cosecha de frutos maduros, la remoción de frutos afectados y la solarización de frutos afectados (figura 275).

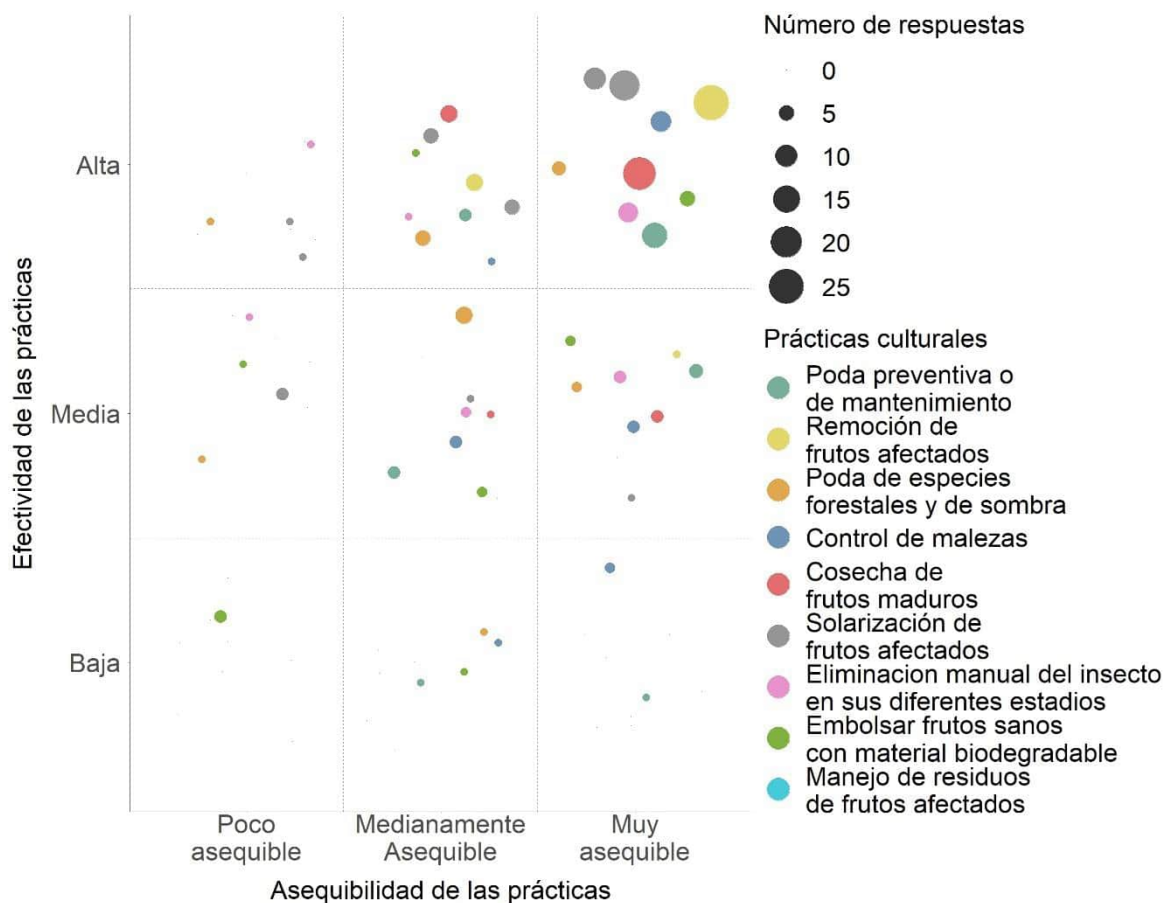


Figura 275. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales muestra que las prácticas consideradas como más efectivas tienen una difusión media a alta (figura 276). La práctica solarización de frutos afectados se correlacionó con un mayor número de respuestas con una efectividad alta y difusión media y la cosecha de frutos maduros con una efectividad alta y difusión alta (figura 276).

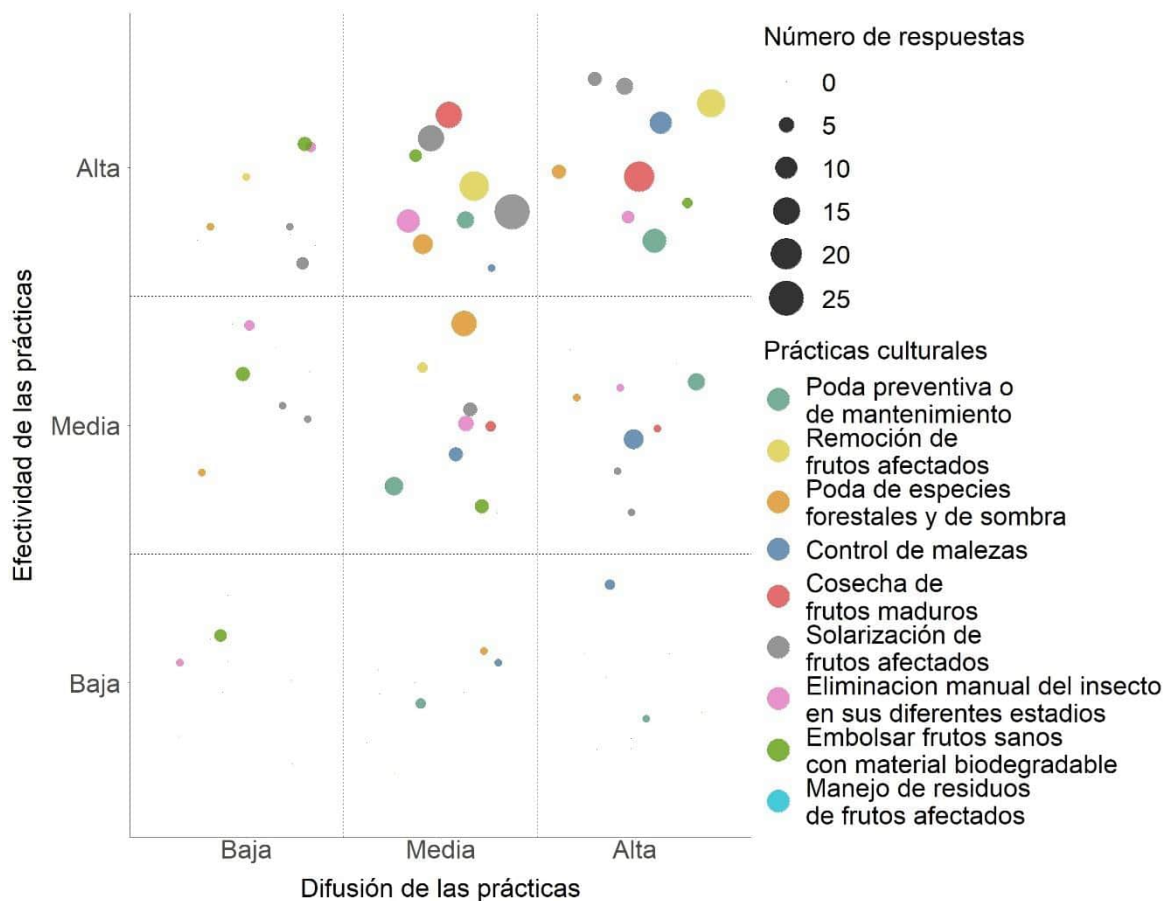


Figura 276. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

Control biológico

I. Recomendación

De los agentes de control biológico encuestados, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Trichogramma* sp. (Hymenoptera) fueron recomendadas y muy recomendadas por los especialistas para el control del mazorquero (figura 277). El género *Paecilomyces* y el controlador biológico *Polistes* sp. (Hymenoptera) difirieron las respuestas con un 33 y 50% de especialistas que no los recomiendan y un 66 y 50% que los recomiendan (figura 277).

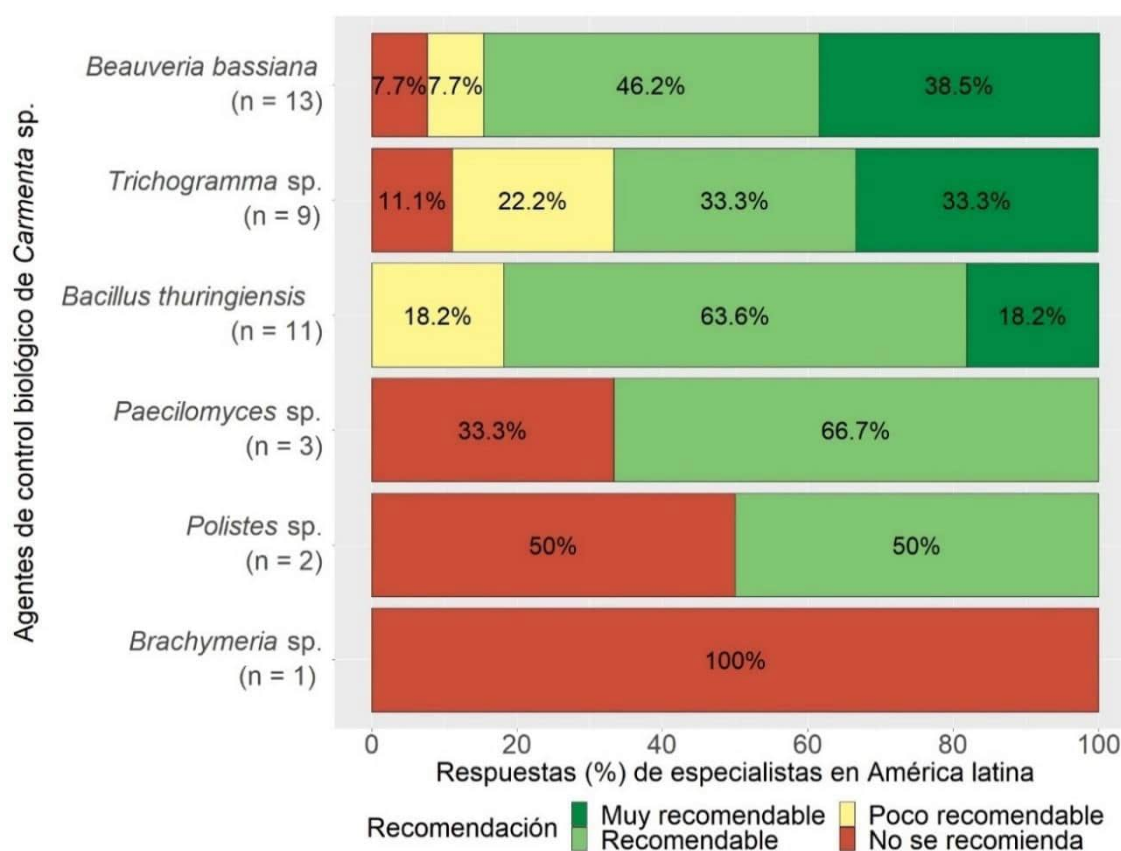


Figura 277. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

El uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas es una práctica de gran interés ya que permite la propagación de estos hongos en las poblaciones de insectos. Los hongos entomopatógenos presentan mecanismos de invasión únicos que permiten ingresar a la cutícula del insecto actuando como agentes de control en forma

similar a los insecticidas de contacto (Figuroa *et al.*, 2013). Aunque se conocen aproximadamente 100 géneros de hongos entomopatógenos, entre los más importantes se encuentran: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Paecilomyces*, entre otros (Figuroa *et al.*, 2013). García y Montilla (2010) recomiendan como parasitoides de huevos los géneros *Trichogramma* y *Telenomus* (Hymenoptera) y para las pupas recomiendan a *Brachymeria* (Chalcididae).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad de los agentes de control biológico, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* fueron considerados de efectividad alta y media por proporciones similares de especialistas (figura 278). Los especialistas consideraron la efectividad de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera) dentro de las tres categorías encuestadas. *Polistes* sp. (Hymenoptera) y *Brachymeria* sp. fue considerada de efectividad media por un solo especialista (figura 278).

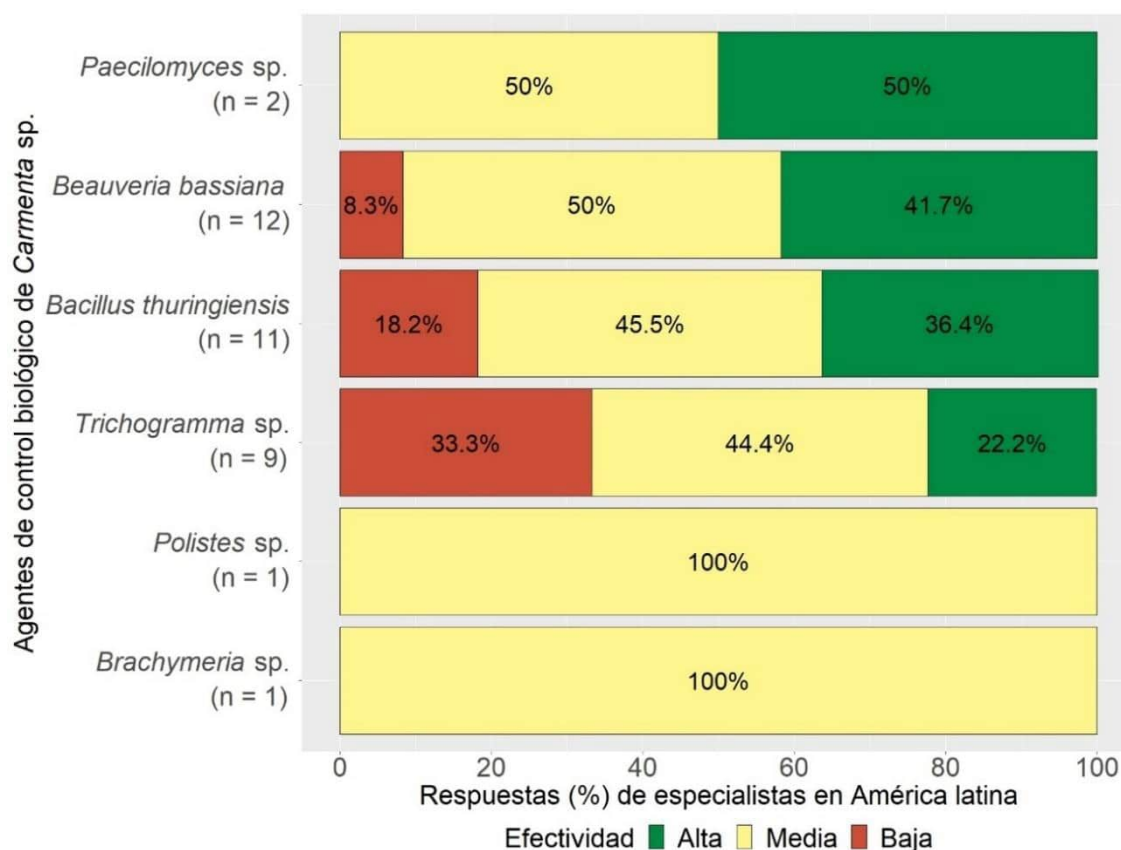


Figura 278. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga del mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

III. Costo

En cuanto al costo de los agentes biológicos, *Trichogramma* sp., *B. thuringiensis* y *B. bassiana* fueron consideradas por la mayoría de los especialistas como medianamente costosas (figura 279). *Paecilomyces* sp. obtuvo una única respuesta que la considero como muy costosa. *Polistes* sp. (Hymenoptera) y *Brachymeria* sp. no obtuvieron respuestas (figura 279).

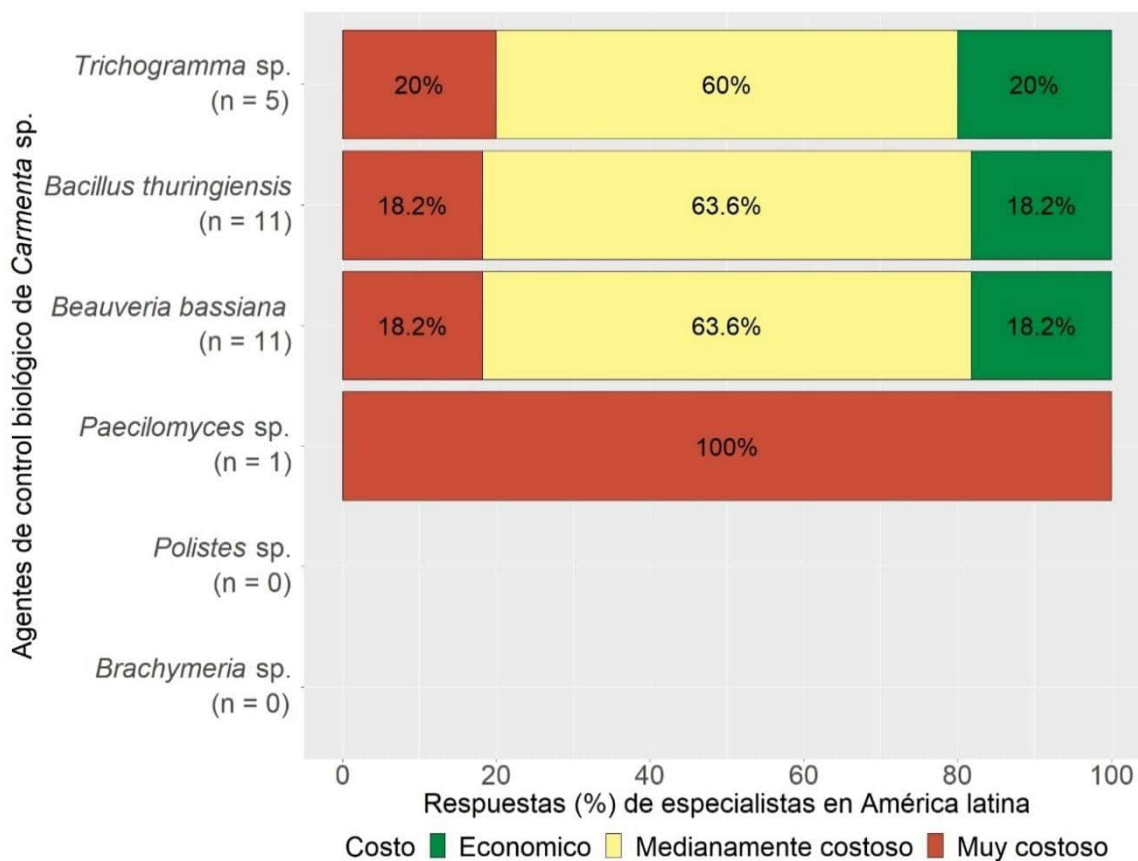


Figura 279. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la facilidad de adquirir estos agentes de control biológico, los especialistas indicaron que *B. bassiana* y *B. thuringiensis* son medianamente asequibles para los productores (figura 280). Los controladores biológicos (*Trichogramma* sp. y *Polistes* sp.) fueron considerados como poco asequibles por el 50 y 100% de los especialistas (figura 280).

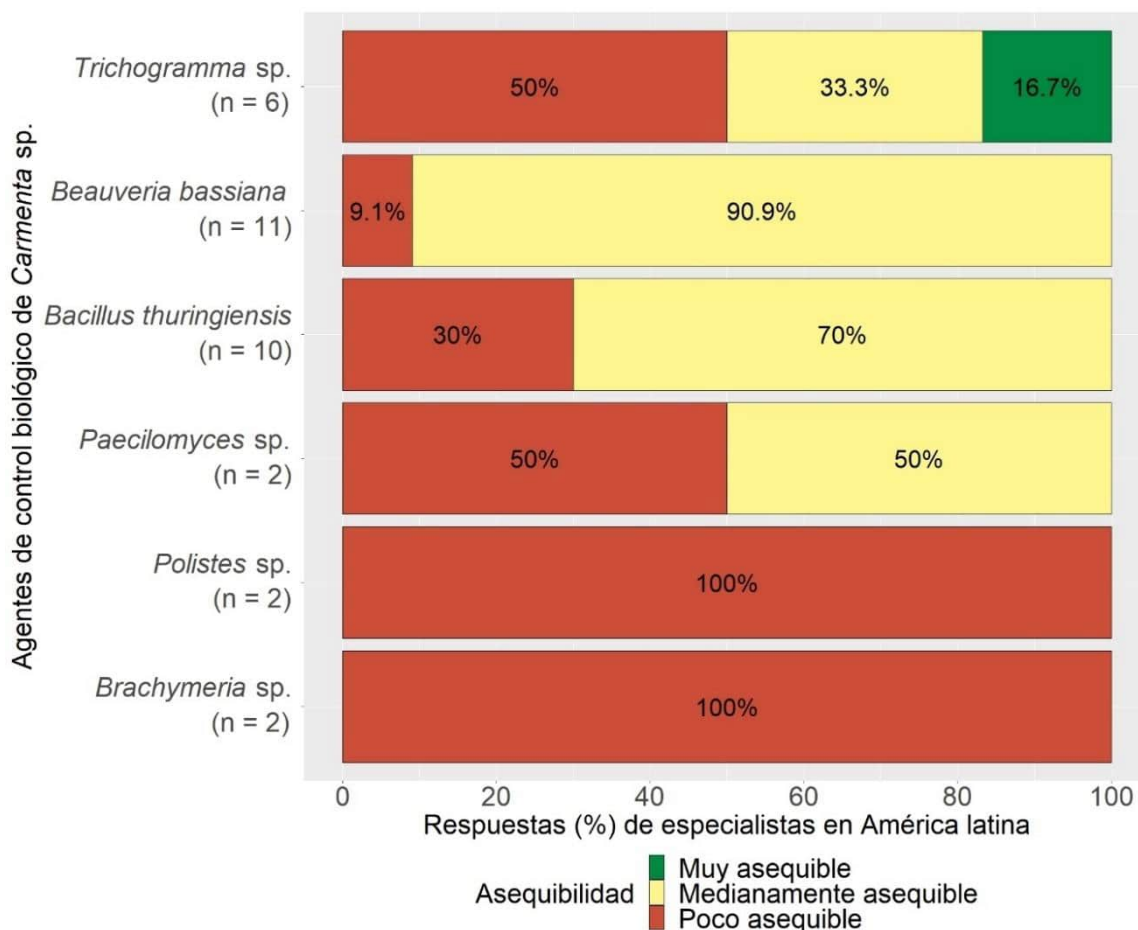


Figura 280. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los agentes de control biológico, *Trichogramma* sp. fue considerado por el mismo número de especialistas como de difusión media y baja (figura 281). Los hongos antagonistas *B. thuringiensis*, *B. bassiana* fueron considerados de efectividad media por más del 70% de los especialistas. Los himenopteros *Polistes* sp. y *Brachymeria* sp. fueron considerados por todos los especialistas como de difusión baja, indicando que no son utilizados por los productores (figura 281).

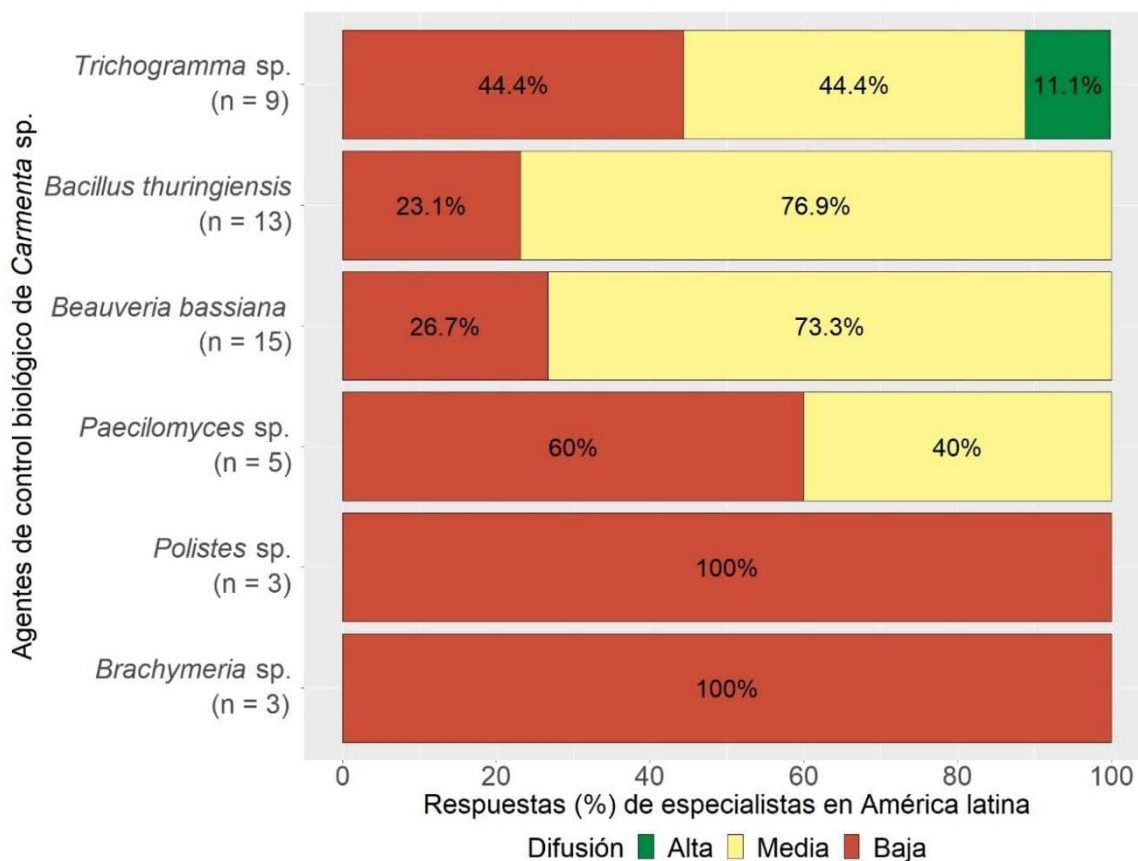


Figura 281. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

La frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico *Trichogramma* sp. (Hymenoptera), *B. thuringiensis* y *B. bassiana* fue considerada por un mayor número de especialistas de aplicación mensual en el cultivo. El 80% de los especialistas consideraron que las especies *Paecilomyces* sp., *Polistes* sp. y *Brachymeria* sp. deben aplicarse cada vez que se observa la enfermedad (figura 282).

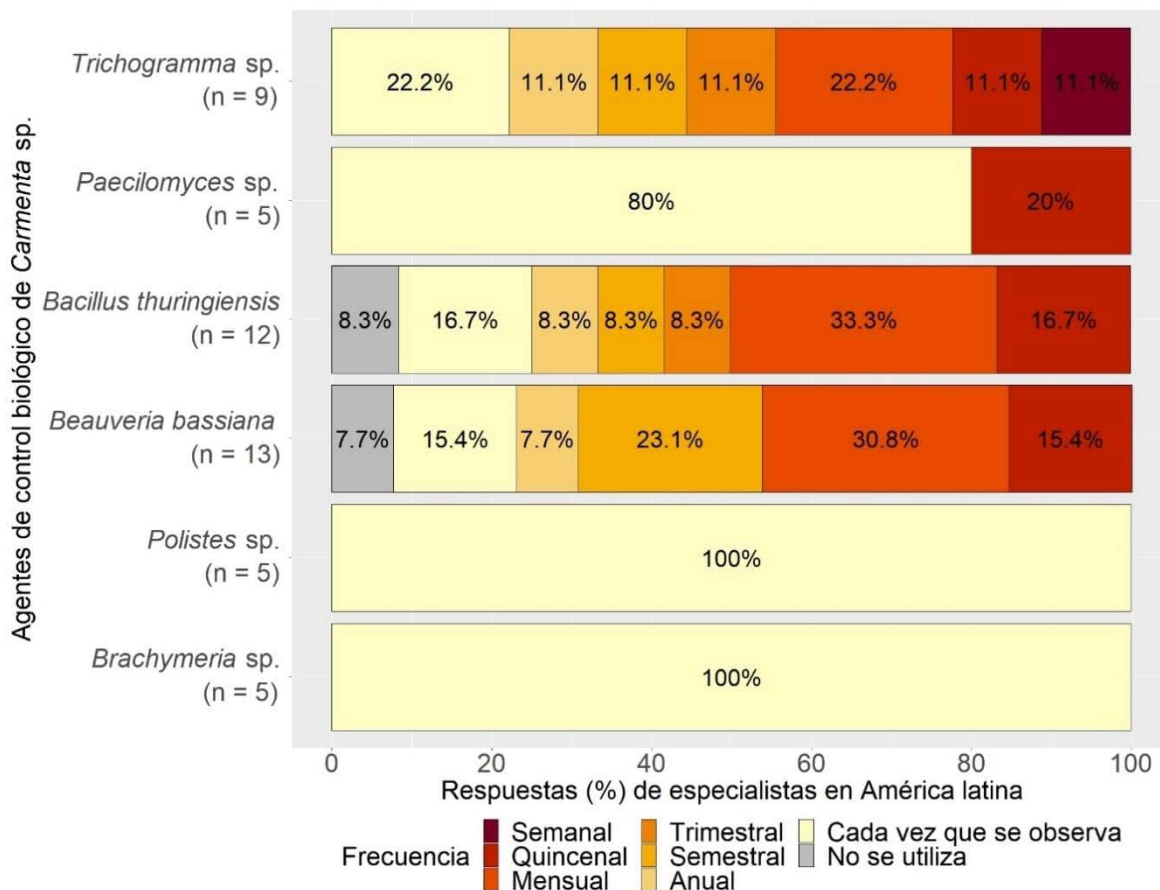


Figura 282. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo indicaron que agentes de control biológico más efectivos tienden a ser más costosos (figura 283). *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* se correlacionaron con un mayor número de respuestas como de efectividad media y medianamente costoso para los productores (figura 283).

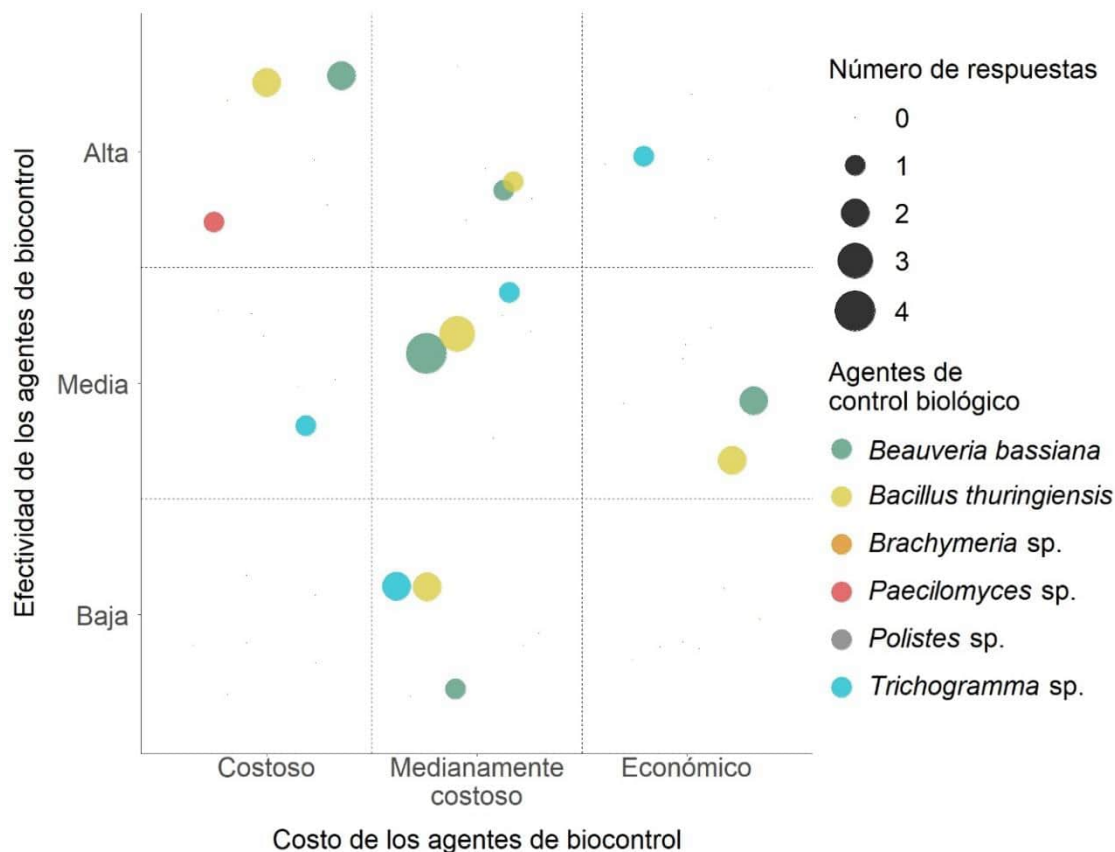


Figura 283. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad indicaron que agentes de control biológico más efectivos tienden a ser medianamente asequibles (figura 284). *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* se correlacionaron con un mayor número de respuestas como de efectividad media y medianamente asequibles para los productores (figura 284).

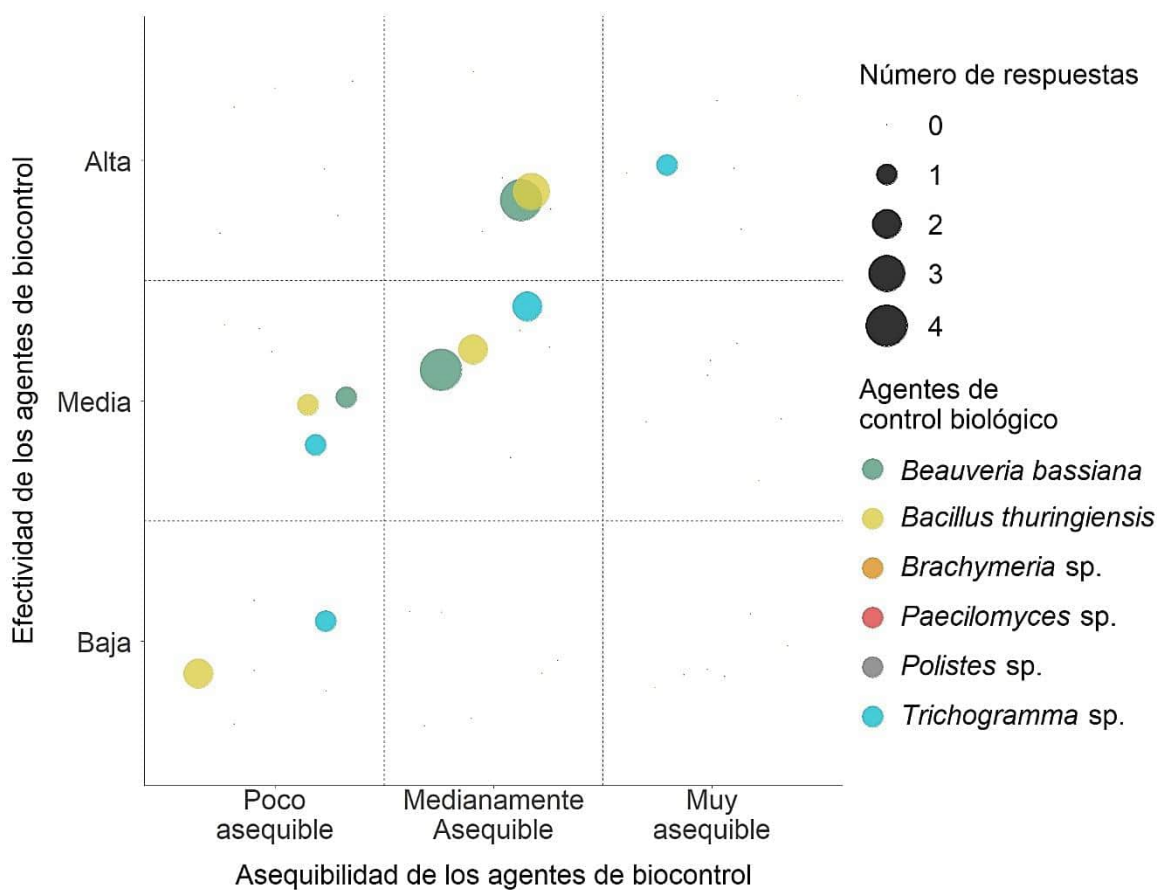


Figura 284. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión indicaron que agentes de control biológico más efectivos tienden a ser medianamente difundidos entre los productos (figura 285). *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* se correlacionaron con aproximadamente el mismo número de respuestas como de efectividad y difusión media y efectividad alta y difusión media (figura 285).

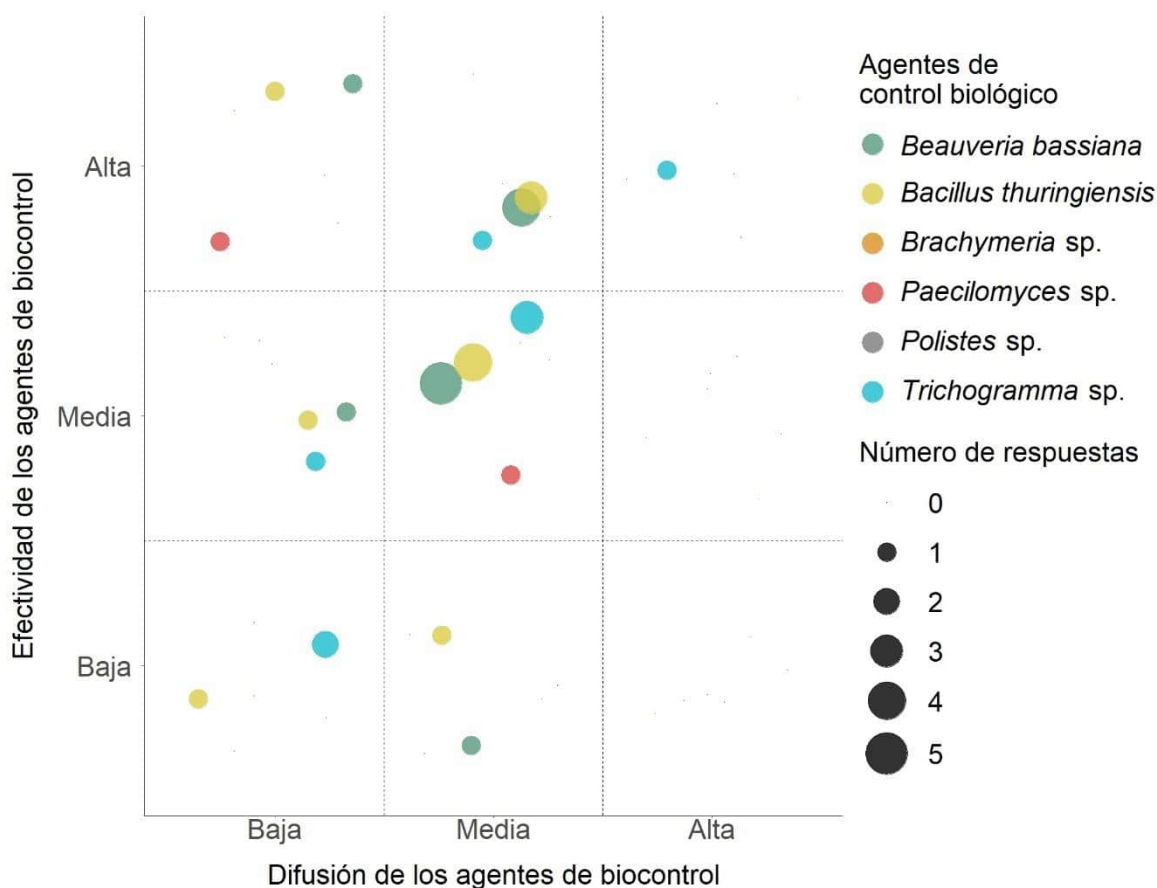


Figura 285. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.

Control químico

I. Recomendación

En cuanto a los productos químicos para el control del mazorquero, el caldo sulfocalcico, la cal, el caldo bordelés, las Deltametrinas y la urea fueron considerados como recomendados por un mayor número de especialistas (figura 286). El Emamectin benzolate + Lufenuron, las Cipermetrinas y los Neonicotinoides fueron catalogados como poco recomendables por la mayoría de los especialistas. Los Chlorpirifos obtuvieron el mismo número de respuestas para las categorías poco recomendable y nada recomendable (figura 286).

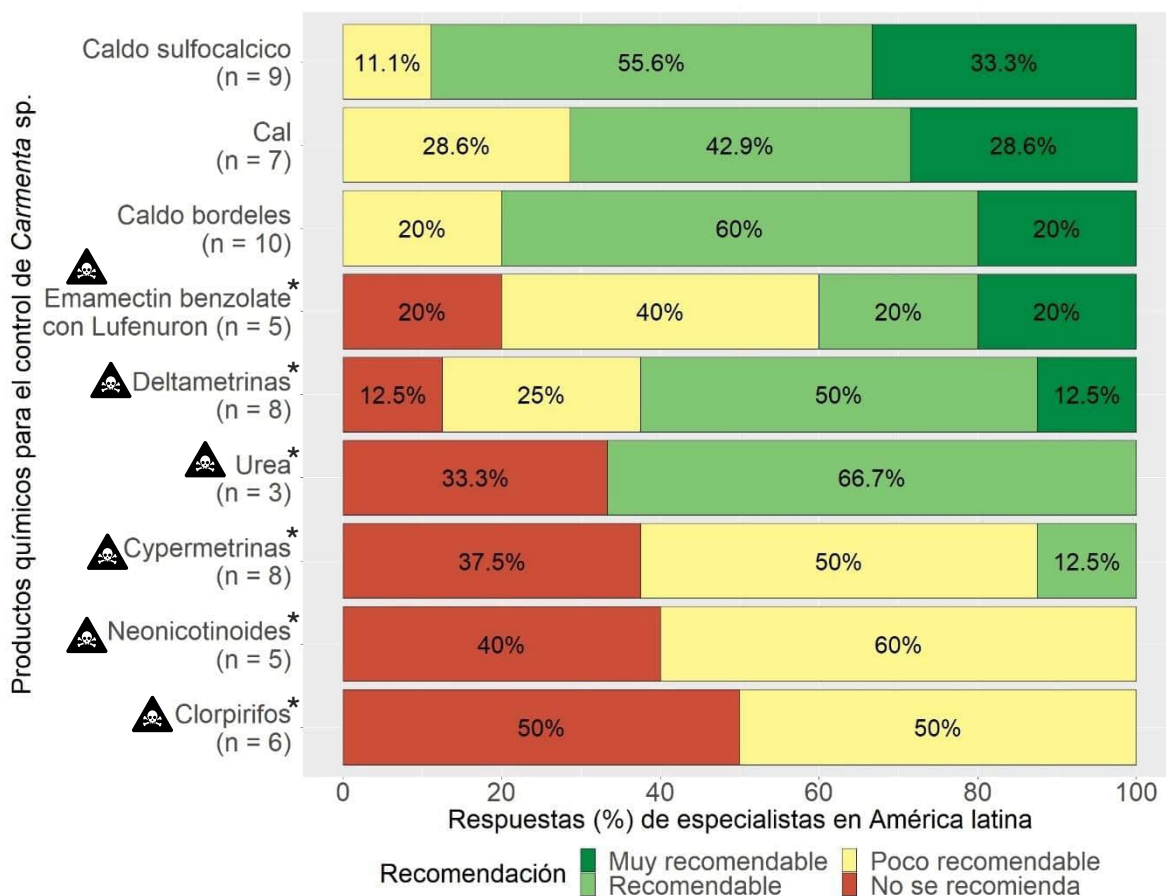


Figura 286. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Aunque diferentes autores mencionan que el control químico es un método práctico para el control de *Carmenta spp.* (Cubillos, 2013; Nakayama, 2023), se debe resaltar la implementación de productos químicos no nocivos ya que el uso de insecticidas tóxicos para controlar los insectos plaga pueden provocar con el tiempo resistencia, además de contaminar el medio ambiente, ser perjudiciales para la salud de los agricultores y disminuir las poblaciones de insectos benéficos (Osmar, 2022).

II. Efectividad

En cuanto a la efectividad, la mayoría de los productos químicos variaron entre una efectividad alta y media con porcentaje de respuesta similares (figura 287). Las Deltametrinas y el caldo bordelés fueron catalogados como medianamente efectivos por más del 65% de los encuestados. Los Clorpirifos y Neonicotinoides fueron considerados por más del 67% como poco efectivos (figura 287).

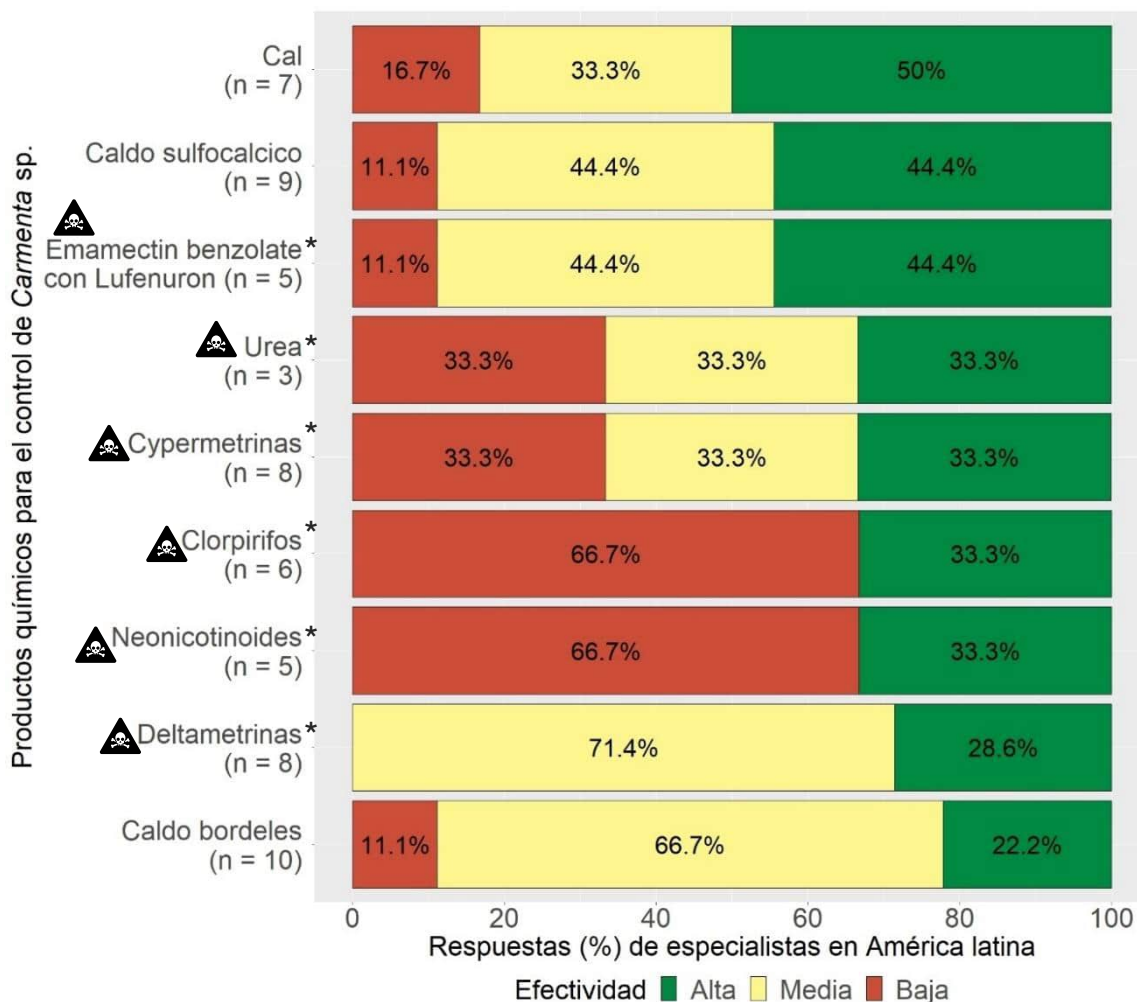


Figura 287. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

III. Costo

En cuanto al costo de los productos químicos, el caldo bordelés, la cal y el caldo sulfocálcico fueron los únicos productos considerados económicos por más del 85% de los encuestados (figura 288). La urea fue considerada medianamente costosa y el resto de los productos químicos entre medianamente costosos y muy costosos (figura 288).

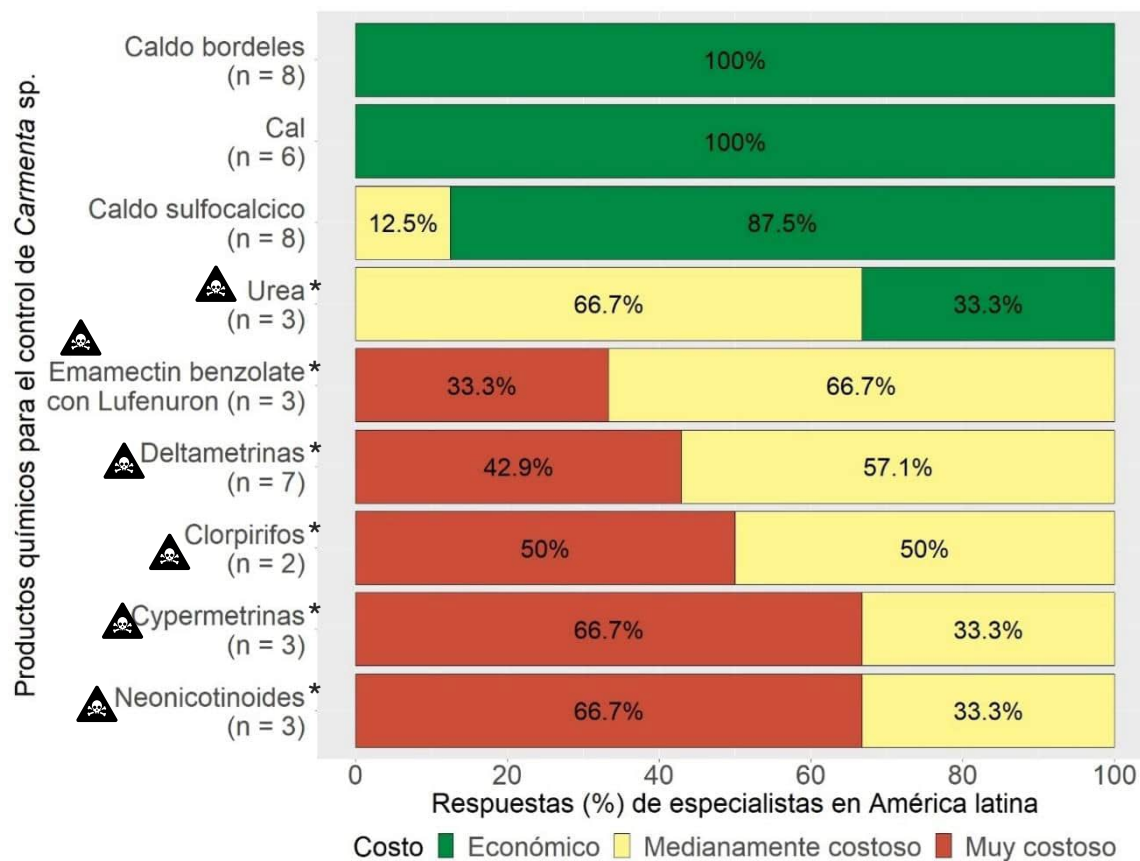


Figura 288. Percepción de los especialistas en América *Latina* sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

IV. Asequibilidad

En cuanto a la asequibilidad, la mayoría de los productos químicos fueron catalogados como muy asequibles por los productores (figura 289). El caldo sulfocálcico fue el único producto considerado por el 56% de los encuestados como medianamente asequible (figura 289).

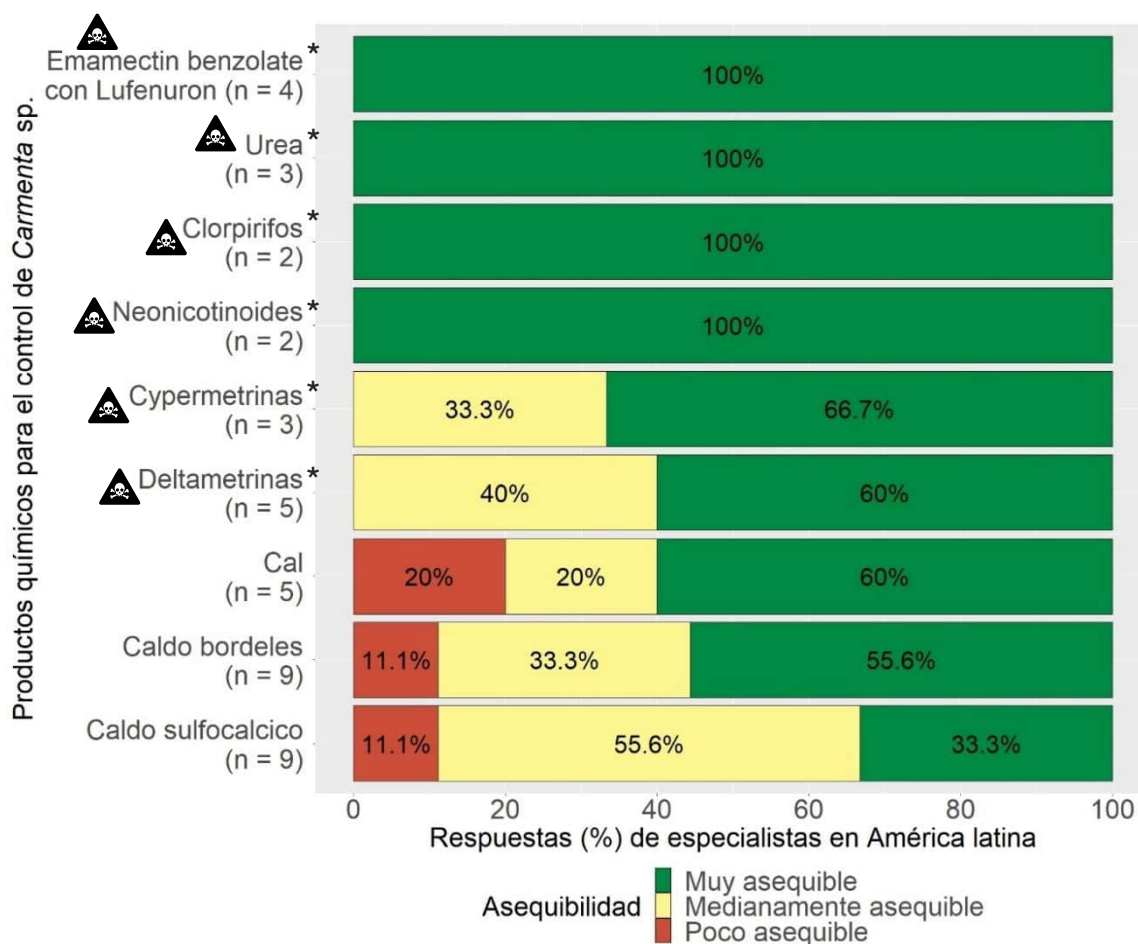


Figura 289. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

V. Difusión

En cuanto a la difusión de los productos químicos, todos fueron considerados por los especialistas como medianamente difundidos entre los productores, lo que significa que son utilizados por una minoría de ellos (figura 290). La cal fue el producto considerado por un mayor número de especialistas de difusión alta (44,4%) y los Neonicotinoides por el 50% de ellos como de difusión baja (figura 290).

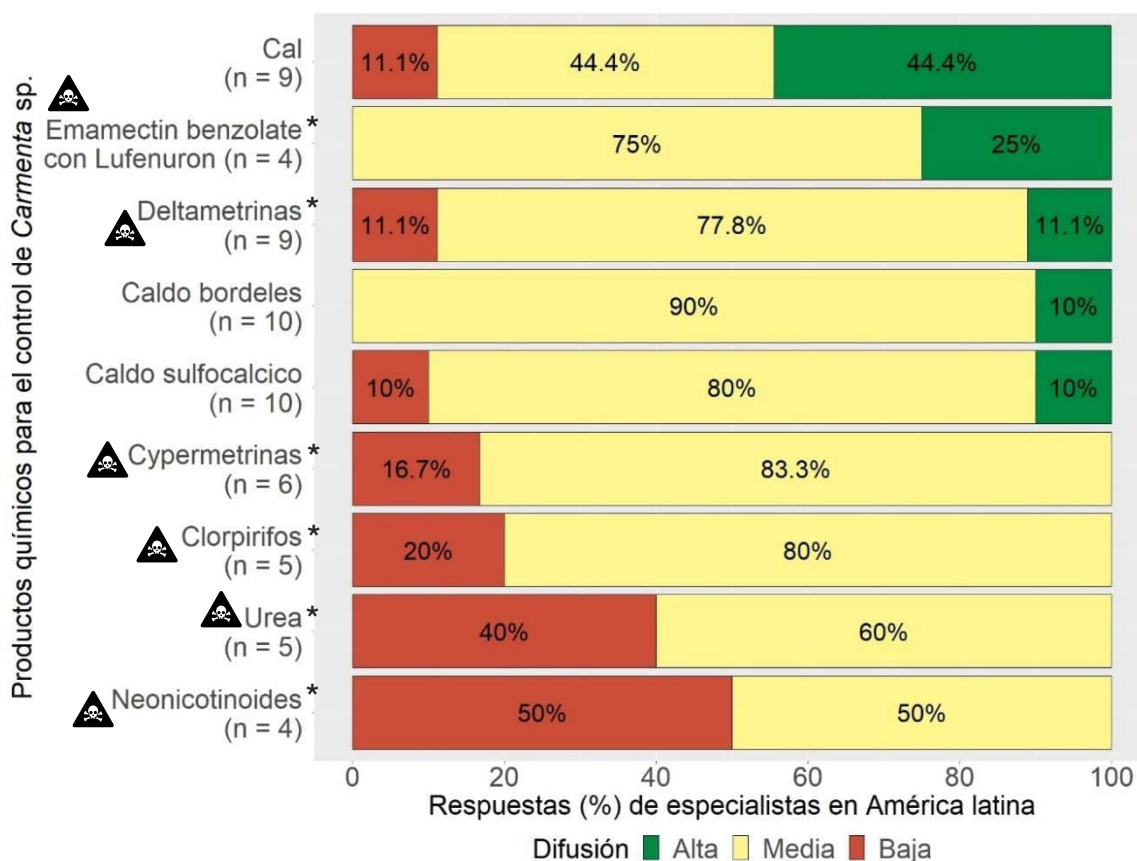


Figura 290. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

VI. Frecuencia de aplicación

En cuanto a la frecuencia de aplicación de los productos químicos, los especialistas indicaron que la urea y la cal agrícola deben aplicarse semanalmente con el 50 y 40% de las respuestas y quincenalmente con el 50 y 40% de las respuestas respectivamente (figura 291). El caldo bordelés y caldo sulfocálcico fueron considerados de aplicación mensual por el 57 y 63% de los especialistas respectivamente. Los otros productos químicos obtuvieron un mayor número de respuestas indicando que se aplican cada vez que se observa la enfermedad o no son utilizados por los productores (figura 291).

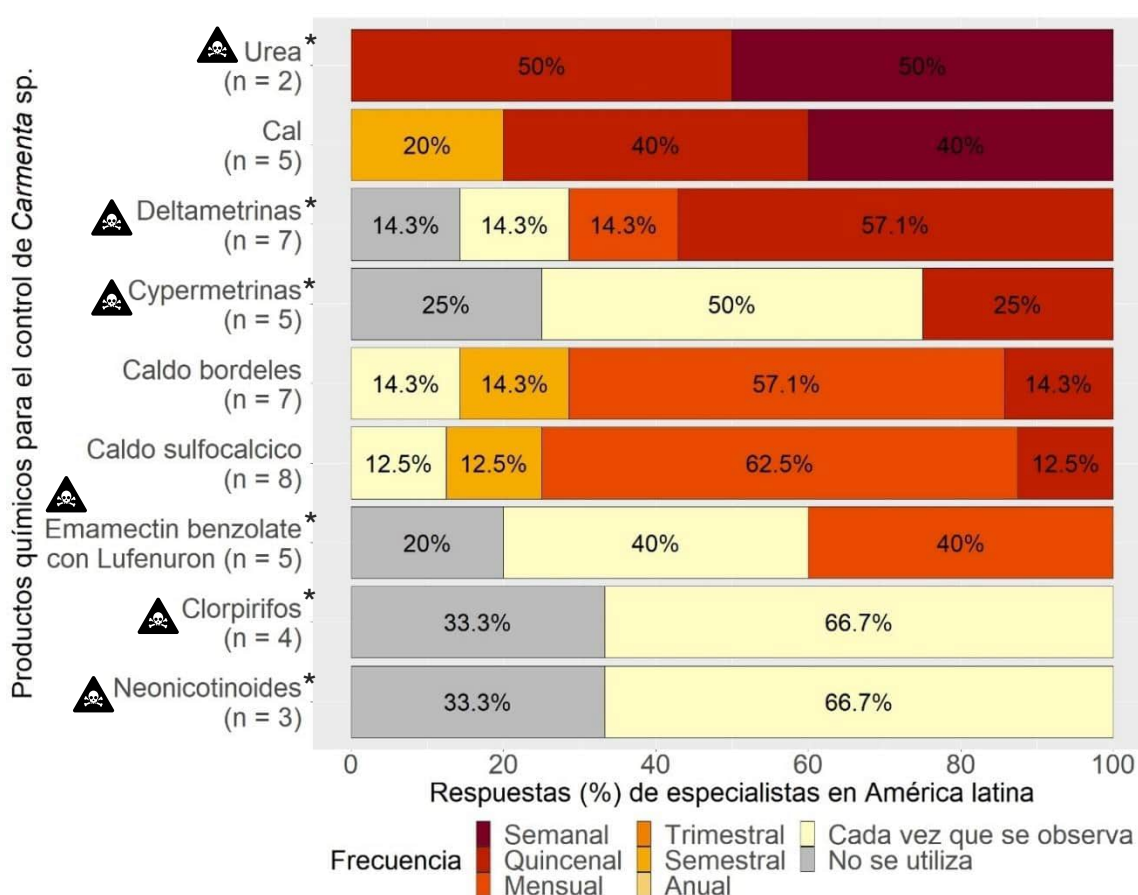


Figura 291. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Gráficas de burbujas

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos indicaron que productos de efectividad media a alta tienden a ser más económicos (figura 292). El caldo sulfocálcico y el caldo bordelés se correlacionaron con un mayor número de respuestas como medianamente efectivos y económicos (figura 292).

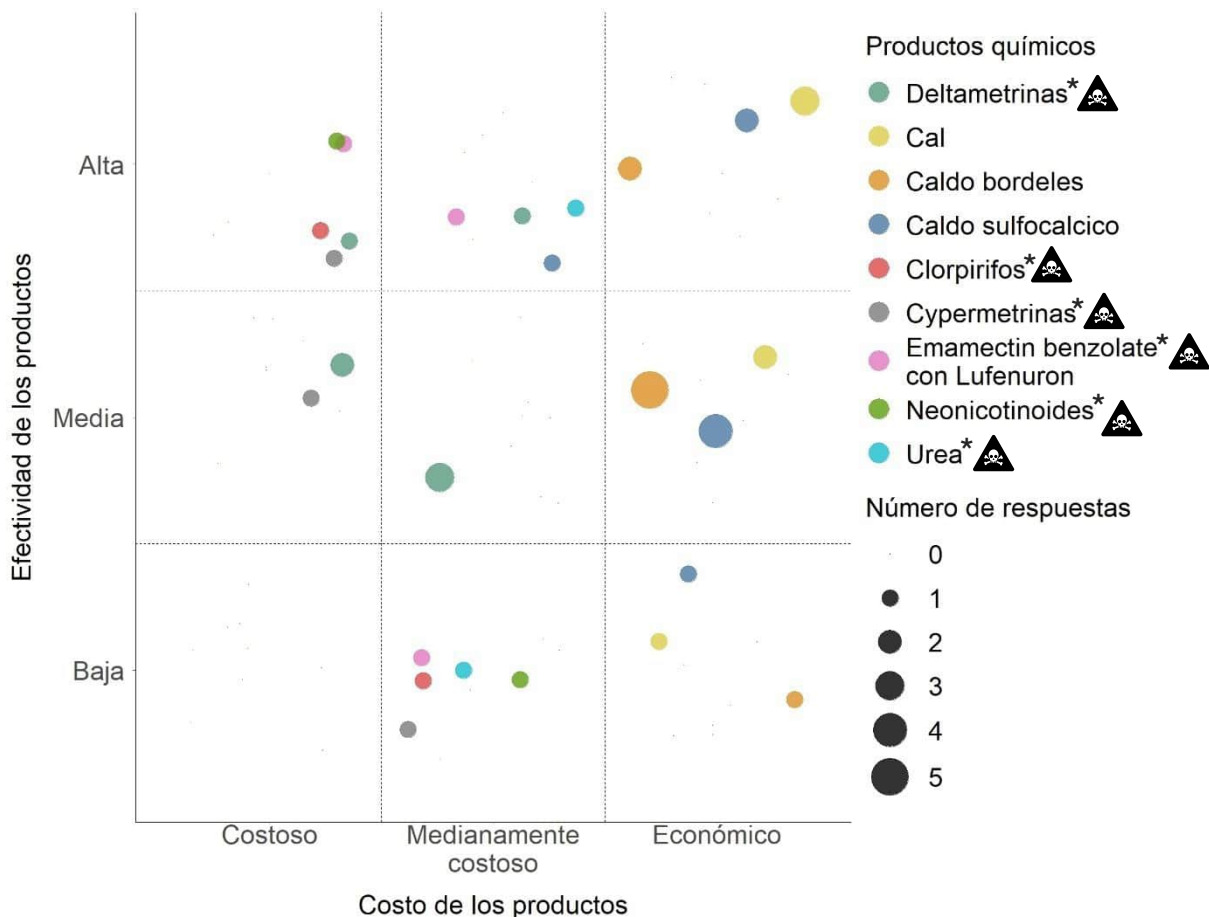


Figura 292. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos mostraron que productos más efectivos tienen a ser más asequibles para los productores. Cabe resaltar que los productos químicos aceptados por la agricultura orgánica tienen a ser de asequibilidad media mientras que los prohibidos o de toxicidad alta tienden a presentar una asequibilidad alta (figura 293). El producto Emamectin benzolate + Lufenuron fue correlacionado con un mayor número de respuestas en la categoría de efectividad alta y asequibilidad alta y el caldo sulfocálcico en la categoría de efectividad media y asequibilidad media (figura 293).

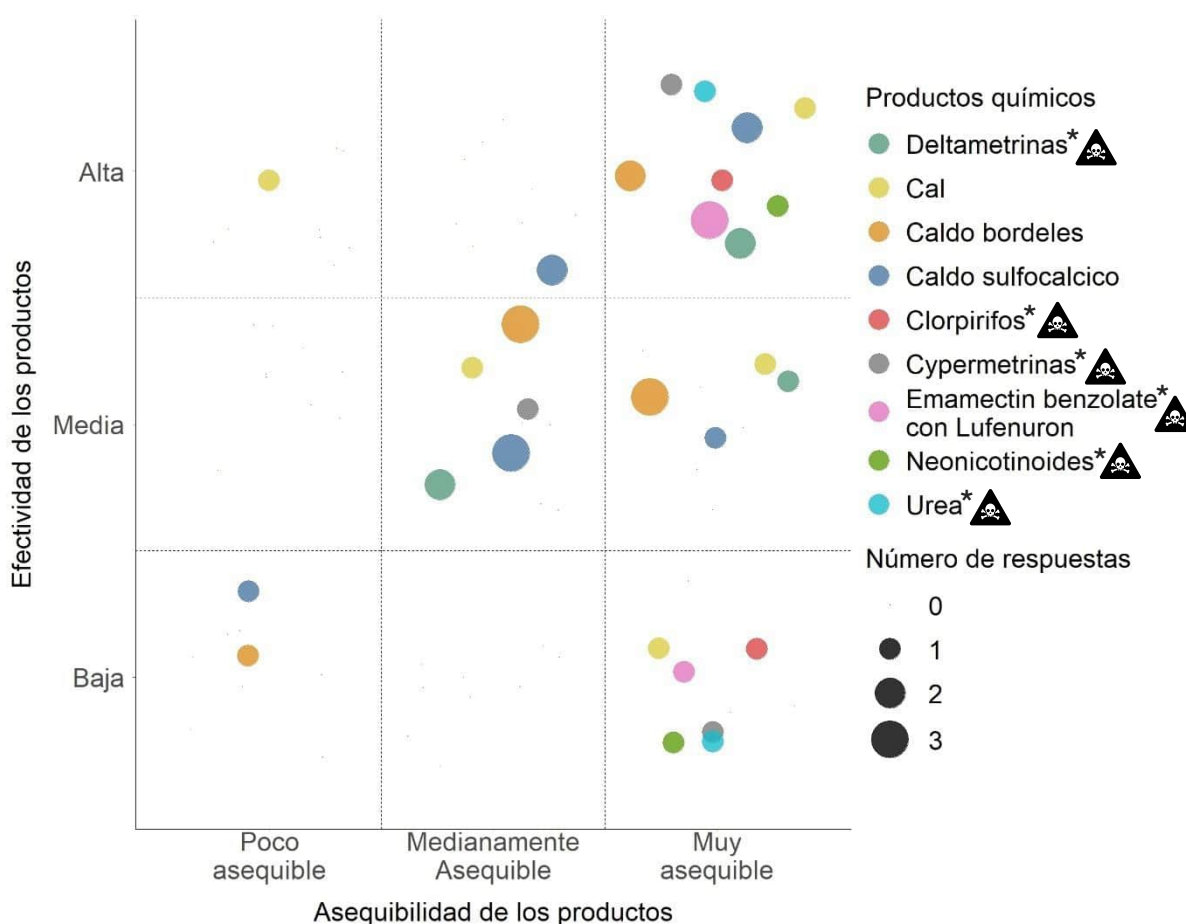


Figura 293. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmentia* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

- La gráfica de burbujas para la correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos mostraron una tendencia hacia productos de efectividad media a alta y medianamente difundidos (utilizados por una minoría de los productores). Las prácticas con un mayor número de respuestas correlacionadas en esta categoría fueron la Deltametrinas, el caldo bordelés y el caldo sulfocálcico (figura 294).

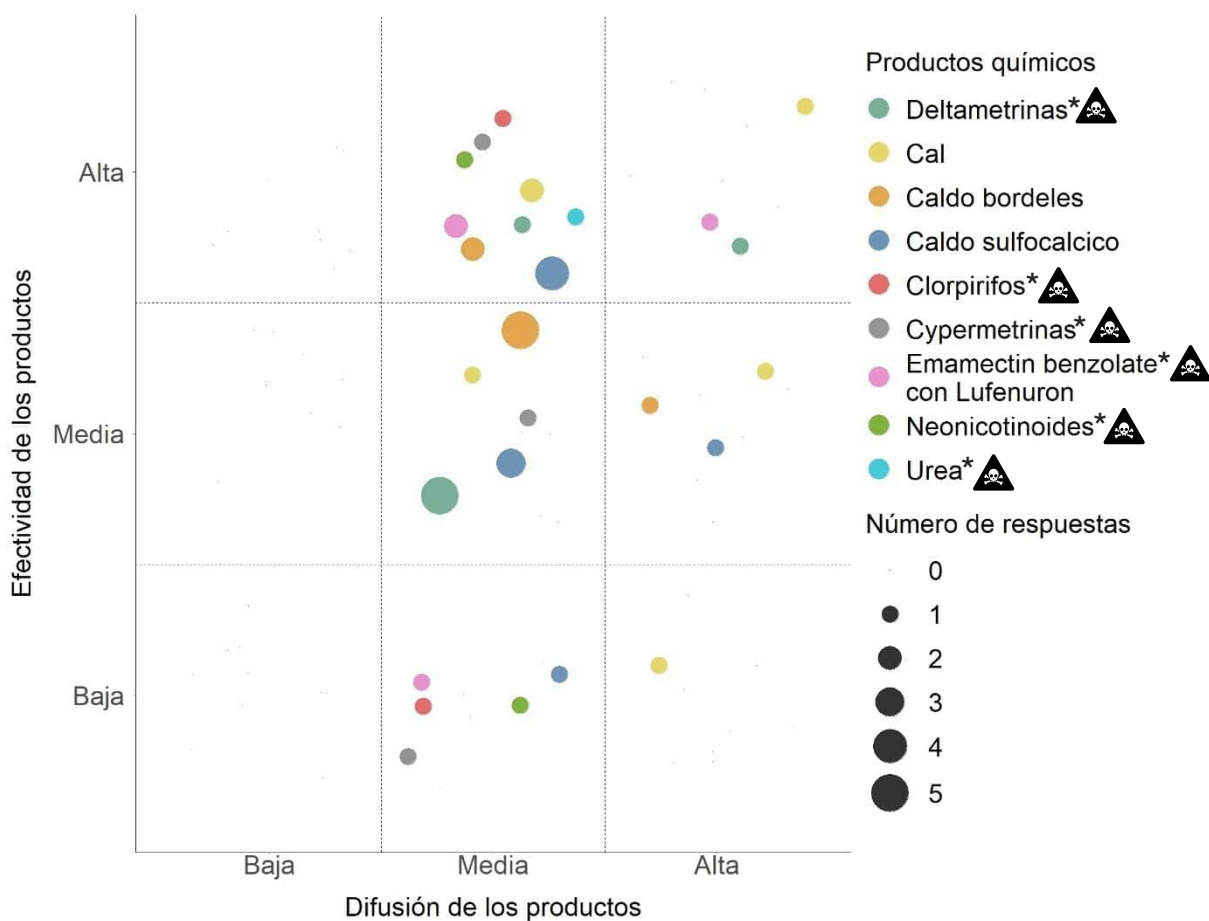


Figura 294. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control etológico

I. Recomendación

En cuanto a las prácticas etológicas para el control del mazorquero, únicamente tres especialistas respondieron las preguntas relacionadas con la recomendación de este tipo de control (figura 295). Los resultados mostraron que las respuestas difirieron entre los especialistas, siendo catalogadas algunas prácticas como muy recomendables por un especialistas y no recomendable por otro (figura 295).

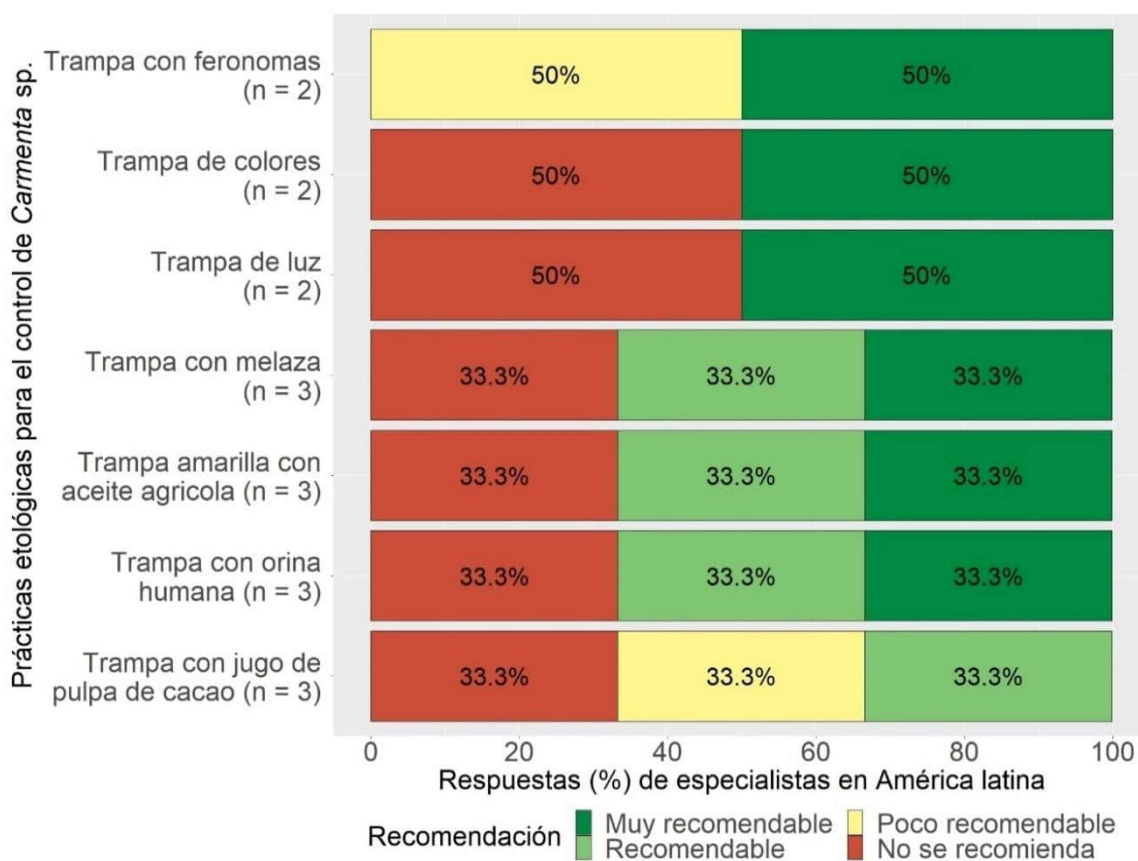


Figura 295. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao.

II. Efectividad

La efectividad de las trampas con feromona fue considerada alta por dos especialistas. El resto de las prácticas etológicas variaron entre una efectividad alta y baja, sin embargo, el número de respuestas fue bajo por lo que no queda claro cuál es la efectividad de estas prácticas en el control del mazorquero (figura 296).

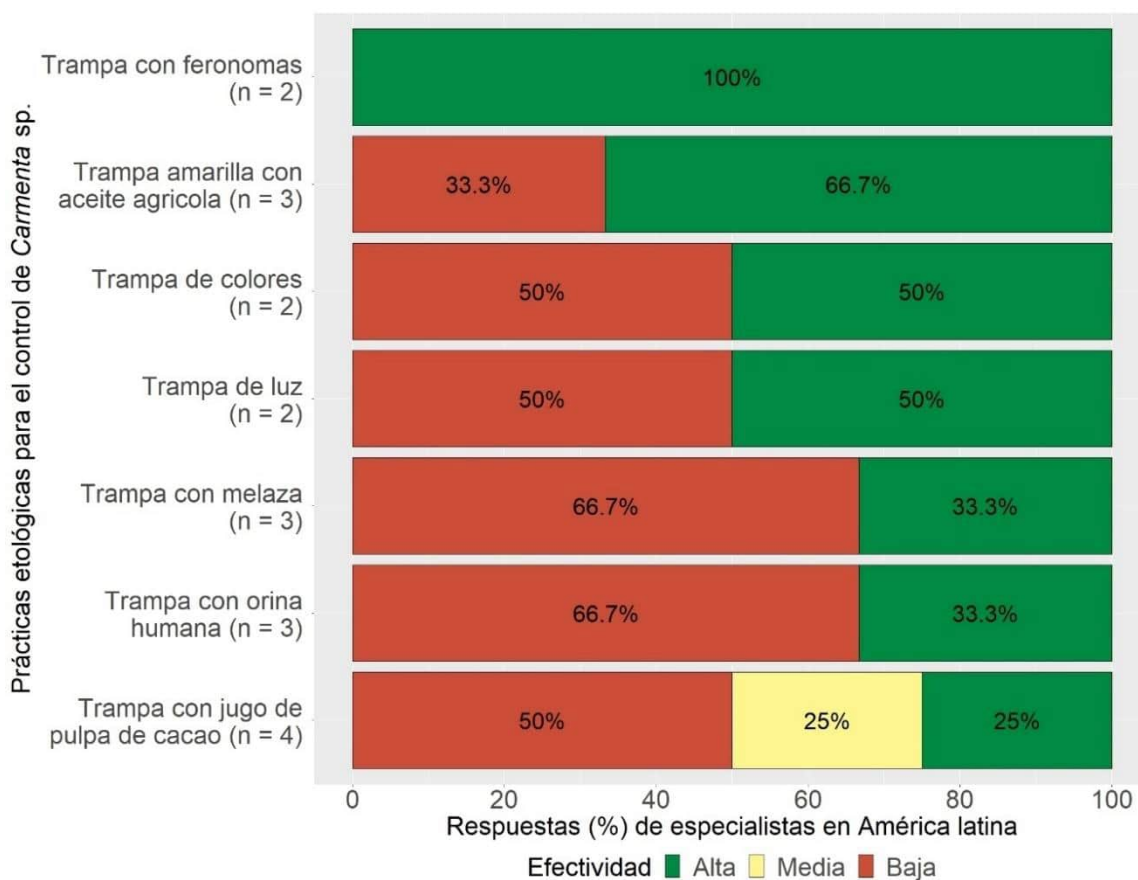


Figura 296. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao.

De acuerdo con lo reportado por Figueroa y colaboradores (2013), el control etológico utilizando trampas con feromona como (z, z)-3,13-octade-cadienol acetato, específica para la familia Sessidae han demostrado efectos positivos para el grupo, sin embargo, no se han obtenido resultados tan satisfactorios en la atracción de adultos de *C. foraseminis*.

Estudios realizados en Colombia han mostrado la efectividad de la combinación de la trampa McPhail + proteína hidrolizada y McPhail + mucílago de cacao + proteína hidrolizada. Con la trampa de luz no se han obtenido buenos resultados en la atracción de adultos de *C. foraseminis* (Carabalí *et al.*, 2018).

III. Costo

En cuanto al costo de las prácticas etológicas, la trampa con jugo de pulpa de cacao fue considerada por tres especialistas como muy económica. La trampa con feromonas y la trampa de luz obtuvieron una respuesta para la categoría de muy costosa y una para medianamente costosa. Las otras prácticas fueron consideradas como medianamente costosas por los especialistas (figura 297).

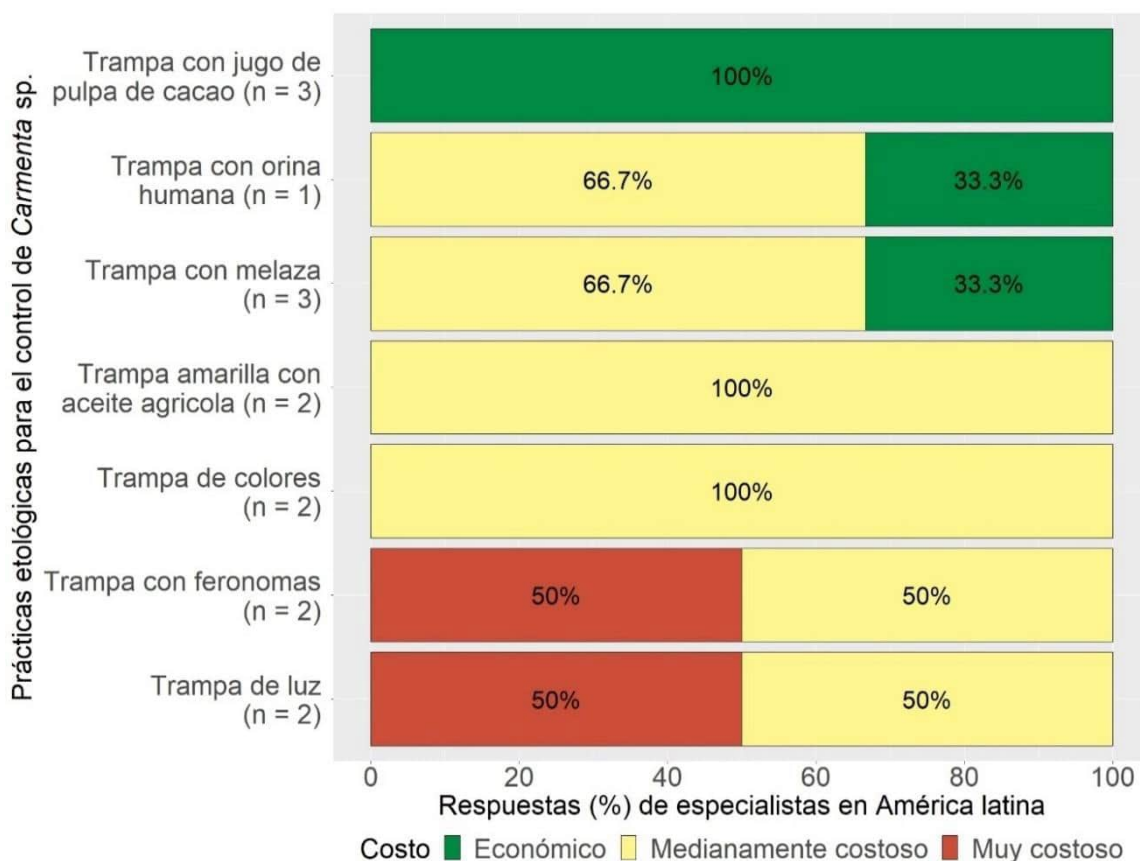


Figura 297. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenita* spp.) en el cultivo de cacao.

IV. Asequibilidad

El mismo comportamiento se observó en las respuestas de la asequibilidad de las prácticas etológicas, donde se obtuvo un bajo número de respuestas para todas las prácticas encuestadas. De igual manera, los especialistas difirieron en sus respuestas, considerando algunos las prácticas muy asequibles y otros poco asequibles (figura 298).

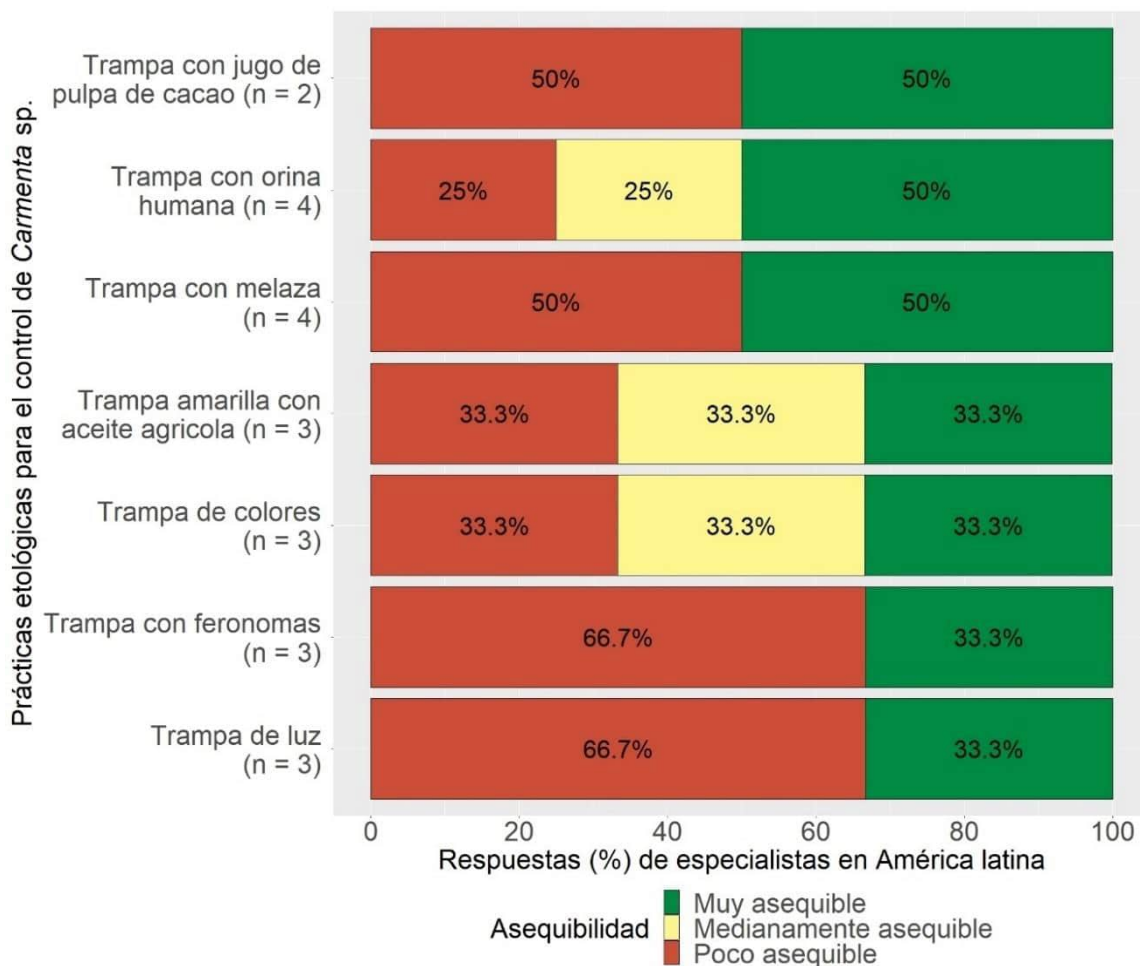


Figura 298. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenita* spp.) en el cultivo de cacao.

V. Difusión

Los mismos resultados se obtuvieron para las preguntas de difusión de las prácticas etológicas, donde las respuestas variaron entre muy difundidas y poco difundidas entre los productores (figura 299).

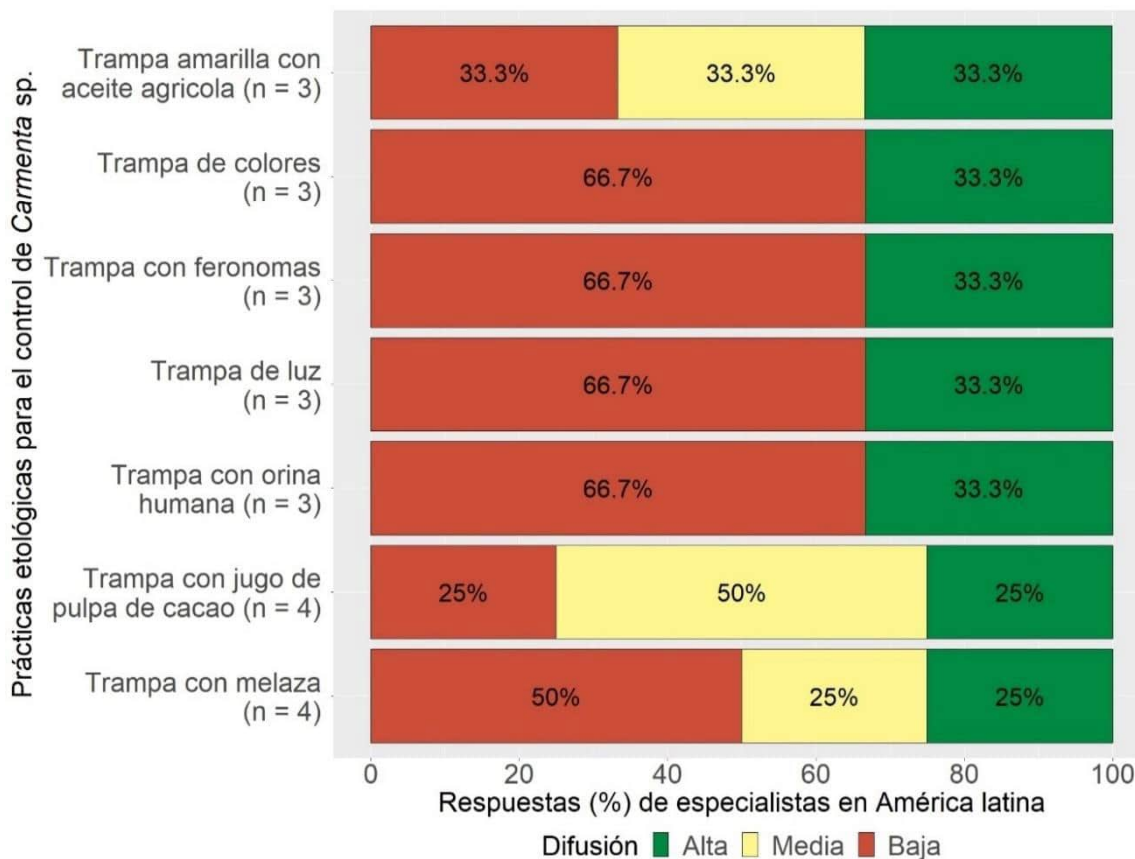


Figura 299. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta spp.*) en el cultivo de cacao.

VI. Frecuencia de aplicación

Los especialistas consideraron que las prácticas etológicas encuestadas no son utilizadas para el control del mazorquero en proporciones superiores al 70% (figura 300). La trampa con jugo de pulpa de cacao fue la única que obtuvo un 40% de respuestas que indicaron su aplicación mensual en el cultivo (figura 300).

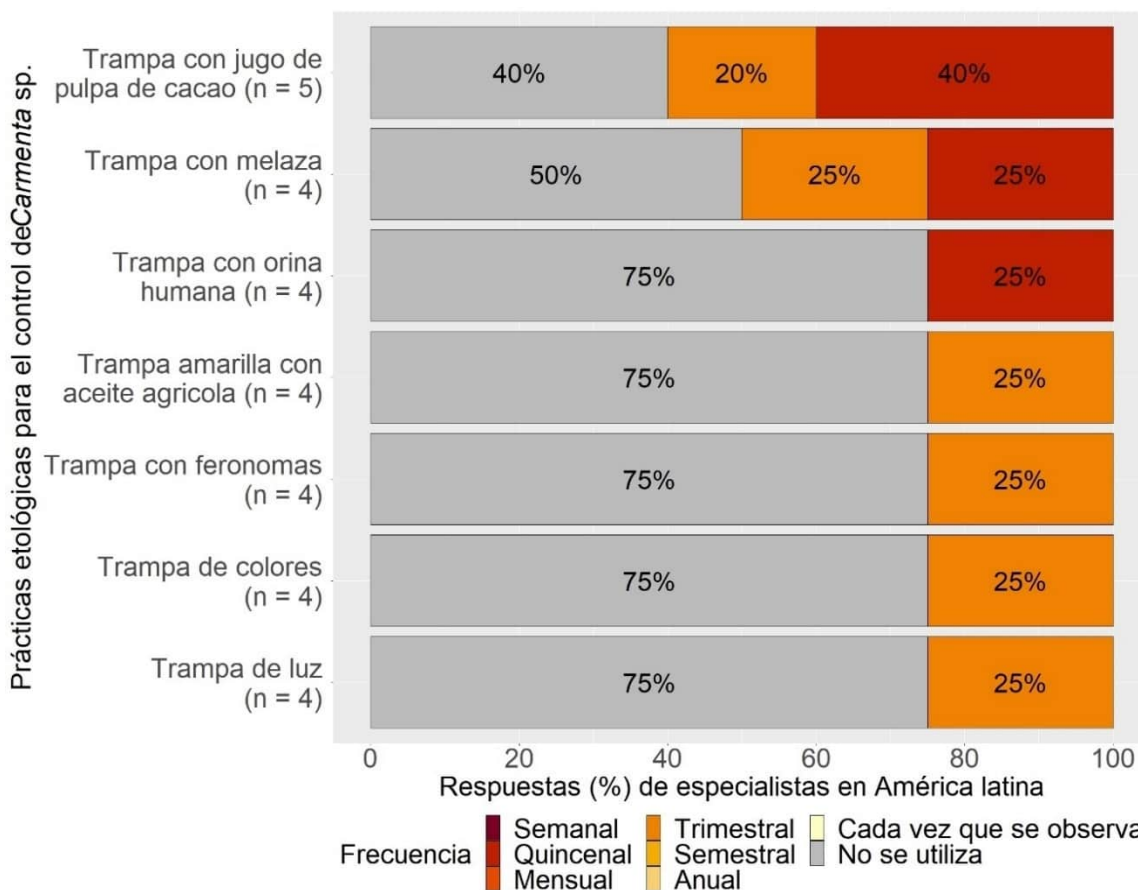


Figura 300. Frecuencia de aplicación de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (*Carmenta* spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.

Control genético

En cuanto al control genético, de 16 especialistas que respondieron esta sección podemos indicar que el 43,8% de ellos consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la plaga. Estos especialistas consideran que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades de cacao que minimizan el daño ocasionado por la plaga es el diseño policlonal con variedades locales con un 45,5% y el diseño policlonal con variedades comerciales con un 40,9% (figura 301).

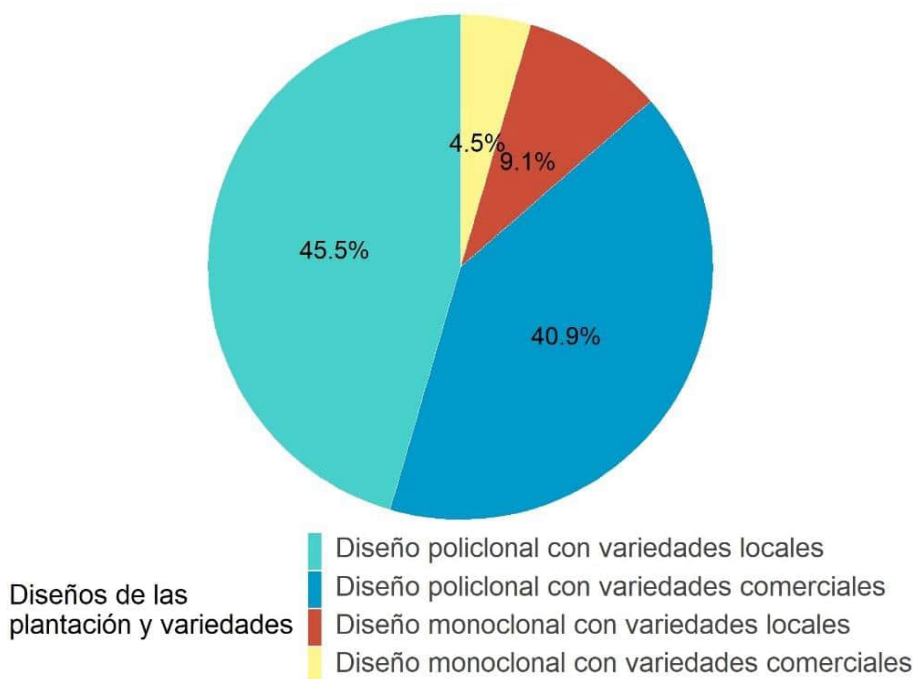
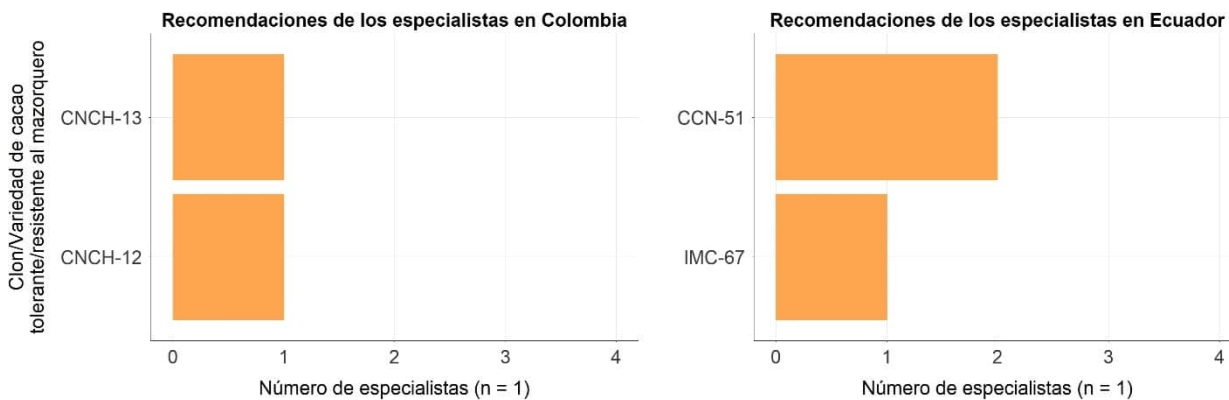


Figura 301. Diseño de las plantaciones y variedades que recomiendan los especialistas para controlar la plaga mazorquero (*Carmenta* spp.) según la percepción de los especialistas.

En cuanto a los clones/variedades recomendadas por los especialistas por su resistencia/tolerancia a la plaga únicamente respondieron esta pregunta un especialista de Colombia y Ecuador y dos especialistas de Venezuela. Se recomendó la implementación del clon CNCH-13 y CNCH-12 en Colombia, CCN-51 e IMC-67 en Ecuador y las variedades Amazónico, trinitario y criollo en Venezuela (figura 302).



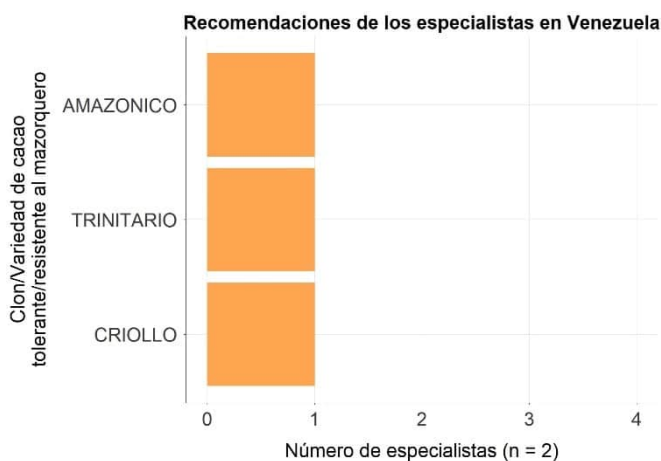


Figura 302. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al mazorquero.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de las dos primeras componentes consiguió explicar el 71,7% de la varianza observada en los datos (figura 303). El primer componente se alimenta de la correlación entre las variables costo, recomendación y difusión, indicando que el costo de las prácticas o productos juega un papel importante al momento de ser recomendadas para el control de la plaga, ocasionado que sea en determinado momento utilizado o no por los productores. El segundo componente correlaciona la asequibilidad y la efectividad de las prácticas (figura 303).

El método de control cultural fue el más conocido por los especialistas. Las prácticas culturales fueron las más recomendadas para el control de la plaga exceptuando el embolsado de frutos sanos con material biodegradable, el cual no se recomendó y fue el único con un costo alto y con una difusión muy baja. La mitad de las prácticas culturales presentaron una efectividad alta, mientras que el control de malezas, el embolsado de frutos sanos, la poda preventiva y la poda de especies forestales y de sombra no fueron tan efectivas en el control de la plaga. Las prácticas culturales: eliminación manual del insecto, remoción de frutos afectados, manejo de residuos de frutos afectados y la solarización de los frutos fueron consideradas prácticas económicas, lo que favorece su aplicación para el control de la plaga (figura 303).

En cuanto a las prácticas etológicas, únicamente la trampa amarilla con aceite agrícola y la trampa de feromonas fueron consideradas de efectividad alta, sin embargo, son poco o nada asequibles para los pequeños productores, limitando su

difusión. Otras prácticas como la trampa de luz y la trampa de colores no son tan efectivas ni tan asequibles, por lo que su difusión es baja. Aunque las trampas con jugo de pulpa de cacao y la de melaza son asequibles no son efectivas, por lo que disminuyó la recomendación de estas prácticas por parte de los especialistas (figura 303).

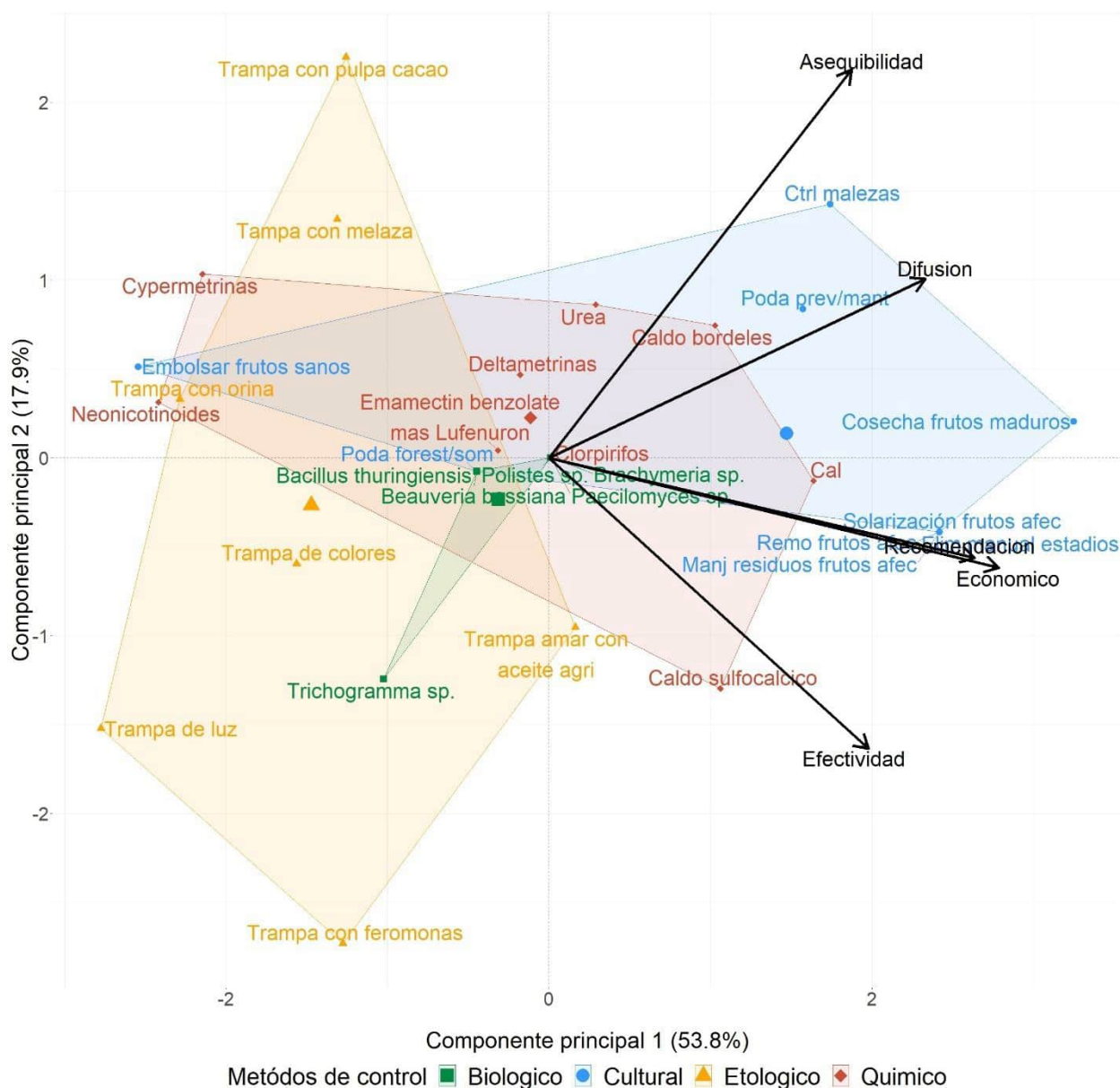


Figura 303. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de *Carmenta* spp. en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.

Conclusiones

El control cultural es el principal método utilizado para el control del mazorquero del cacao. Dentro de estas prácticas se destaca la remoción y manejo de frutos afectados y la cosecha de frutos maduros como las más efectivas. Las prácticas culturales se realizan principalmente con la finalidad de generar condiciones desfavorables para el desarrollo de la plaga, además de controlar directamente las poblaciones de insectos en el cultivo, lo que la convierte en un método efectivo y asequible para los productores (tabla 11).

En cuanto al control biológico, se obtuvieron pocas respuestas para todas las variables evaluadas. Dentro de los agentes de biocontrol *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* fueron considerados de efectividad media a alta, medianamente asequibles y medianamente costosos (tabla 11). Las trampas con feromonas y con aceite agrícola fueron consideradas por los pocos especialistas que tenían experiencia con ellos como efectivas para el control de la plaga y medianamente económicas, sin embargo, no son utilizadas por los productores. El control químico se recomienda únicamente con el uso de la cal y el caldo sulfocálcico, considerándolos productos relativamente efectivos y económicos (tabla 11).

Tabla 11. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del mazorquero (*Carmentia* spp.) según la percepción de los especialistas.

Método	Prácticas de manejo	Efectividad	Costo	Asequibilidad	Acción ^b
Cultural	Manejo de residuos de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Cosecha de frutos maduros	Alta	Bajo	Alta	H
	Solarización de frutos afectados	Alta	Bajo	Alta	P
	Remoción de frutos afectados	Alta	Bajo/Medio	Alta	P
Biológico	<i>Beauveria bassiana</i>	Alta/Media	Medio	Medio	P
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Alta/Media	Medio	Medio	P
Químico	Cal	Alta/Media	Bajo	Alta	P
	Caldo sulfocálcico	Alta/Media	Bajo	Alta	P
Genético^a	CCN-51	Alta			

^aVariedades/clones de cacao más recomendados por los especialistas de América latina y el Caribe por ser tolerantes/resistentes a las enfermedades o plagas.

^bMecanismo de acción de las prácticas de manejo, indicando si realizan el control sobre la plaga (P), el hospedero (H) o influyendo en las condiciones microclimáticas (C).

Xyleborus sp. (Curculionidae: Scolytinae)

Barrenador del cacao



Foto: Díaz Valderrama Jorge Ronny



Foto: Díaz Valderrama Jorge Ronny

El barrenador o broca del cacao (*Xyleborus* sp.) pertenece a la subfamilia Scolytinae la cual se caracteriza por tener varias especies consideradas plagas de importancia económica. La función principal de estos curculiónidos es la de participar en procesos de descomposición de materia orgánica (Cely *et al.*, 2012).

Dentro de los Scolytinae algunos grupos son denominados “escarabajos de la ambrosía” debido a su asociación mutualista con hongos de la ambrosía (Mazón *et al.*, 2013). Debido a sus hábitos alimenticios estos curculiónidos llevan consigo hongos que cultivan al interior de las galerías de los árboles, los cuales le sirven de alimento (Pérez de la Cruz *et al.*, 2009).

Este comportamiento ocasiona que muchas especies funcionen como agentes de dispersión e inoculación de enfermedades fúngicas. Dentro de estas, *X. ferrugineus* ha sido asociado con el hongo *Ceratocystis cacaofunesta*, el agente causal de la enfermedad mal de machete (Pérez de la Cruz *et al.*, 2009; Cañarte-Bermúdez & Navarrete-Cedeño, 2021).

Los insectos son atraídos por árboles recién cortados, enfermos, débiles o viejos, los cuales producen volátiles que atraen especialmente a las hembras (Paladines-Rezabala *et al.*, 2022). El daño es causado por los adultos, los cuales realizan grandes cantidades de galerías dentro de la madera de los árboles de cacao. Su ataque se concentra principalmente en la parte basal del tallo alcanzando algunas veces la zona radicular más cercana a la superficie (Cely *et al.*, 2012).

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, el 52,2% de las respuestas indicaron que aumenta en época de sequía y el 47,8% en cualquier época del año (figura 304). Estudios realizados en estas especies indicaron que los escolítidos son atraídos a los árboles de cacao por químicos producidos en la corteza de la planta o por aromas producidos por los hongos, los cuales son la fuente de alimento de la plaga, por lo que esta puede aparecer en cualquier época del año (Paladines-Rezabala *et al.*, 2022).

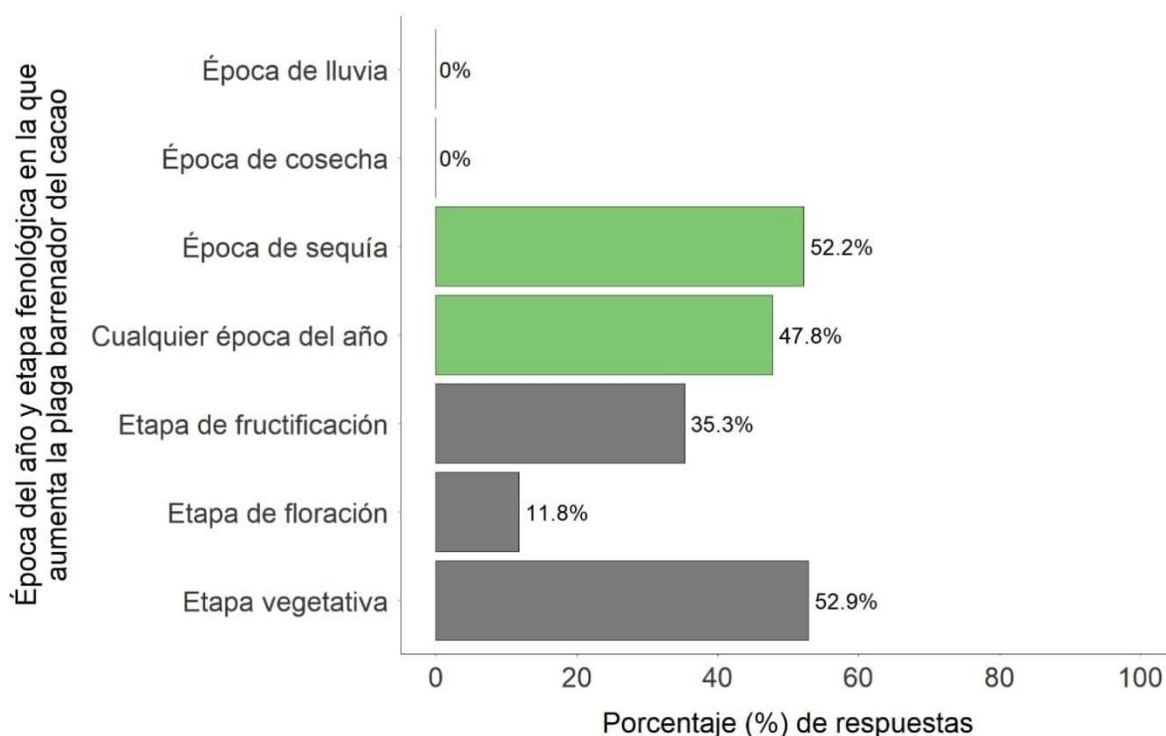


Figura 304. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.) según la percepción de los especialistas encuestados.

En cuanto a la etapa fenológica, el 52,9% de las respuestas indicaron que la plaga aumenta en la etapa vegetativa del cultivo y el 35,3% en la etapa de fructificación (figura 304). De acuerdo con el comportamiento de los escoltidos, estos pueden aumentar sus poblaciones en cualquier etapa de desarrollo del árbol de cacao, sin embargo, prefieren árboles con tallos de diámetro mayor (Rodríguez-Becerra *et al.*, 2024).

Métodos de control

En América Latina y el Caribe respondieron la encuesta del barrenador del cacao un total de 80 especialistas, de los cuales 49 respondieron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 87,7% indicaron que utilizan el control cultural para disminuir las poblaciones de insectos. El control genético y biológico tuvieron porcentajes similares, donde aproximadamente el 55% de los especialistas utilizan estos métodos. En cuanto al control químico, únicamente el 44% de los especialistas utilizan productos químicos para el control de la plaga. De los 19 especialistas que respondieron la sección de control etológico, el 58% de ellos utilizan las prácticas etológicas (figura 305).

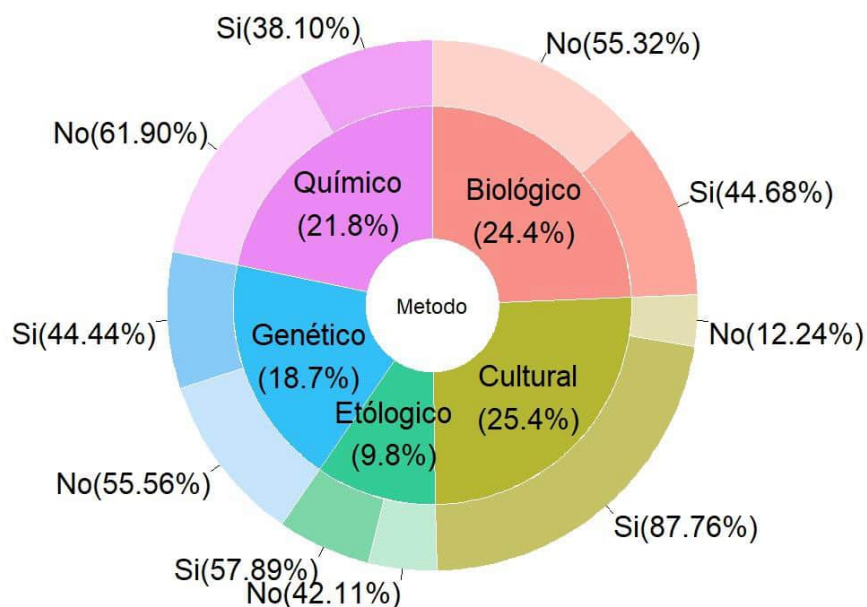


Figura 305. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina y el Caribe para el control de la plaga barrenador del cacao (*Xyleborus* sp.).

De acuerdo con lo reportado en la literatura, el control de *Xyleborus* sp. se lleva a cabo mediante un esquema de manejo integrado de plagas donde interviene el control cultural, mecánico, biológico, químico y etológico (Rodríguez-Becerra *et al.*, 2024). Cabe resaltar que este tipo de control tiene como objetivo disminuir o eliminar el uso de insecticidas y ser sustituidos por métodos que están más acorde a una agricultura orgánica o que presentan poco o nulo impacto para el hombre y el medio ambiente (Alianza Cacao El Salvador, s.f.).

Control cultural

En la literatura, dentro del control cultural se recomienda las podas o erradicación de plantas afectadas, la quema de plantas muertas, el manejo de residuos de podas y la disminución de daño mecánico ocasionado por podas o control de malezas (Alianza Cacao El Salvador, s.f.). También se recomienda mantener un adecuado riego y fertilización de los árboles para que sean menos susceptibles al ataque los escarabajos (Rodríguez-Becerra *et al.*, 2024).

Las prácticas culturales que utilizan algunos especialistas para el control del barrenador del cacao son:

- **Erradicación de árboles afectados:** Considerada por los especialistas como muy recomendable, de efectividad alta, muy asequible, económico y de difusión media. Se debe aplicar mensualmente o cada vez que se observa la enfermedad.
- **Poda de especies forestales y de sombra:** Considerado por los especialistas como recomendable y muy recomendable, de efectividad alta a media, muy asequible medianamente costoso y de difusión media. Se debe aplicar entre trimestralmente a anualmente.
- **Protección de heridas:** Considerada por los especialistas como muy recomendable, de efectividad alta a media, muy asequible, económico a medianamente económico y de difusión media. Se debe aplicar cada vez que se observa la enfermedad.
- **Poda preventiva o de mantenimiento:** Considerada por los especialistas como recomendable y muy recomendable, de efectividad alta a media, muy asequible, económico a medianamente económico y de difusión alta a media. Se debe aplicar entre trimestralmente a anualmente.

Control biológico

En cuanto al control biológico, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* y *Metarhizium brunneum* se han reportado como entomopatógenos efectivos en el control de escarabajos pertenecientes a este género (Rodríguez-Becerra *et al.*, 2024). La aplicación de *B. bassiana* se recomienda realizar quincenalmente para el control de *Xyleborus* spp. (Alianza Cacao El Salvador, s.f.).

Los microorganismos que utilizan algunos especialistas para el control del barrenador del cacao son:

- ***Beauveria bassiana***: Recomendado por diez especialistas. Es considerado poco difundido entre los productores.
- ***Metarhizium anisopliae***.
- ***Trichoderma* sp**: Es considerado poco difundido entre los productores.

Control etológico

El control etológico se recomienda mediante el uso de trampas de alcohol y extractos hidroalcohólicos de hojas y semillas de Neem para disminuir las poblaciones de insectos adultos (Alianza Cacao El Salvador, s.f.).







Las prácticas etológicas que utilizan algunos especialistas para el control del barrenador del cacao son:

- **Trampas con feromonas y alcohol al 50%**.
- **Trampas con alcohol**: Recomendado por dos especialistas.
- **Trampas con alcohol etílico + metílico**.
- **Trampas con Fermina**.

Control químico

El control químico se recomienda únicamente con la aplicación de pasta bordelés y el uso de caldo sulfocálcico, productos químicos que son menos perjudiciales para el medio ambiente y para el hombre (Alianza cacao El Salvador, s.f.). Otros productos químicos que han demostrado tener alguna eficacia en el control de estos escarabajos requieren de una aplicación regular lo que puede hacerlos menos factibles a gran escala por el costo y los impactos ambientales (Rodríguez-Becerra *et al.*, 2024).

Los productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control del barrenador del cacao son:

- **Caldo sulfocálcico:** Recomendado por dos especialistas. Es poco difundido entre los productores.
- **Pasta bordelés.**
- **Oxicloruro de cobre.**
- **Extractos hidroalcohólicos de hojas y semillas de Neem.**
- **Imidacloprid*** .
- **Cipermetrinas*** .
- **Bifentrina*** .
- **Lambda cialotrina*** .
- **Piretroides*** : Recomendado por tres especialistas. Considerados asequibles para los productores.
- **Fipronil*** .

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

De las personas que utilizan el control genético, el 75% de los especialistas consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la plaga. En cuanto a la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades, el 65% de los especialistas consideran que se debe implementar un diseño policlonal con variedades locales y el 35% un diseño policlonal con variedades comerciales. Las variedades recomendados por los especialistas por su resistencia al ataque del barrenador del cacao son:

- **CCN-51.**
- **Cacao híbrido.**

Steirastoma breve (Coleoptera: Cerambycidae)

Gota del cacao



Foto: Hernández Ruiz José Matías



Foto: Hernández Ruiz José Matías

Steirastoma breve también llamada la “gota del cacao” es una plaga de importancia económica debido a que la larva y los adultos producen graves daños al tronco y ramas de los árboles de cacao. Esta especie se ha reportado desde Argentina hasta Venezuela en América del Sur y en algunas islas del Caribe (Morillo *et al.*, 2008).

Las larvas de esta especie se alimentan de la corteza y capas del cambium vascular construyendo galerías que pueden ocasionar el anillado de tallos y ramas. En la región afectada se puede observar formación de aserrín y exudación gomosa (Nestlé, 2023). En árboles jóvenes de hasta dos años, el secado de las plantas puede ser casi completo (González *et al.*, 2011). El control de esta plaga es complicado debido al hábito larvario dentro de los huecos del árbol (Morillo *et al.*, 2008; Sánchez, 2011).

La encuesta de esta especie se realizó únicamente en Venezuela. En este país respondieron la encuesta cuatro especialistas, sin embargo, únicamente dos tenían experiencia en el control de la plaga.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, el 100% de las respuestas indicaron que aumenta en cualquier época del año (figura 306). En cuanto a la etapa fenológica, las respuestas variaron entre su aumento en la etapa de fructificación y etapa vegetativa con el 40% de las respuestas respectivamente y la etapa de floración con el 20% (figura 306).

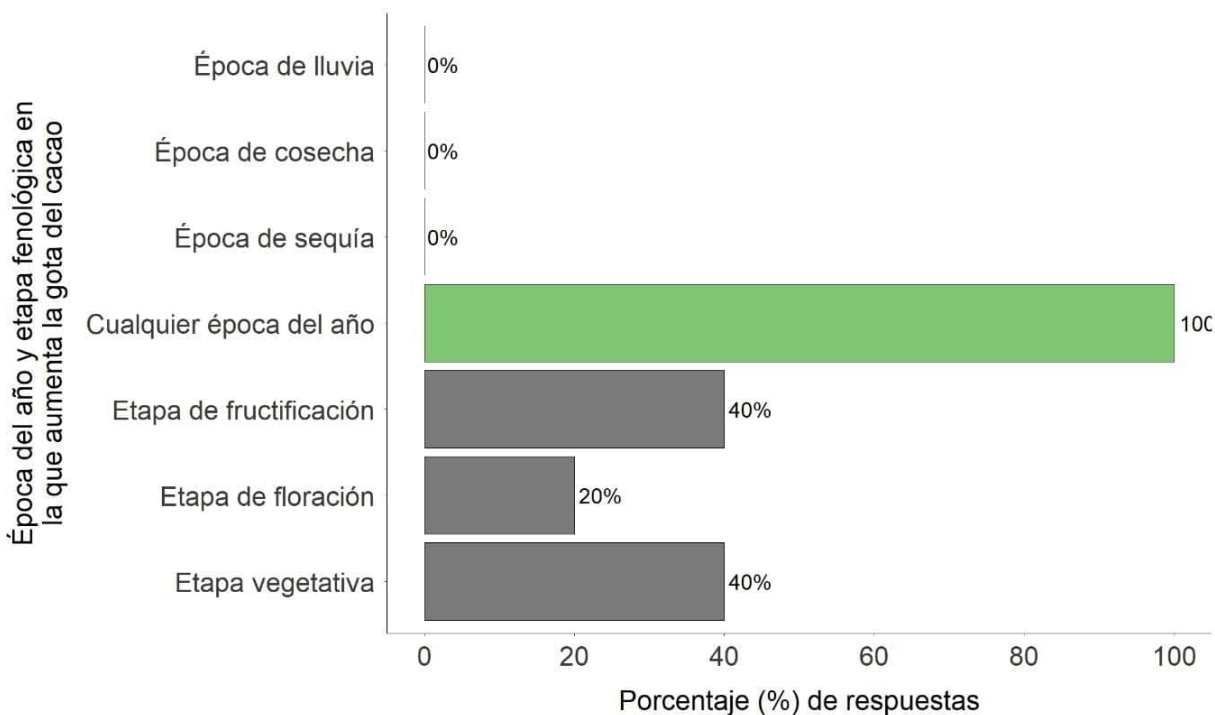


Figura 306. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga gota del cacao (*Steirastoma breve*) según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

De los dos especialistas que respondieron la encuesta, los dos indicaron que utilizan el control cultural, genético y químico para el control de la plaga. El control biológico y etológico fue usado por un solo especialista (figura 307).

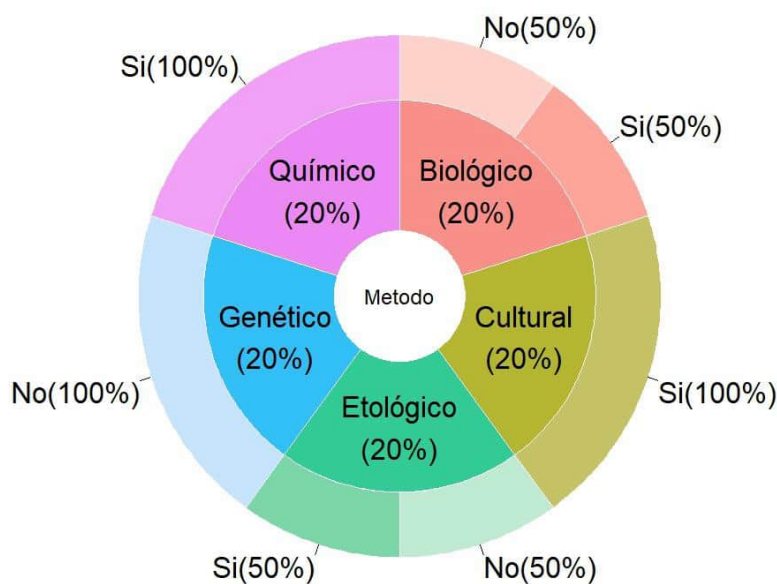


Figura 307. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de la gota del cacao (*Steirastoma breve*).

Control cultural

En la literatura se reporta el uso de la planta *Hibiscus sculentum* como trampa para los adultos. Esta plaga se siente atraída al árbol lo que permite recoger manualmente los adultos. Cuando las larvas se desarrollan en el árbol se debe eliminar la planta y extraer los residuos lejos de la finca. En plantas que han sido atacadas muy poco se pueden eliminar directamente las larvas del tallo con ayuda de un cuchillo y tratar la lesión generada con cal hidratada para evitar el ingreso de patógenos (Nestlé, 2023).


Las prácticas culturales que utilizan algunos especialistas para el control de la gota del cacao son:

- **Eliminación manual del insecto:** Considerado como muy recomendado por los dos especialistas, de efectividad alta, muy asequible, económico y de difusión media. Se recomienda realizar cada vez que se observa la enfermedad.
- **Incineración de partes vegetales afectadas:** Considerado como no recomendable. No se utiliza
- **Poda preventiva o de mantenimiento:** Considerado como muy recomendable y recomendable, de efectividad alta, medianamente asequible, medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda realizar semestral o anualmente

- **Poda de especies forestales y de sombra:** Considerado como recomendable por los dos especialistas, de efectividad alta a media, medianamente asequible, medianamente costoso y de difusión media. Se recomienda su realización anual.

Control químico

Productos químicos que utilizan algunos especialistas para el control de la gota del cacao:

- **Cal hidratada:** Considerado por un especialista como recomendable, de efectividad media, muy asequible, económico y de difusión media. Se aplica cada vez que se observa la enfermedad.
- **Pasta a base de óxido cuproso:** Considerado por los dos especialistas como muy recomendable, de efectividad alta, medianamente asequible, medianamente económico y de difusión media. Se aplica cada vez que se observa la enfermedad.
- **Endosulfan** : Considerado como no recomendable por un especialista. No se utiliza para el control de la plaga.

Control etológico

Prácticas etológicas que utilizan algunos especialistas para el control de la gota del cacao:

- **Trampas a base de ramas de cacao** (ramas cada 25 metros): Considerado no recomendable por un especialista, de efectividad alta, muy asequible, económico y de difusión media. Se realiza mensualmente.
- **Trampas con kairomonas.**

Heilipus unifasciatus (Coleoptera: Curculionidae)

Picudo del cacao

De las 51 personas que ingresaron a la encuesta del picudo del cacao únicamente 4 especialistas indicaron que sí han trabajado en el control de la plaga. En cuanto a la época del año y la etapa fenológica en la que aumenta la plaga, el 50% de los especialistas indicaron que aumenta en cualquier época del año y el otro 50% en época de lluvia (figura 308). Todos los especialistas consideraron que la etapa fenológica en la que aumenta la plaga es la etapa vegetativa (figura 308).

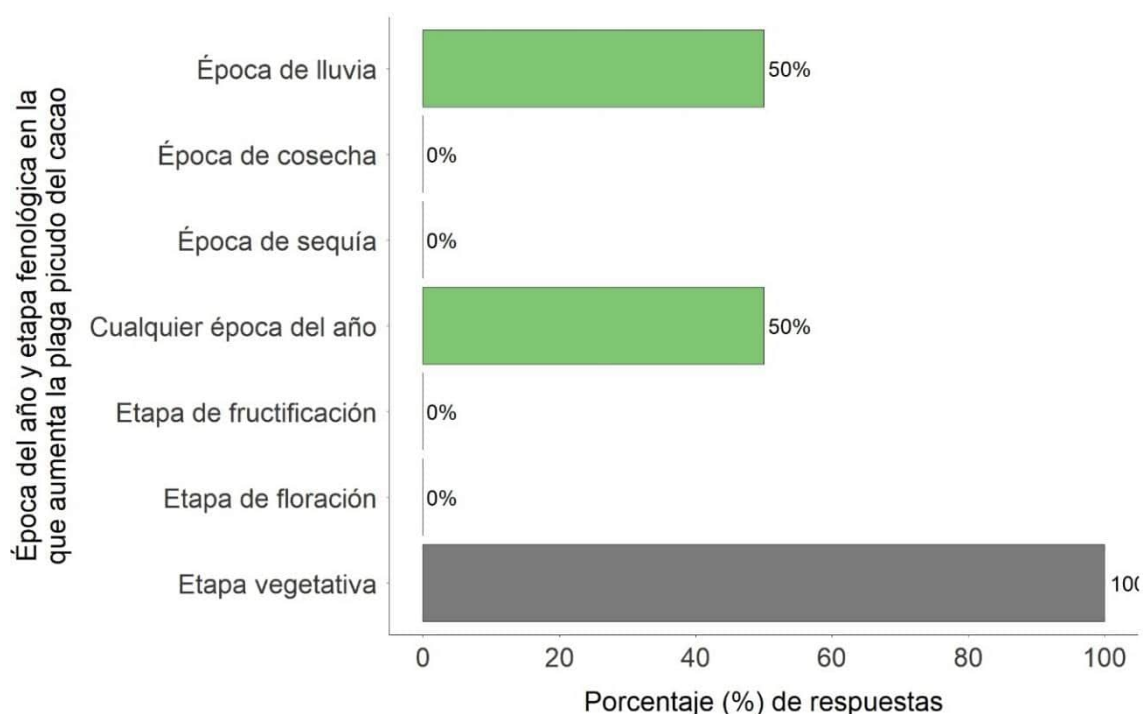


Figura 308. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga picudo del cacao (*Heilipus unifasciatus*) según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

En cuanto a los métodos de control, el 50% de los especialistas indicaron que si utilizan el control cultural para disminuir la incidencia de la plaga. El control genético fue el método más utilizado por el 75% de los especialistas. El control biológico y químico únicamente son utilizados por el 25% de los encuestados (figura 309).

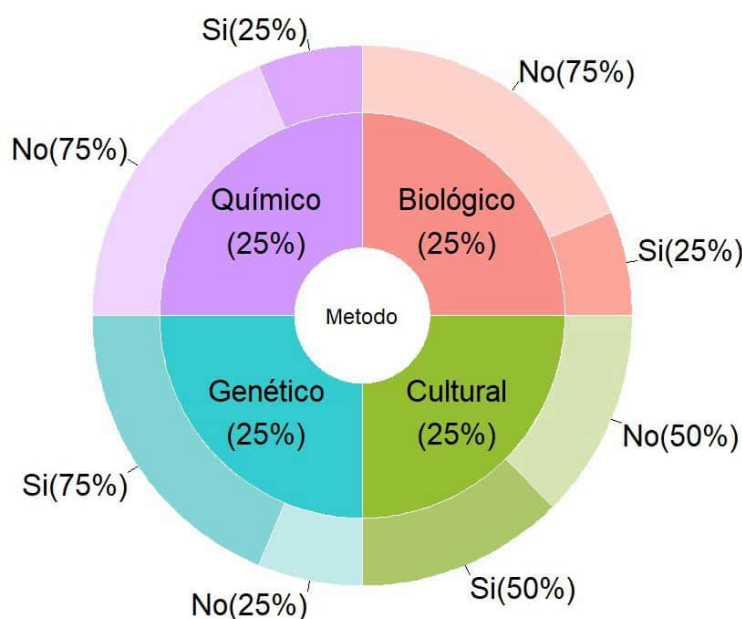


Figura 309. Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas para el control del picudo del cacao (*Heilipus unifasciatus*).

Control cultural

Prácticas culturales que utilizan algunos especialistas para el control del picudo del cacao:

- **Protección de heridas:** Considerado por dos especialistas como muy recomendado, de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso a económico y difusión media a alta. Se recomienda su aplicación trimestral o cada vez que se observa la enfermedad.
- **Remoción de tejido vegetal afectado:** Considerado por un especialista como muy recomendable y por otro como recomendable, de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso a económico y de difusión alta. Se recomienda su aplicación mensual o cada vez que se observa la enfermedad.
- **Remoción de corteza afectada:** Considerado por un especialista como muy recomendado, de efectividad alta, muy asequible, medianamente costoso y de difusión alta. Se recomienda su aplicación mensual.

Control biológico

Agente de control biológico utilizado por un especialistas para el control del picudo del cacao:

- ***Trichoderma sp.***: Considerado por un especialista como recomendable.

Control químico

Producto químico utilizado por un especialistas para el control del picudo del cacao:

- **Captan***  :

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

De las personas que utilizan el control genético, el 66,7% de los especialistas consideran que la selección de variedades tolerantes/resistentes ayudan a controlar la plaga. Cada uno de los sistemas considero que la mejor combinación entre el diseño de la plantación y las variedades fueron el diseño policlonal con variedades locales y comerciales y el diseño monoclonal con variedades locales y comerciales.

Las variedades recomendados por los especialistas por su resistencia al ataque del picudo del cacao son:

- **CCN-51.**
- **Variedades locales**

***Aceria reyesi* (Acari: Eriophyidae)**

Acaro vegetativo de las yemas



Foto: Sodré George Andrade



Foto: Sodré George Andrade

El  caro vegetativo de las yemas fue identificado como el agente causal de la “engurruñadera”, provocando daños al cultivo e incluso causando la muerte de las plantas. La “engurruñadera” hace referencia a la alimentación del ácaro en las yemas, el cual se caracteriza por la acumulación de estípulas y primordios foliares sobre las mismas. Debido a la intensa reducción foliar y al agotamiento de las reservas de la planta afecta la producción o incluso causa la muerte de las plantas en un periodo de 2 a 5 años (Santos *et al.*, 2023).

 poca del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, el 50% de las respuestas indicaron que aumenta en época de sequía, el 25% en época de lluvia y el otro 25% en cualquier época del año (figura 310). En cuanto a la etapa fenológica, el 50% de las respuestas indicaron que la plaga aumenta en la etapa vegetativa del cultivo, el 25% en etapa de fructificación y el otro 25% en etapa de floración (figura 310).

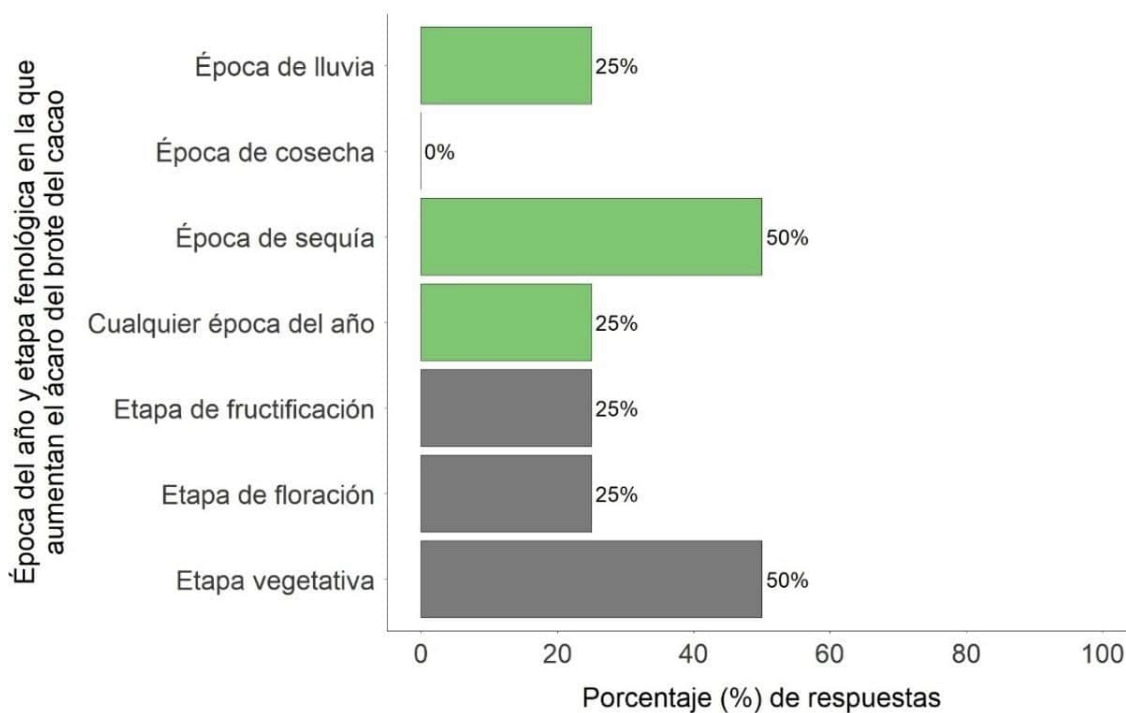


Figura 310. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia del ácaro vegetativo de las yemas (*Aceria reyesi*) según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta del ácaro vegetativo de las yemas un total de 7 especialistas, de los cuales 4 respondieron que sí han trabajado en el control de la plaga. De estos especialistas, el 100% utiliza las prácticas culturales y el control genético para combatirla. El control químico es utilizado por el 75% de los encuestados y el control biológico únicamente por el 25% de ellos (figura 311).

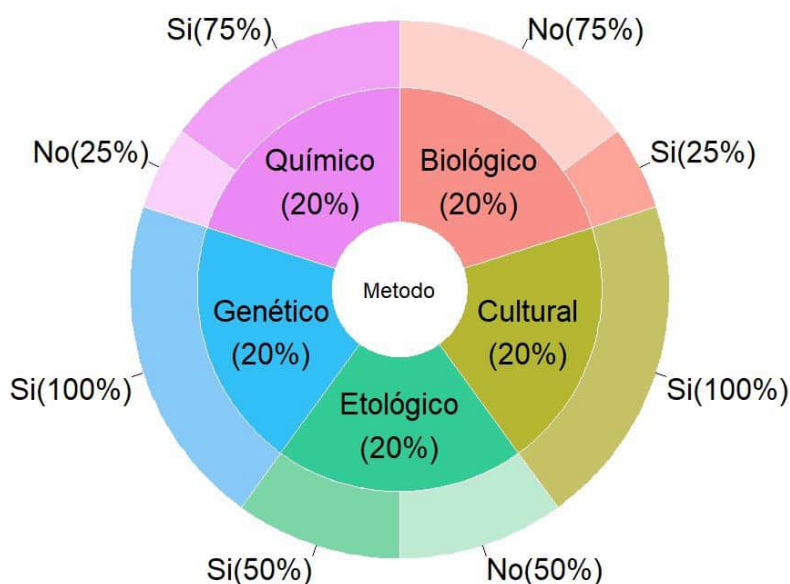


Figura 311. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control del ácaro vegetativo de las yemas (*Aceria reyes*).



Control cultural


Prácticas culturales utilizadas por algunos especialistas para el control del acaro vegetativo de las yemas son:

- **Sombreado adecuado:** Recomendado por dos especialistas.
- **Remoción de partes afectadas de la planta:** Recomendado por un especialista, de difusión baja.
- **Quema de partes afectadas por la planta:** Recomendado por un especialista, de difusión baja.
- **Fertilización integral:** Recomendado por un especialista, de difusión media.

Control químico

Productos químicos utilizados por algunos especialistas para el control del acaro vegetativo de las yemas son:

- **Espiroadicloro + Abamectina***  : Recomendado por un especialista, de difusión baja.
- **Propargina***  : Recomendado por un especialista, de difusión media.

- **Fenprosimato***  : Recomendado por un especialista, de difusión media.
*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Control genético

Variedades/clones utilizados por los especialistas por su resistencia al ataque del acaro vegetativo de las yema:

- **BN-34**

Trips (Thysanoptera)



Los trips atacan principalmente hojas y frutos del árbol de cacao. Los frutos afectados se tornan de color café oscuro como resultado del daño de las células epiteliales por parte de las ninfas y adultos. El daño más grave lo ocasionan cuando los frutos est n pequeños. El ataque severo a las hojas puede ocasionar la defoliación y muerte de las ramas. La especie que se ha identificado atacando a los cultivos de cacao es *Selenothrips rubrocinctus* (Cañarte & Navarrete, 2021).

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, el 56,5% de las respuestas indicaron que aumenta en época de sequía y el 26,1% en cualquier época del año (figura 312). En literatura se menciona que los periodos de sequía son ideales para el incremento de las poblaciones, por lo que la eliminación drástica de las sombras provoca el aumento de esta especie (Cañarte & Navarrete, 2021).

En cuanto a la etapa fenológica, el 53,8% de las respuestas indicaron que la plaga aumenta en la etapa vegetativa del cultivo y el 30,8% en la etapa de fructificación (figura 312). Los trips al atacar tanto frutos como hojas del cacao pueden aumentar sus poblaciones en ambas etapas fenológicas del cultivo (Cañarte & Navarrete, 2021).

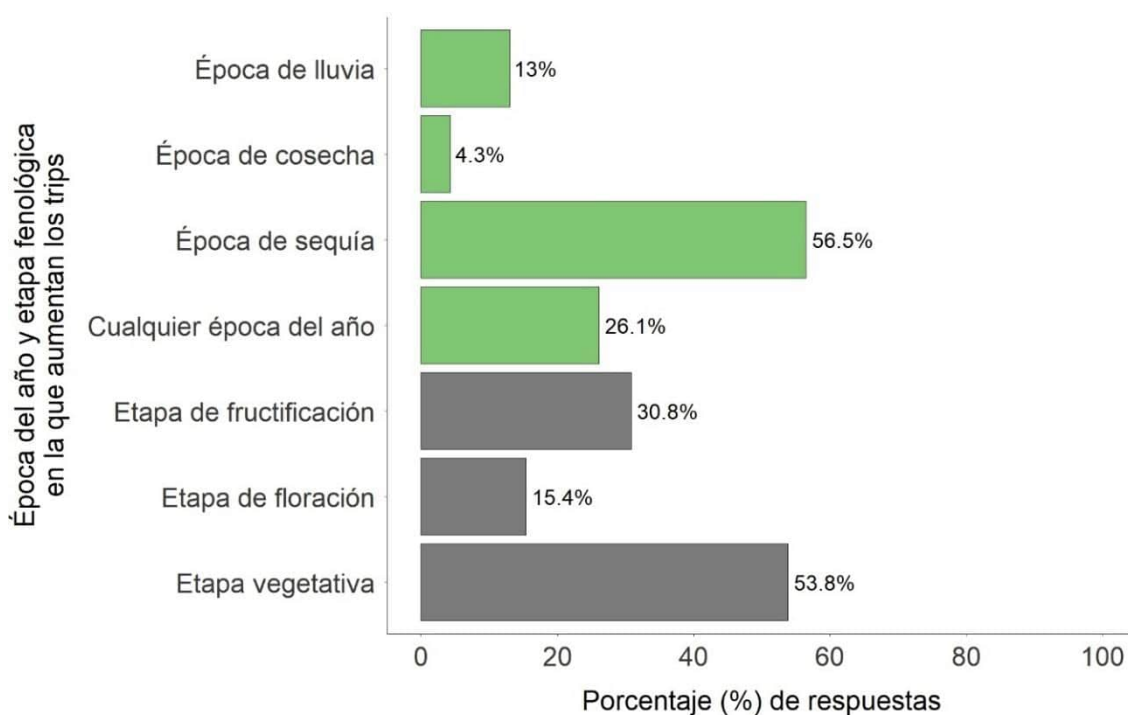


Figura 312. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de los trips según la percepción de los especialistas encuestados.

Métodos de control

En América Latina respondieron la encuesta de los trips un total de 44 especialistas, de los cuales 19 indicaron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 100% utilizan el control cultural para mantener bajas las poblaciones de los trips. El control biológico es utilizado por el 63% de los

especialistas y el control genético por el 67% de ellos. El control químico fue utilizado por aproximadamente la mitad de los participantes. De los 12 especialistas que respondieron la encuesta de control etológico, el 83% de ellos utiliza las prácticas etológicas (figura 313).

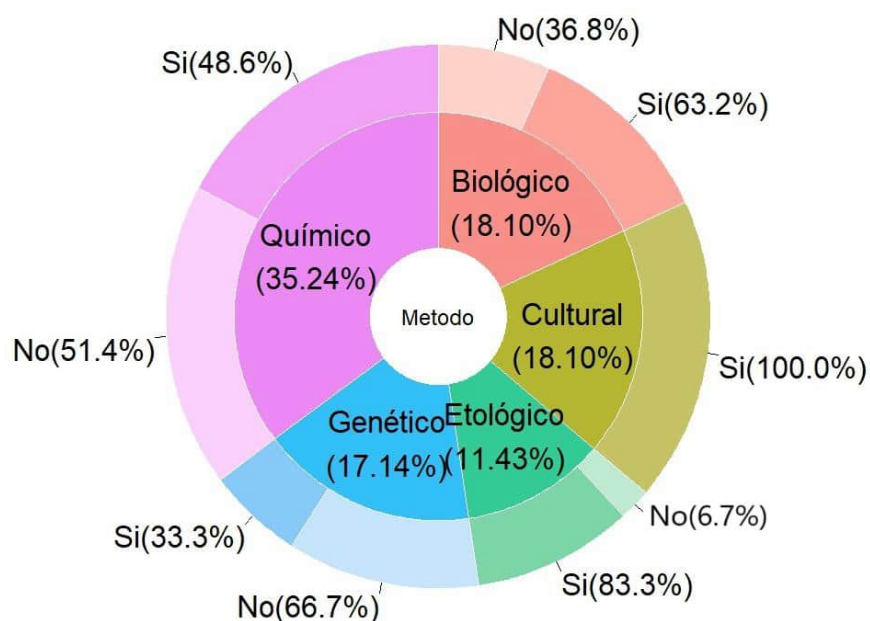


Figura 313. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de los trips.

Control cultural

Prácticas culturales utilizadas por algunos especialistas para el control de los trips:

- **Poda preventiva o de mantenimiento:** Recomendado por tres especialistas, es muy difundido entre los productores.
- **Manejo de la nutrición:** Recomendado por tres especialistas, es muy difundido entre los productores.
- **Eliminación manual de los insectos:** Recomendado por un especialista, poco difundido entre los productores.
- **Control de malezas:** Recomendado por tres especialistas, de difusión media.
- Manejo de frutos afectados: Recomendado por un especialistas, de difusión media entre los productores.
- **Sombras adecuadas:** Recomendado por tres especialistas, de difusión media a alta entre los productores.

Control biológico

Agentes de control biológico utilizados por algunos especialistas para el control de los trips:

- ***Orius insidiosus***: Recomendado por tres especialistas.
- ***Phytoseiidae***.
- **Coccinélidos**.
- ***Chromobacterium subtisugae***.
- ***Saccharopolyspora spinosa***.

Control etológico

Prácticas etológicas utilizadas por algunos especialistas para el control de los trips:

- **Trampas con pegamento y feromonas/kairomonas**: Recomendado por un especialistas, de difusión baja.
- **Trampa de color azul**: Recomendado por un especialistas, de difusión baja.
- **Trampa de colores**: Recomendada por dos especialistas.
- **Trampa cromática adhesiva**: Recomendado por dos especialistas, de difusión baja.
- **Trampa adhesiva amarilla**: Recomendada por un especialistas, de difusión baja.

Control genético










Variedad/clon recomendado por algún especialista por su resistencia al ataque de los trips:

- **CCN-51**.

Control químico

A continuación, se enlistan productos químicos que conocen los especialistas, sin embargo, se resalta que la mayoría de ellos son químicos no permitidos en la agricultura orgánica, por lo que no se recomienda su aplicación al ser perjudicial para el hombre y el medio ambiente.

- **Extractos de hojas y semillas de Neem**: Recomendado por dos especialistas, de difusión baja.

- **Cipermetrina***  : Recomendado por tres especialistas, de difusión media a alta.
- **Metomil***  : Recomendado por un especialistas, de difusión baja.
- **Piretroides***  : Recomendado por un especialistas, de difusión baja.
- **Diazinon***  .
- **Lambda cyalotrin + thiamethoxan***  : Recomendado por dos especialistas, de difusión media a alta.
- **Voliam flexi***  : Recomendado por un especialistas, de difusión alta.
- **Imidacloprido***  : Recomendado por un especialistas, de difusión baja.
- **Thiamethoxam***  .
- **Fipronil***  .

*Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Hormigas cortadoras (Formicidae)



Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso

Las hormigas cortadoras pueden afectar el cultivo de cacao al causar defoliaciones a los árboles, esto ocurre especialmente en plantaciones recién establecidas. Su daño se caracteriza por la presencia de cortes circulares en las hojas. Los daños son mayores cuando atacan brotes terminales y cuando cortan botones florales y flores (Cañarte & Navarrete, 2021).

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de la plaga, el 100% de las respuestas indicaron que aumenta en cualquier época del año (figura 314). En cuanto a la etapa fenológica, el 50% de las respuestas indicaron que la plaga aumenta en la etapa vegetativa del cultivo y el 50% en la etapa de fructificación (figura 314). De acuerdo con el comportamiento de las hormigas cortadoras, las cuales buscan las hojas del cacao para ser transportado hasta su nido, se considera que la plaga aumenta sus poblaciones en la etapa vegetativa de la planta.

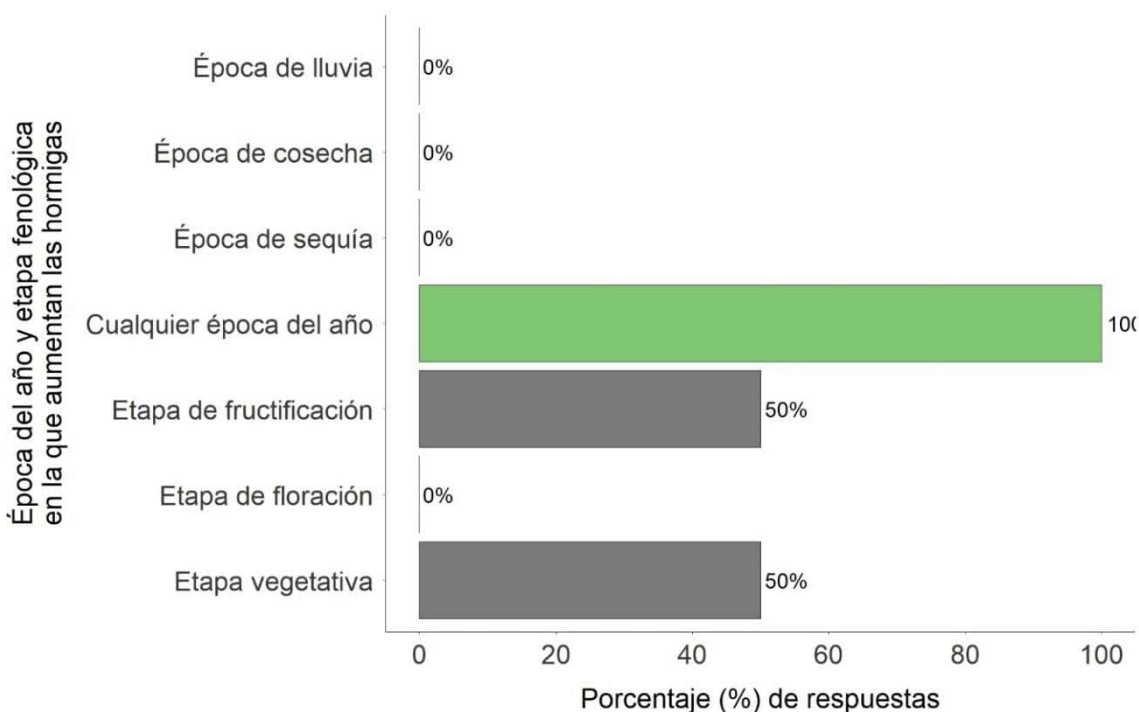


Figura 314. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de las hormigas cortadoras según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

En América Latina y el Caribe respondieron la encuesta de las hormigas cortadoras de hojas un total de 12 especialistas, de los cuales 4 respondieron que sí han trabajado en el control de la enfermedad. De estos especialistas, el 100% utilizan el control cultural y químico para combatir la plaga. El control genético es utilizado por la mitad de los especialistas y el control biológico por el 75% de los encuestados (figura 315).

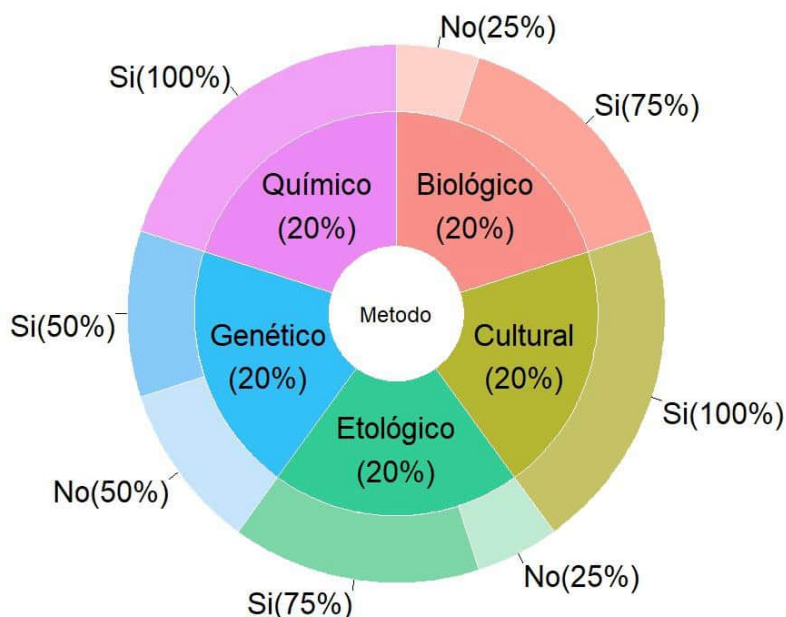





Figura 315. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de las hormigas cortadoras.

Control químico

Productos químicos utilizados por algunos especialistas para el control de las hormigas cortadoras:

- **Extracto de Neem.**
- **Thiametoxam***  : Recomendado por un especialista, es considerado poco difundido entre ellos.
- **Piretroides***  .
- **Clorpirifos***  .
- *Producto químico no permitido en la agricultura orgánica. Revisar en anexos lista de productos químicos permitidos en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Aves



Foto: Ramírez Guillermo Miguel Ángel



Foto: Ramírez Guillermo Miguel Ángel

La encuesta de aves fue realizada únicamente en Centroamérica y México. En estos países se consideró al pájaro carpintero como la especie que está causando daños en el cultivo. Los especialistas indicaron que la pérdida de hábitat es el principal motivo por el que la especie está causando daños en el árbol y en el fruto. Para disminuir los niveles de afectación, se recomienda el establecimiento de árboles forestales y frutales para aumentar los sitios de nidificación y alimentación de esta especie. Como prácticas culturales se recomienda el establecimiento de espantapájaros para ahuyentar las aves.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de las aves, el 53,3% de las respuestas indicaron que aumenta en época de cosecha y el 33,3% en cualquier época del año (figura 316). En cuanto a la etapa fenológica, todas las respuestas indicaron que las aves aumentan en la etapa de fructificación (figura 316).

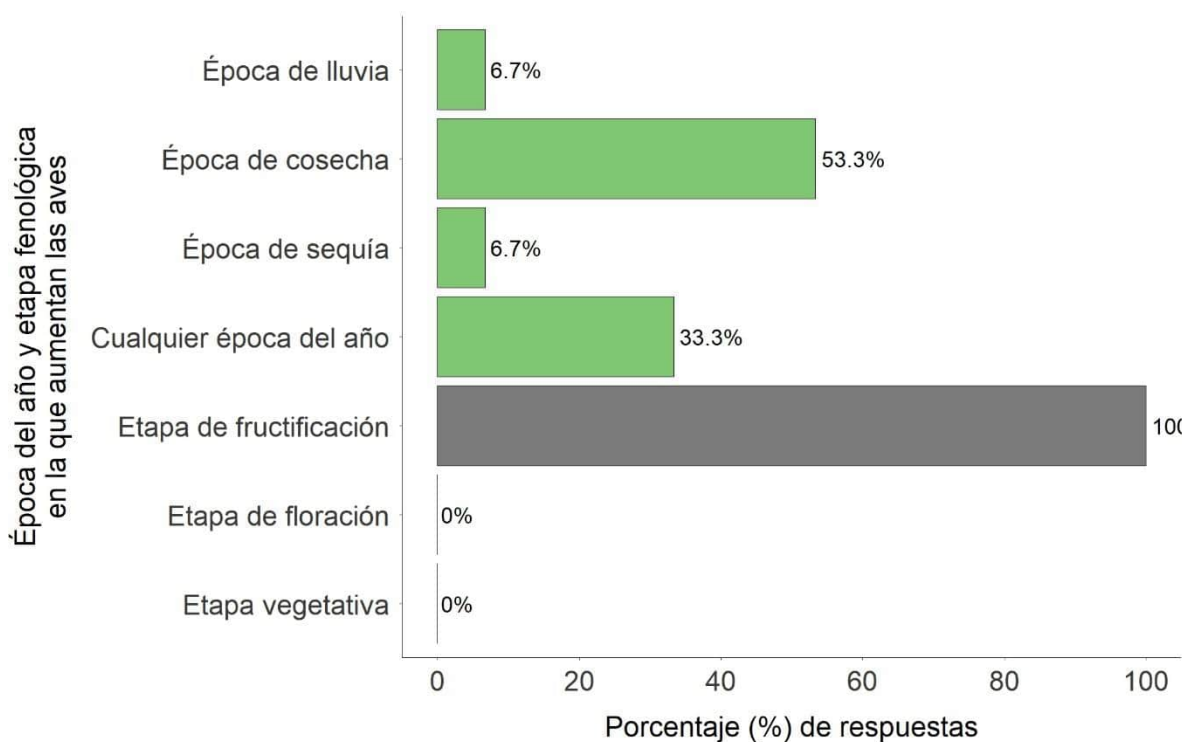


Figura 316. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de las aves (pájaro carpintero) según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

En Centroamérica y México respondieron la encuesta de las aves 38 especialistas, de los cuales 13 respondieron que sí han trabajado en el control de esta especie. De estos especialistas, el 84,6% indicaron que utilizan el control cultural para ahuyentar a las aves. El control genético es utilizado por el 61,5% de los especialistas. El control químico y biológico es usado únicamente por el 15,4 y 23% respectivamente. De las tres personas que respondieron la sección de control etológico, dos de ellas indicaron que lo utilizan para el control de las aves (figura 317).

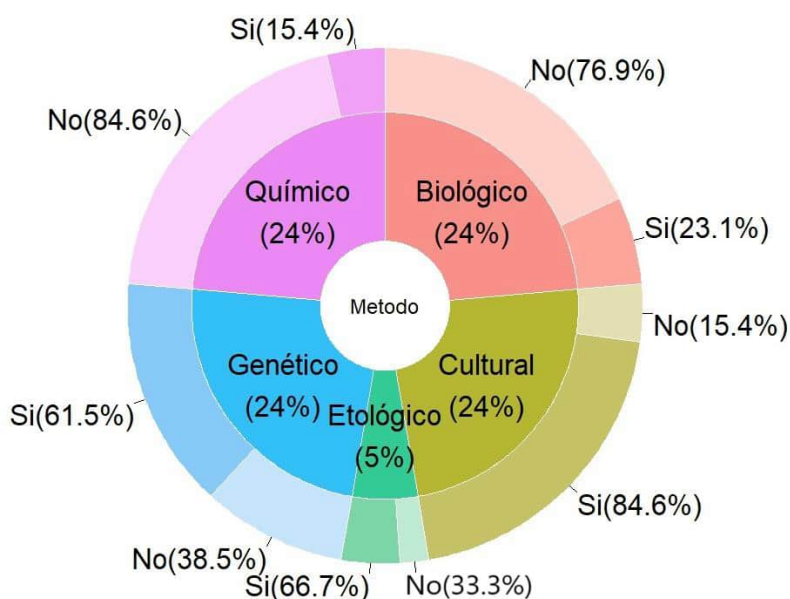


Figura 317. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de las aves (pájaro carpintero).

Control cultural

Prácticas culturales utilizadas por algunos especialistas para el control del pájaro carpintero:

- **Establecimiento de espantapájaros en el cultivo:** Recomendado por tres especialistas, de difusión alta.
- **Siembra de especies frutales alrededor del cultivo:** Recomendado por cuatro especialistas, de difusión baja.
- **Diversificación de cultivos como trampa.**
- **Protección de frutos.**

Mamíferos

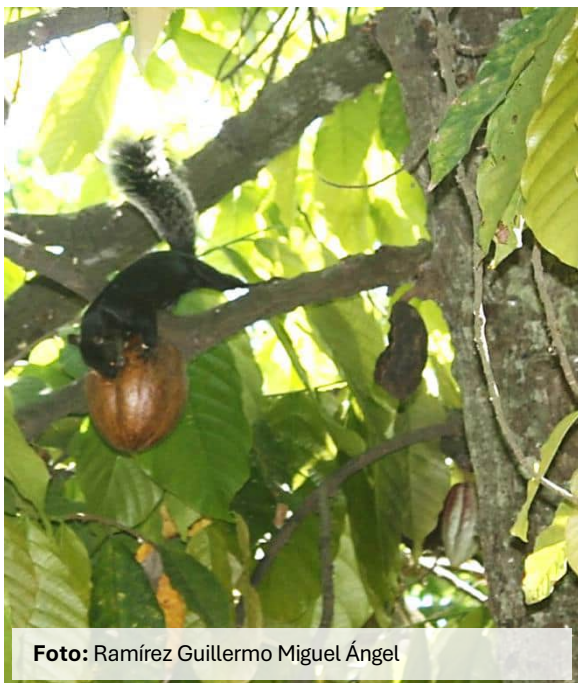


Foto: Ramírez Guillermo Miguel Ángel



Foto: Velandia Pinilla Jaime Alonso

La encuesta de mamíferos fue realizada únicamente en Centroamérica y México. En estos países se consideró a la ardilla y a los roedores como las especies que están causando daños en el cultivo. Los especialistas indicaron que la pérdida de hábitat es el principal motivo por el que estas especies están causando daños en el cultivo de cacao. Para disminuir los niveles de afectación, se recomienda el establecimiento de árboles forestales y frutales para aumentar los sitios de nidificación y alimentación de estas especies.

Época del año y etapa fenológica

En cuanto a la época del año en la que aumenta la presencia de los mamíferos, el 45% de las respuestas indicaron que aumenta en cualquier época del año y el 40% en época de cosecha (figura 318). En cuanto a la etapa fenológica, todas las respuestas indicaron que los mamíferos aumentan en la etapa de fructificación (figura 318).

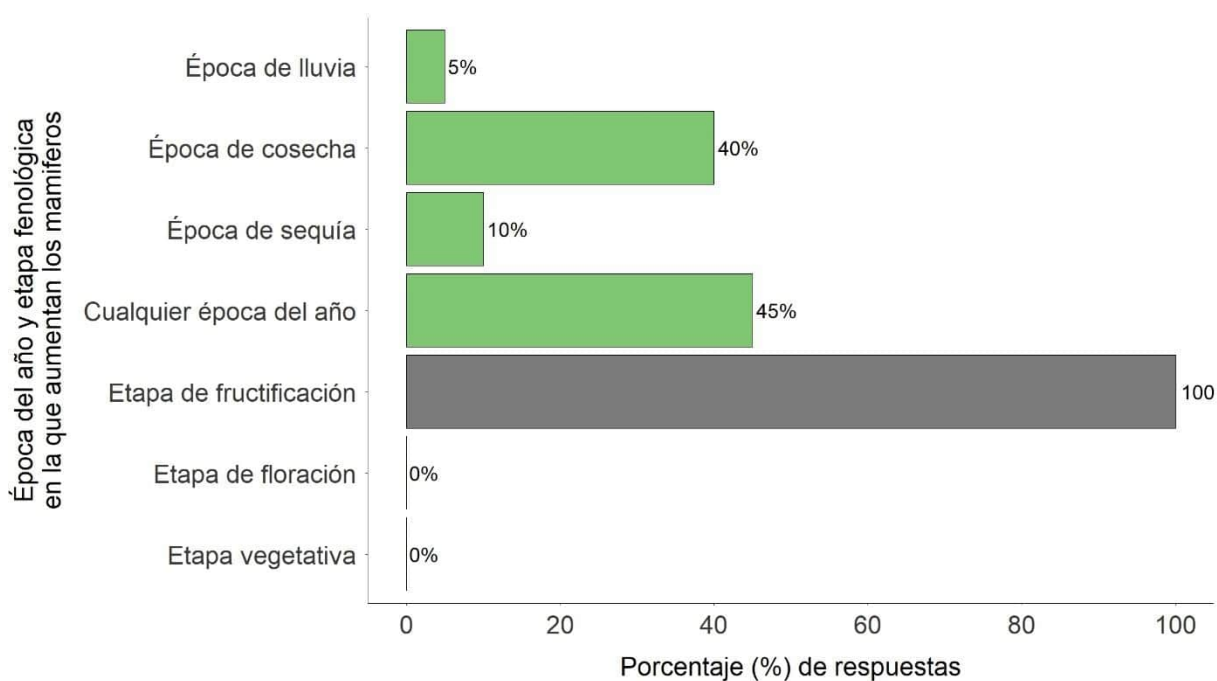


Figura 318. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de mamíferos (ardillas y roedores) según la percepción de los especialistas.

Métodos de control

En Centroamérica y México respondieron a la encuesta de mamíferos 36 especialistas, de los cuales 16 indicaron que sí han trabajado en el control de esta especie. De estos especialistas, el 81,2% indicaron que utilizan el control cultural para ahuyentar a los mamíferos. El control genético es utilizado por el 62,5% de los especialistas. El biológico es usado por la mitad de los especialistas y el control químico por menos del 30%. De las cinco personas que respondieron la sección de control etológico, cuatro de ellas indicaron que lo utilizan para el control de los mamíferos (figura 319).

En República Dominicana el control de los mamíferos se realiza principalmente mediante el uso de productos químicos, sin embargo, estos no pueden ser utilizados cuando se produce cacao orgánico. La efectividad de otros productos como los extractos de piñon cubano (*Gliricidia sepium*) ha sido demostrado por diferentes autores para el control de los roedores. También se utilizan diferentes materiales orgánicos como la copra de coco con sal y la semilla de aguacate (IDIAF, 2004).

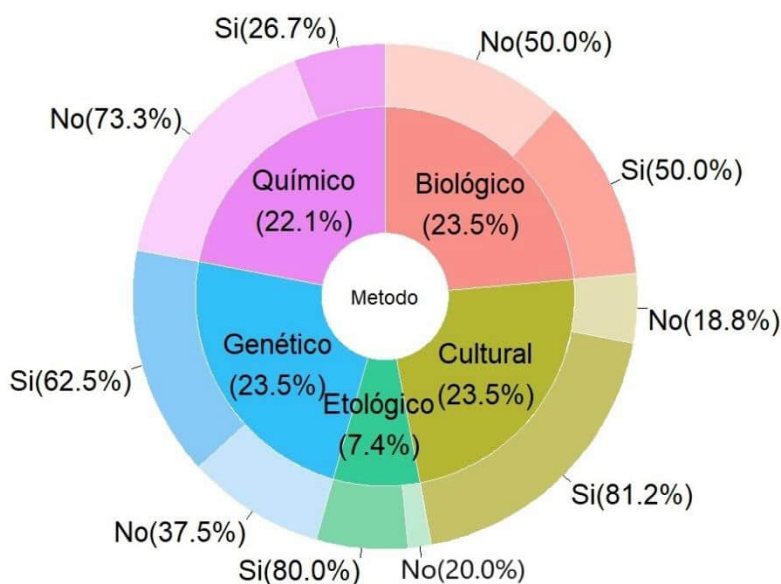


Figura 319. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de mamíferos (ardillas y roedores).

Control cultural

Prácticas culturales utilizadas por algunos especialistas para el control de las ardillas y los roedores:

- **Siembra de especies frutales alrededor del cultivo:** Recomendado por cuatro especialistas, de difusión baja.
- **Cercas en los puntos de paso.**
- **Pulverización de caldas con heces de perros.**

Control etológico

Prácticas etológicas utilizadas por algunos especialistas para el control de las ardillas y los roedores:

- **Trampas con cebo**

Homópteros



Foto: Sodré George Andrade



Foto: Hincapié Óscar

La encuesta de homópteros plaga fue realizada únicamente en Brasil. En este país respondieron la encuesta un total de 9 especialistas de los cuales únicamente dos indicaron que si tienen experiencia en el control de la plaga. Los dos especialistas encuestados indicaron que utilizan todos los métodos de control (cultural, biológico, etológico, químico y genético).

Para el control de los homópteros se recomendó la aplicación de los productos Imidacloprido, el cual es poco usado por los productores y Decis CE, el cual es moderadamente usado por los productores. En cuanto a las variedades resistentes, un especialista recomendó el BN-34 y CCN-51 para disminuir el ataque de estas plagas.

Anexos

Anexo 1. Ejemplo de la encuesta *Moniliophthora roreri* (sección de información personal, experiencia, factores agronómicos, prácticas de manejo y consideraciones generales). Se muestran las preguntas del método de control cultural (preguntas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5), las cuales fueron formuladas de igual manera para el control biológico y químico.

Manejo de plagas y enfermedades en el Cacao (*Theobroma cacao*)

La presente encuesta tiene como objetivo conocer los métodos más efectivos empleados en el MIPE en el cultivo de cacao.

bioversity.mipe@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Área de experiencia en MIPE *

Elige

Nombre y apellido *

Tu respuesta

Actual sector de trabajo *

- Pequeños agricultores
- Asociación de productores
- Cooperativa pequeña
- Cooperativa grande
- Finca agroexportadora
- ONG (agencias de cooperación, etc)
- Sector público
- Sector académico (centros de investigación, universidades, escuelas agropecuarias, etc)
- Empresa privada

Institución *

Tu respuesta

Actual zona de trabajo (País, Departamento, Municipio, Vereda) *

En caso de que tenga más de una zona de trabajo, separar con una barra "/"

Tu respuesta

Cargo *

Tu respuesta

MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*)

¿Ha trabajado anteriormente en el control de esta enfermedad? *

Si

Años de experiencia en MIPE *

Tu respuesta

Área de experiencia en MIPE *

Elige

MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*)

A continuación, encontrará una serie de preguntas relacionadas con la incidencia y la severidad de la enfermedad y sus métodos de control.

1.1 ¿Cuál es la incidencia promedio de la enfermedad en su zona de trabajo?

Para su respuesta considere una hectárea productiva promedio de su zona de trabajo actual

	Incidencia baja (< 5%)	Incidencia leve (5% - 20%)	Incidencia moderada (20% - 40%)	Incidencia alta (40% - 60%)	Incidencia extrema (> 60%)	Desconozco
Moniliophthora roreri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.2 ¿Cuál es la severidad promedio de la enfermedad en su zona de trabajo?

	Severidad baja (< 5%)	Severidad leve (5 - 20%)	Severidad moderada (20 - 40%)	Severidad alta (40 - 60%)	Severidad extrema (>60%)	Desconozco
Moniliophthora roreri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. ¿En que época del año y en qué etapa fenológica del cultivo aumenta la presencia de esta enfermedad?

En esta pregunta debe marcar como mínimo 2 opciones: una para época del año (En época de lluvia, en época de sequía, en época de cosecha, en cualquier época del año) y una para etapa fenológica del cultivo (En etapa vegetativa, en etapa de floración, en etapa de fructificación).

- En época de lluvia
- En época de sequía
- En época de cosecha
- En cualquier época del año
- En etapa vegetativa
- En etapa de floración
- En etapa de fructificación
- Desconozco

3. ¿Para el manejo integrado de la enfermedad, usted utiliza prácticas culturales? *

Basado en su experiencia para el control de *Moniliophthora roreri*

Elige

Método de control cultural para *Moniliophthora roreri*

3.1 ¿Cuál es la practica o prácticas culturales que más recomienda para controlar la enfermedad?

Si no conoce la practica, marque la casilla "Desconozco".

Si conoce otras practicas márkuelas en OTRO (1 al 3) y califique que tanto lo recomienda. Solo si marco OTRO, en la siguiente pregunta escriba en orden cuales son.

	No lo recomiendo	Poco recomendable	Recomendable	Muy recomendable	Desconoc
Remoción de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Poda preventiva/mantenimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda de especies forestales y de sombra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo de residuos de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control de malezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosecha frecuente de frutos maduros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejoramiento del drenaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutrición integral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Solo si en la pregunta anterior indico OTROS, por favor mencione en orden de aparición las otras practicas de control para esta enfermedad

Por ejemplo: **Otro 1:** Protección de heridas, **Otro 2:** Reducir la altura de los árboles, **Otro 3:** Tenga en consideración este orden para responder las siguientes preguntas.

Tu respuesta _____

3.2. ¿Cuál es la efectividad de estas prácticas culturales?

Si no conoce la efectividad de una practica, marque la casilla "Desconozco"

	Baja	Media	Alta	Desconozco
Remoción de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda preventiva/mantenimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda de especies forestales y de sombra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo de residuos de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control de malezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosecha frecuente de frutos maduros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejoramiento del drenaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutrición integral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.3. ¿Cuál es la frecuencia optima de aplicación de estas prácticas culturales?

Si no conoce la frecuencia optima de aplicación de una practica, marque la casilla "Desconozco".

	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	Cada que observe enferm
Remoción de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda preventiva/mantenimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda de especies forestales y de sombra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo de residuos de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control de malezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosecha frecuente de frutos maduros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejoramiento del drenaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutrición integral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.4. ¿Qué tan difícil es aplicar estas prácticas culturales y cuál es el costo de su aplicación?

En esta pregunta debe marcar 2 opciones en cada fila: una opción para facilidad (Poco asequible, Medianamente asequible y Muy asequible) y una para costo (Económico, Medianamente costoso y Muy costoso).

	Poco asequible	Medianamente asequible	Muy asequible	Económico	Medianamente costoso	Muy costoso
Remoción de frutos afectados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poda preventiva/mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poda de especies forestales y de sombra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manejo de residuos de frutos afectados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Control de malezas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cosecha frecuente de frutos maduros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mejoramiento del drenaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nutrición integral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Otro 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5. ¿Qué tan difundido es el uso de estas prácticas culturales en su zona?

Para su respuesta considere la aplicación práctica por parte de los agricultores o personas encargadas del manejo de la plantación.

	Ninguno de los productores lo usan	Una minoría de los productores lo usan	La mayoría de los productores lo usan	Desconozco
Remoción de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda preventiva/mantenimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poda de especies forestales y de sombra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo de residuos de frutos afectados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control de malezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosecha frecuente de frutos maduros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejoramiento del drenaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutrición integral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. ¿Para el manejo integrado de la enfermedad, usted utiliza productos biológicos?

Basado en su experiencia para el control de *Monilophthora roleri*

5. ¿Para el manejo integrado de la enfermedad, usted utiliza productos químicos?

Basado en su experiencia para el control de *Monilophthora roleri*

Elige

Método de control con variedades tolerantes/resistentes a *Moniliophthora roreri*

6.1 ¿Que tanto cree usted que la selección de variedades tolerantes/resistentes puede ayudar al control de la enfermedad?

- Nada
- Poco
- Mucho

6.2 ¿Cuál considera que es la mejor combinación de diseño de plantación y variedades de cacao que minimiza el daño ocasionado por la enfermedad?

- Diseño monoclonal con variedades comerciales
- Diseño monoclonal con variedades locales
- Diseño policlonal con variedades comerciales
- Diseño policlonal con variedades locales

6.3. ¿Cuáles son las variedades de cacao que usted considera tolerantes/resistentes a la enfermedad?

Tu respuesta

7. Consideraciones sobre la enfermedad Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

7.1 ¿Usted considera que la enfermedad aumentará en el futuro? Explique las razones principales de su respuesta

Tu respuesta








7.2 ¿Cuáles considera que son los factores causales de la enfermedad?

Tu respuesta

7.3 Considere qué los métodos se deben aplicar juntos?. Explique cómo es esta interacción

Tu respuesta

Anexo 2. Lista de productos químicos mencionados en literatura o utilizados por los especialistas para el control de las plagas y/o enfermedades del cacao con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.

Nombre	Aplicación en plagas y/o enfermedades	Permitido en la agricultura orgánica (Si/No)	Clasificación ^a
2,4-D-triisopropanol amonio	Pudrición negra de la raíz	No	 Moderadamente peligroso ^d
Azoxystrobin	Moniliasis, escoba de bruja	No	Poco peligroso ^d
Benomyl	Antracnosis, mal de machete	No (BRA prohibido) ^c	Poco peligroso ^d
Bifentrina	Barrenador	No	 Moderadamente peligroso ^d
Biloxazol	Escoba de bruja	No	 Muy Peligroso ^e
Cal	Mal de machete, mazorquero	Si ^b	Poco peligroso
Cal agrícola	Moniliasis, mazorca negra, pudrición negra de la raíz	Si ^b	Poco peligroso
Cal hidratada	Gota del cacao	Si ^b	Poco peligroso
Cal viva	Mazorca negra	Si ^b	Poco peligroso
Caldo bordelés	Mazorca negra, mazorquero	Si ^b	Poco peligroso
Caldo de ceniza	Chinche	Si ^b	Poco peligroso
Caldo sulfocalcico	Moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra, mazorquero, barrenador	Si ^b	Poco peligroso
Captafol	Escoba de bruja	No Prohibido LATAM ^c	 Sumamente peligroso ^d
Captan	Picudo	No	Poco peligroso ^d
Carbendazim	Muerte regresiva	No	Poco peligroso ^d
Clorotalonil	Moniliasis, muerte regresiva	No (COL prohibido) ^c	Poco peligroso ^d
Clorpirifos	Mazorquero, hormigas cortadoras	No	 Moderadamente peligroso ^d
Compuesto B-muroleno derivado del ácido benzoico	Muerte regresiva	Si ^b	Poco peligroso
Cipermetrinas	Mazorquero, barrenador, trips	No	 Moderadamente peligroso ^d
Deltametrinas	Mazorquero	No	 Moderadamente peligroso ^d

Detergente con ceniza	Escoba de bruja	Si ^b	Poco peligroso
Diazinon	Trips	No	Moderadamente peligroso ^d
Difexonazol	Moniliasis	No	Moderadamente peligroso ^d
Dióxido de silicio	Chinche	Si ^b	Poco peligroso
Emamectin benzolate + Lufenuron	Mazorquero	No	Moderadamente peligroso ^d
Endosulfan	Gota del cacao	No Prohibido LATAM ^c	Muy peligroso ^d
Espiroidiclofeno + Abamectina	Acaro vegetativo de las yemas	No	Muy peligroso ^d
Estrobilurinas	Mazorca negra	No	Moderadamente peligroso
Extractos de Neem	Barrenador, Trips, hormigas cortadoras	Si ^b	Poco peligroso
Extractos etanólicos	Muerte regresiva	Si ^b	Poco peligroso
Fenpiroximato	Acaro vegetativo de las yemas	No	Moderadamente peligroso ^d
Fertilizante orgánico mineral	Pudrición negra de la raíz	Si ^b	Poco peligroso
Fipronil	Barrenador, trips	No	Moderadamente peligroso ^d
Fosetil	Mazorca negra	No	Poco peligroso ^d
Fungicidas cúpricos	Moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra, pudrición negra de la raíz, antracnosis	Si ^b	Poco peligroso
Fungicidas protectantes	Antracnosis	Si	Poco peligroso
Imidacloprid	Barrenador, trips	No	Moderadamente peligroso ^d
Lambda cihalotrina	Barrenador	No	Moderadamente peligroso ^d
Lambda cihalotrina + thiamethoxam	Trips	No	Moderadamente peligroso ^d
Mancozeb	Mazorca negra, antracnosis, muerte regresiva	No	Poco peligroso ^d
Maneb	Antracnosis	No (BRA prohibido) ^c	Poco peligroso ^d
Metalaxyl	Mazorca negra	No (BRA prohibido) ^c	Poco peligroso ^d
Metomil	Trips	No (COL, NIC prohibido) ^c	Sumamente peligroso ^d

Neonicotinoides	Mazorquero	No	Moderadamente peligroso ^d
Oxicloruro de cobre	Barrenador	Si ^b	Poco peligroso
Oxycarboxin	Escoba de bruja	No	Poco peligroso ^d
Pasta a base de óxido cuproso	Gota del cacao	Si ^b	Poco peligroso
Pasta bordeles	Barrenador	Si ^b	Poco peligroso
Picloram-triisopropanol amonio	Pudrición negra de la raíz	No	Poco peligroso ^d
Piretroides	Barrenador, trips, hormigas cortadoras	No	Moderadamente peligroso ^d
Polisulfuros	Moniliasis	No	Muy Peligroso ^e
Propargina	Acaro vegetativo de las yemas	No	Poco peligroso ^d
Pyracarbolid	Moniliasis, escoba de bruja		Obsoleto ^d
Silicato de potasio	Mazorca negra	Si	Poco peligroso ^e
Sulfato de cobre pentahidratado	Escoba de bruja	No	Moderadamente peligroso ^d
Tebuconazol	Moniliasis	No	Moderadamente peligroso ^d
Thiamethoxam	Trips, hormigas cortadoras	No	Moderadamente peligroso ^d
Tiofanato metílico	Antracnosis	No	Moderadamente peligroso ^d
Triadimefon	Moniliasis, escoba de bruja	No	Moderadamente peligroso ^d
Triazóis	Mazorca negra	No	
Urea	Moniliasis, escoba de bruja, mazorquero	No	
Voliam flexi	Trips	No	Poco peligroso ^d

^a Franja y color de peligrosidad (rojo: sumamente peligroso; amarillo: muy peligroso; azul: moderadamente peligroso; verde: poco peligroso).

^b Productos permitidos por la Unión Europea para su uso en la agricultura orgánica.

^c Lista internacional consolidada de plaguicidas prohibidos.

^d Clasificación recomendada por la Organización Mundial de la Salud – OMS.

^e Datos tomados de ficha técnica.

Nota: La clasificación de cualquier producto depende de la dosis. Se debe tener en cuenta la lista de productos permitidos para la producción orgánica de acuerdo con los reglamentos de cada país.

Lista de figuras

Figura 1. Países productores de granos de cacao en América Latina y el Caribe donde se realizó la investigación y producción media de granos de cacao (Tn) en los últimos 10 años (2012-2022).....	29
Figura 2. Región y país de trabajo de los especialistas en manejo integrado de plagas y/o enfermedades del cacao en América Latina y el Caribe.	32
Figura 3. Ejemplo de una correlación con la proyección de las variables en el plano de dos dimensiones (determinado por los dos primeros factores). Se incluye la distribución de las observaciones (métodos de control cultural, biológico y químico).	34
Figura 4. Área de conocimiento (plagas y/o enfermedades) de los especialistas de América Latina y el Caribe.....	35
Figura 5. Años de experiencia en manejo integrado de plagas y/o enfermedades del cacao de los especialistas en América Latina y el Caribe.	36
Figura 6. Sector de trabajo de los especialistas en América Latina y el Caribe. a) Sector de trabajo del total de encuestados; b) Proporción de respuestas de las personas que laboran en más de un sector de trabajo.	37
Figura 7. Departamentos de Perú donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	40
Figura 8. Respuestas de los especialistas en Perú sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	41
Figura 9. Respuestas de los especialistas en Perú sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	42
Figura 10. Departamentos de Colombia donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	43
Figura 11. Respuestas de los especialistas en Colombia sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	45
Figura 12. Respuestas de los especialistas en Colombia sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	46
Figura 13. Provincias de Ecuador donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	47
Figura 14. Respuestas de los especialistas en Ecuador sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	49
Figura 15. Respuestas de los especialistas en Ecuador sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	50

Figura 16. Estados de Brasil donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	51
Figura 17. Respuestas de los especialistas en Brasil sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	53
Figura 18. Respuestas de los especialistas en Brasil sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	54
Figura 19. Departamentos de Bolivia donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	55
Figura 20. Respuestas de los especialistas en Bolivia sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	56
Figura 21. Respuestas de los especialistas en Bolivia sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	57
Figura 22. Estados de Venezuela donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	58
Figura 23. Respuestas de los especialistas en Venezuela sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	60
Figura 24. Respuestas de los especialistas en Venezuela sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	61
Figura 25. Estados de México donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	62
Figura 26. Respuestas de los especialistas en México sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	63
Figura 27. Respuestas de los especialistas en México sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	65
Figura 28. Países y provincias de Centroamérica y el Caribe donde han trabajado los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	68
Figura 29. Respuestas de los especialistas en Centroamérica y el Caribe sobre su experiencia trabajando en el control de las enfermedades encuestadas.	69
Figura 30. Respuestas de los especialistas en Centroamérica y el Caribe sobre su experiencia trabajando en el control de las plagas encuestadas.	70
Figura 31. Incidencia de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	74
Figura 32. Severidad de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	75

Figura 33. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) según la percepción de los especialistas encuestados.	76
Figura 34. Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas en América Latina y el Caribe para el control de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	77
Figura 35. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	78
Figura 36. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	79
Figura 37. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	81
Figura 38. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	82
Figura 39. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	83
Figura 40. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.	84
Figura 41. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	85
Figura 42. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	86
Figura 43. Correlación entre la efectividad y la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	87
Figura 44. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	89

Figura 45. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.....	90
Figura 46. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.....	91
Figura 47. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.....	92
Figura 48. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.....	93
Figura 49. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.	94
Figura 50. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	95
Figura 51. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	96
Figura 52. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	97
Figura 53. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	99
Figura 54. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	100
Figura 55. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	101
Figura 56. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	102

Figura 57. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao.	103
Figura 58. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.	104
Figura 59. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	105
Figura 60. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	106
Figura 61. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	107
Figura 62. Diseño de las plantaciones y variedades que recomiendan los especialistas para controlar la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	108
Figura 63. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la moniliasis.	110
Figura 64. Análisis de componentes principales (primero dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....	112
Figura 65. Incidencia de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.	117
Figura 66. Incidencia de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.	118
Figura 67. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) según la percepción de los especialistas encuestados.....	119
Figura 68. Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>).	120
Figura 69. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	121

Figura 70. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	122
Figura 71. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	123
Figura 72. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	124
Figura 73. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	125
Figura 74. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	126
Figura 75. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	127
Figura 76. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	128
Figura 77. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	129
Figura 78. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	130
Figura 79. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	131
Figura 80. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.	132
Figura 81. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.	133

Figura 82. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.	134
Figura 83. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.....	135
Figura 84. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	136
Figura 85. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	137
Figura 86. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	138
Figura 87. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	139
Figura 88. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	141
Figura 89. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	142
Figura 90. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	143
Figura 91. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao.....	144
Figura 92. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	145

- Figura 93.** Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina. 146
- Figura 94.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina. 147
- Figura 95.** Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina. 148
- Figura 96.** Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). 149
- Figura 97.** Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la escoba de bruja. 151
- Figura 98.** Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina. 153
- Figura 99.** Incidencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. 157
- Figura 100.** Severidad de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. 158
- Figura 101.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) según la percepción de los especialistas encuestados. 159
- Figura 102.** Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*). 160
- Figura 103.** Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao. 161
- Figura 104.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao. 162
- Figura 105.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao. 163

- Figura 106.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....164
- Figura 107.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.165
- Figura 108.** Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.166
- Figura 109.** Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.167
- Figura 110.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...168
- Figura 111.** Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...169
- Figura 112.** Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....171
- Figura 113.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....172
- Figura 114.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....173
- Figura 115.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao..174
- Figura 116.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....175
- Figura 117.** Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.176

- Figura 118.** Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....177
- Figura 119.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....178
- Figura 120.** Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....179
- Figura 121.** Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....180
- Figura 122.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.181
- Figura 123.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.182
- Figura 124.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.....183
- Figura 125.** Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao.184
- Figura 126.** Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.185
- Figura 127.** Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.186
- Figura 128.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.187
- Figura 129.** Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...188

- Figura 130.** Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad mazorca negra (*Phytophthora palmivora*). ...189
- Figura 131.** Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la mazorca negra.....191
- Figura 132.** Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad *Phytophthora palmivora* en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina y el Caribe.193
- Figura 133.** Incidencia de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.197
- Figura 134.** Severidad de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.198
- Figura 135.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) según la percepción de los especialistas encuestados.199
- Figura 136.** Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.).200
- Figura 137.** Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.201
- Figura 138.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.....202
- Figura 139.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.203
- Figura 140.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.204
- Figura 141.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.205
- Figura 142.** Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.206

- Figura 143.** Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.207
- Figura 144.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.208
- Figura 145.** Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.209
- Figura 146.** Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.210
- Figura 147.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.211
- Figura 148.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.212
- Figura 149.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.213
- Figura 150.** Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao.214
- Figura 151.** Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.215
- Figura 152.** Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.216
- Figura 153.** Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos) más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.217
- Figura 154.** Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (*Rosellinia* sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.218

Figura 155. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao.	219
Figura 156. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao.	220
Figura 157. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao.	221
Figura 158. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao.	222
Figura 159. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao.	223
Figura 160. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	224
Figura 161. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	225
Figura 162. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	226
Figura 163. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	227
Figura 164. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.).....	228
Figura 165. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la pudrición negra de la raíz.....	229
Figura 166. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la enfermedad pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.....	231
Figura 167. Incidencia de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.	234

Figura 168. Severidad de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en América Latina, según la percepción de los especialistas.	235
Figura 169. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) según la percepción de los especialistas encuestados.	236
Figura 170. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.).....	237
Figura 171. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.	238
Figura 172. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	239
Figura 173. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	240
Figura 174. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.	241
Figura 175. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.	242
Figura 176. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	243
Figura 177. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	244
Figura 178. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	245
Figura 179. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	246
Figura 180. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.	247

Figura 181. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	248
Figura 182. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	249
Figura 183. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	250
Figura 184. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	251
Figura 185. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.....	252
Figura 186. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	253
Figura 187. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	254
Figura 188. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.....	255
Figura 189. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.).....	256
Figura 190. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la antracnosis.....	257
Figura 191. Incidencia de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en América Latina y el Caribe, según la percepción de los especialistas.....	260
Figura 192. Severidad de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en América Latina y el Caribe, según la percepción de los especialistas.....	261
Figura 193. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) según la percepción de los especialistas encuestados.....	262
Figura 194. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>).....	263

Figura 195. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	264
Figura 196. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	265
Figura 197. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	266
Figura 198. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.	267
Figura 199. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	268
Figura 200. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.	269
Figura 201. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.	270
Figura 202. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...	271
Figura 203. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...	272
Figura 204. Recomendación de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	273
Figura 205. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	274
Figura 206. Percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.....	275

Figura 207. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.	276
Figura 208. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao.	277
Figura 209. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina y el Caribe.	278
Figura 210. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	279
Figura 211. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	280
Figura 212. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe. ...	281
Figura 213. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>).	282
Figura 214. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al mal de machete.	284
Figura 215. Incidencia de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en América Latina, según la percepción de los especialistas.	287
Figura 216. Severidad de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en América Latina, según la percepción de los especialistas.	288
Figura 217. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) según la percepción de los especialistas encuestados.	289
Figura 218. Porcentaje de los métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas de América Latina para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>).	290
Figura 219. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.	291

Figura 220. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	292
Figura 221. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.	293
Figura 222. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	294
Figura 223. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	295
Figura 224. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.....	296
Figura 225. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	297
Figura 226. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	298
Figura 227. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	299
Figura 228. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.	300
Figura 229. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	301
Figura 230. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.	302
Figura 231. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	303

Figura 232. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao.....	304
Figura 233. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.....	305
Figura 234. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la enfermedad muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>).	306
Figura 235. Clones/Varietades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia a la muerte regresiva.....	307
Figura 236. Incidencia de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.....	311
Figura 237. Severidad de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.....	312
Figura 238. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) según la percepción de los especialistas encuestados.	313
Figura 239. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina para el control del chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>).....	314
Figura 240. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	315
Figura 241. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	316
Figura 242. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	317
Figura 243. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	318
Figura 244. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	319

Figura 245. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	320
Figura 246. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	321
Figura 247. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	322
Figura 248. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	323
Figura 249. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	324
Figura 250. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	325
Figura 251. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	326
Figura 252. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	327
Figura 253. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao. ...	328
Figura 254. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	329
Figura 255. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	330
Figura 256. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	331

Figura 257. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonia dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	332
Figura 258. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonia dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	333
Figura 259. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonia dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao.	334
Figura 260. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonia dissimulatum</i>) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	335
Figura 261. Diseño de las plantaciones y variedades de cacao que recomiendan los especialistas para el control de la plaga chinche del cacao (<i>Monalonia dissimulatum</i>).	336
Figura 262. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al chinche del cacao	337
Figura 263. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de la plaga <i>Monalonia dissimulatum</i> en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.	339
Figura 264. Incidencia del mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.	343
Figura 265. Severidad del mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) en el cultivo de cacao según la percepción de los especialistas en América Latina.	344
Figura 266. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga el mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) según la percepción de los especialistas encuestados.	345
Figura 267. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.).....	346
Figura 268. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) en el cultivo de cacao.	347
Figura 269. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) en el cultivo de cacao.	348
Figura 270. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentis</i> spp.) en el cultivo de cacao.	349

Figura 271. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	350
Figura 272. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	351
Figura 273. Frecuencia de aplicación de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	352
Figura 274. Correlación entre la efectividad y el costo de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	353
Figura 275. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	354
Figura 276. Correlación entre la efectividad y difusión de las prácticas culturales más utilizadas para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	355
Figura 277. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	356
Figura 278. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	357
Figura 279. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los agentes de control biológico (microorganismos y controladores biológicos) más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	358
Figura 280. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	359
Figura 281. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	360
Figura 282. Frecuencia de aplicación de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga el mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	361

Figura 283. Correlación entre la efectividad y el costo de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.	362
Figura 284. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.....	363
Figura 285. Correlación entre la efectividad y la difusión de los agentes de control biológico más utilizados para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América latina.....	364
Figura 286. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	365
Figura 287. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	366
Figura 288. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.	367
Figura 289. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	368
Figura 290. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	369
Figura 291. Frecuencia de aplicación de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	370
Figura 292. Correlación entre la efectividad y el costo de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	371
Figura 293. Correlación entre la efectividad y la asequibilidad de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	372
Figura 294. Correlación entre la efectividad y la difusión de los productos químicos más utilizados para el control del mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas en América Latina.	373

Figura 295. Recomendación de los especialistas en América Latina sobre las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	374
Figura 296. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la efectividad de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	375
Figura 297. Percepción de los especialistas en América Latina sobre el costo de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	376
Figura 298. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la asequibilidad de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	377
Figura 299. Percepción de los especialistas en América Latina sobre la difusión de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao.....	378
Figura 300. Frecuencia de aplicación de las prácticas etológicas más utilizadas para el control de la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) en el cultivo de cacao, según la percepción de los especialistas encuestados en América Latina.	379
Figura 301. Diseño de las plantaciones y variedades que recomiendan los especialistas para controlar la plaga mazorquero (<i>Carmentia</i> spp.) según la percepción de los especialistas.	380
Figura 302. Clones/Variedades recomendadas por los especialistas de América Latina y el Caribe por su tolerancia/resistencia al mazorquero.	381
Figura 303. Análisis de componentes principales (primeros dos componentes) de las prácticas y productos de control más utilizados para el manejo de <i>Carmentia</i> spp. en el cultivo de cacao, según la percepción de especialistas en América Latina.	382
Figura 304. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga barrenador del cacao (<i>Xyleborus</i> sp.) según la percepción de los especialistas encuestados.	385
Figura 305. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas en América Latina y el Caribe para el control de la plaga barrenador del cacao (<i>Xyleborus</i> sp.).	386
Figura 306. Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de los plaga gota del cacao (<i>Steirastoma breve</i>) según la percepción de los especialistas.	391
Figura 307. Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de la gota del cacao (<i>Steirastoma breve</i>).	392

- Figura 308.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de la plaga picudo del cacao (*Heilipus unifasciatus*) según la percepción de los especialistas.394
- Figura 309.** Métodos de control (cultural, biológico, químico y genético) utilizados por los especialistas para el control del picudo del cacao (*Heilipus unifasciatus*).395
- Figura 310.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia del ácaro vegetativo de las yemas (*Aceria reyesi*) según la percepción de los especialistas.398
- Figura 311.** Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control del ácaro vegetativo de las yemas (*Aceria reyesi*).399
- Figura 312.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de los trips según la percepción de los especialistas encuestados.401
- Figura 313.** Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de los trips.402
- Figura 314.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de las hormigas cortadoras según la percepción de los especialistas.405
- Figura 315.** Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de las hormigas cortadoras.406
- Figura 316.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de las aves (pájaro carpintero) según la percepción de los especialistas.408
- Figura 317.** Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de las aves (pájaro carpintero).409
- Figura 318.** Época del año y etapa fenológica del cultivo de cacao en la que aumenta la presencia de mamíferos (ardillas y roedores) según la percepción de los especialistas.411
- Figura 319.** Métodos de control (cultural, biológico, químico, genético y etológico) utilizados por los especialistas para el control de mamíferos (ardillas y roedores).412

Lista de tablas

Tabla 1. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de las plagas (P) y enfermedades (E) según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....	16
Tabla 2. Plagas y enfermedades seleccionadas para encuestar a los especialistas en manejo de plagas y/o enfermedades del cacao.	30
Tabla 3. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) según la percepción de los especialistas en América Latina y el Caribe.....	114
Tabla 4. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) según la percepción de los especialistas.	154
Tabla 5. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>) según la percepción de los especialistas.	195
Tabla 6. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la pudrición negra de la raíz (<i>Rosellinia</i> sp.) según la percepción de los especialistas.	232
Tabla 7. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.) según la percepción de los especialistas...	258
Tabla 8. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del mal de machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) según la percepción de los especialistas.	285
Tabla 9. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control de la muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>) según la percepción de los especialistas.	308
Tabla 10. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del chinche del cacao (<i>Monalonion dissimulatum</i>) según la percepción de los especialistas.	340
Tabla 11. Resumen de las prácticas de manejo más efectivas, económicas y asequibles para el control del mazorquero (<i>Carmenta</i> spp.) según la percepción de los especialistas.	383

Lista de anexos

Anexo 1. Ejemplo de la encuesta *Moniliophthora roreri* (sección de información personal, experiencia, factores agronómicos, prácticas de manejo y consideraciones generales). Se muestran las preguntas del método de control cultural (preguntas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5), las cuales fueron formuladas de igual manera para el control biológico y químico.414

Anexo 2. Lista de productos químicos mencionados en literatura o utilizados por los especialistas para el control de las plagas y/o enfermedades del cacao con evaluación de permisibilidad en la agricultura orgánica y clasificación de peligrosidad.....418

Referencias bibliográficas

Abbott, P. C., Benjamin, T. J., Burniske, G. R., Croft, M. M., Fenton, M. C., Kelly, C. R., Lundy, M. M., Camayo, F. R. & Wilcox, M. D. (2018). Análisis de la cadena productiva de cacao en Colombia. Cali, Colombia, USAID.

Aime, M. C. & Phillips-Mora, W. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (*Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia*, 97(5), 1012-1022.

Alarcón, J., Arevalo, E., Díaz, A., Galindo, J. & Alberto, A. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). Medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Alcantara Veliz, C. D. (2013). Ciclo biológico de *carmenta foraseminis* eichlin, en *theobroma cacao*-en la zona de Satipo (Trabajo de grado). Universidad Nacional del centro del Perú, Perú.

Ali, S. S., Shao, J., Strem, M. D., Phillips-Mora, W., Zhang, D., Meinhardt, L. W., & Bailey, B. A. (2015). Combination of RNAseq and SNP nanofluidic array reveals the center of genetic diversity of cacao pathogen *Moniliophthora roreri* in the upper Magdalena Valley of Colombia and its clonality. *Frontiers in Microbiology*, 6, 850.

Alianza Cacao El Salvador. (s. f.). Manejo integrado del barrenador del cacao (*Theobroma cacao*) Boletín No. 1. Alianza Cacao El Salvador.

Alomía, J., Alomía, C. & Vega, B. (2021). *Carmenta foraseminis* Eichlin y *Phytophthora palmivora* en frutos de *Theobroma cacao* L. en Sapito, Perú. *Manglar*, 18(3), 283-288.

Alomía-Lucero, J. M. & Carmona-Rojas, E. (2021). Daños y hábitos de la polilla *Carmenta foraseminis* Eichlin en frutos de *Theobroma cacao* en la zona de Sapito, Perú. *Revista Investigación Agraria*, 3(3), 8-20.

Álvarez, J. C., Martínez, S. C. & Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta agronómica*, 63(4), 388-399.

Anzules-Toala, V., Borjas-Ventura, R., Alvarado-Huamán, L., Castro-Cepero, V. & Julca-Otiniano, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520.

Aranzazu, H. F. (1997). La llaga estrellada del cacao (*Rosellinia pepo*), la epidemia y su manejo. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

Argüello-Chávez, H. (2017). Aspectos bioecológicos y de manejo de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), en la producción de cacao (*Theobroma cacao*) en Río San Juan, Nicaragua. *La Calera*, 17(29), 63-67.

Armengot, L., Ferrari, L., Milz, J., Velásquez, F., Hohmann, P. & Schneider, M. (2019). Cacao agroforestry systems do not increase pest and disease incidence compared with monocultures under good cultural management practices. *Crop protection*, 130, 105047.

Arvelo, M., Delgado, T., Maroto, S., Rivera, J., Higuera, I., & Navarro, A. (2016). Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

Augusto-Bartolomé, J. P. (2018). Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del “mazorquero del cacao”(carmenta foraseminis busck (eichlin)) en el caserío de Pumahuasi (Trabajo de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

Bailey, B. A., Evans, H. C., Phillips-Mora, W., Ali, S. S. & Meinhardt, L. W. (2018). *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. *Molecular plant pathology*, 19(7), 1580-1594.

Bastos, C. (2005). Estratagias de controle biológico de fitopatógenos de cacaueiro. In Anais VIII Reuniau de control Biologico de Fitoptogenos. Ministerio de agricultura, pecuaria e Abastecimiento (CEPLAC).

Batista, L. (2009). Guía técnica el Cultivo de Cacao. Santo Domingo, República Dominicana, CEDAF.

Benassi, V. L. R. M., Souza, C. A. S., Valente, F. I. & Lenzi, J. C. (2013). *Carmenta foraseminis* (Lepidoptera: Sesiidae), nova broca de frutos de cacau no Brasil. *Revista de Agricultura*, 88(1), 70-75.

Bernal-Zuluaga, J. T. (2021). Evaluación de la diversidad de géneros de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) asociados al agrosistema de cacao

(*Theobroma cacao* L.) en Victoria-Caldas (Trabajo de grado). Universidad de Caldas, Colombia.

Brainer, M. S. C. P. (2021). Produção de cacau. Rio de Janeiro, Brasil, CEPLAC.

Bustamante, B. E. J. (2020). Evaluación de alternativas orgánicas comerciales en el control del chinche negro (*Antiteuchus* sp.) del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Tesis de doctorado). Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Cabezas, O. E., Gil, J. L., Gómez, R., Dávila, C., Morón, S. & Ramírez, C. (2017). Estado fitosanitario en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Huánuco (Perú): Incremento del impacto de *Carmenta foraseminis* Eichlin. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Perú.

Cajamarca-Monserrate, A. R. (2022). Daños causados por la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Camacho-Guaman, F. E. (2017). Influencia del tamaño de gota para controlar antracnosis con dos fungicidas en cultivo de cacao (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Cañarte-Bermúdez, E. G., & Navarrete-Cedeño, J. B. (2021). Reconocimiento de artrópodos-plaga y controladores biológicos como herramienta para el manejo ecológico de plagas en cacao. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Carabalí, M. A. (2015). Bioecología y epidemiología de *Carmenta foraseminis* [Informe final]. Palmira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Madr).

Carabalí, M. A., Senejoa, L. C. E. & Montes, P. M. (2018). Reconocimiento, daño y opciones de manejo de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae). Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cárdenas-Prado, N. J., Darghan., Sosa-Rico, M. D. & Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209-220.

Carvajal-Salazar, V. A., Agudelo, L. A., Cardona-Cortés, G., Castro-Caicedo, B. L., Salazar, M., Gaitán-Bustamante, Á. L. & Enciso-Maldonado, G. A. (2022). Alternativas para el manejo de pudriciones de raíz del cacao causada por *Rosellinia* spp. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico*, 16(16), e2022015.

Carvajal Rivera, A. S. (2020). Epidemiología de *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora en seis clones de cacao de Santander, Colombia (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados, México.

Castro-Piguave, C., Vera, M., Ganchozo, B. I., Lucio, Y. A. V. & Gabriel-Ortega, J. (2018). Control etológico de Thrips sp.(Insecta: Thysanoptera) y Spodoptera spp.(Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(2), 104-112.

Cely, O. V., Bermúdez, E. C., Bermúdez, E. C. & Navarrete, B. (2012). Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí. *La técnica*, (7), 34-42.

Cerón, S. I. X., García, M. M. C., Rodríguez, P. E., Cubillos V. A., Polanco, D. E., López, H. M. D. P. (2020). Estrategias tecnológicas para el manejo del cultivo y el beneficio del cacao. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Coll, E. P. C., & Dilas-Jiménez, J. O. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Qantu Yachay*, 2(1), 08-15.

Cordero, M. R. & Maniscalco, D. P. (2010). Diversidad de *Trichoderma* spp. en plantaciones de *Theobroma cacao* L. del estado Carabobo, Venezuela, y su capacidad biocontroladora sobre *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer. *Interciencia*, 35(10), 777-783.

Córdova-Ávalos, V., Sánchez-Hernández, M., Estrella-Chulim, N. G., Sandoval-Castro, E. & Ortiz-García, C. F. (2001). Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 17(34), 92-100.

Correa Álvarez, J., Castro Martínez, S., & Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta agronómica*, 63(4), 388-399.

Cubillos, G. (2013). Manual del perforador de la mazorca del cacao *Carmentia foraseminis* (Busck) Eichlin. Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. Medellín, Colombia. 32 pp.

Cubillos, G.; Restrepo, T. & Hincapié, O.D. (2019). La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo. Medellín, Colombia: Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. Medellín, Colombia. 28 pp.

Dávila-Tafur, K. (2018). Control biológico del mazorquero del cacao (*Carmentia foraseminis*), utilizando dos cepas nativas de *Beauveria bassiana*, Región San Martín. (Trabajo de grado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú.

De la Cruz-Ricardez, D., Ortiz-García, C. F., Lagunes-Espinoza, L. D. C. & Torres-de la Cruz, M. (2020). Efecto antifúngico in vitro de extractos metanólicos de *Capsicum* spp. en *Moniliophthora roreri*. *Agrociencia*, 54(6), 813-824.

Delgado, R., & Pichilingue, E. (2003). Fuentes de resistencia al mal de machete en accesiones de cacao silvestre colectadas en la Amazonia Ecuatoriana. XII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal, 19-21.

Delgado, C., Andrés, C., Sánchez-Gracia, J. E. (2022). Evaluación de métodos de control para escoba de bruja (*Monillioptora pernicioso*) en cacao en época lluviosa (Trabajo de grado). Universidad de las fuerzas armadas, Ecuador.

De Oliveira, M. L., & Luz, E. D. M. N. (2005). Identificação e manejo das principais doenças do cacau no Brasil. Bahía, Brasil: Centro de pesquisas de cacau (CEPLEC).

Díaz-Valderrama, J. R., Zambrano, R., Cedeño-Amador, S., Córdova-Bermejo, U., Casas, G. G., García-Zurita, N., ... & Aime, M. C. (2022). Diversity in the invasive cacao pathogen *Moniliophthora roreri* is shaped by agriculture. *Plant Pathology*, 71(8), 1721-1734.

DGSV-DCNRF. (2022). Escoba de bruja, *Moniliophthora pernicioso* (Stahel) Aime. SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 17 p.

Echeverri, J. (2013). Tecnología moderna en la producción de cacao. Manual para productores orgánicos. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Espinoza-Carranza, J. J. (2012). Determinación del efecto de seis productos biorracionales sobre *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de escoba de bruja en cacao (*Theobroma cacao* L.) (Trabajo de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

Espinoza-Rodríguez, D. A. (2019). Manejo de la escoba de bruja (*Moniliophthora Perniciosa*) en el Cultivo de Cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la Hacienda” San José zona de Babahoyo (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Estivarez Copa, M. E., & Maldonado Fuentes, C. (2019). Criterios de selección para cacao nacional Boliviano (*Theobroma cacao* L.), en Alto Beni-Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 29-36.

Estrada, W., Romero, X. & Moreno, J. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. El Salvador: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza – CATIE y Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña CONFRAS.

Fachin, G., Pinedo, K., Vásquez, J., Flores, E., Doria, M., Alvarado, J. & Bellido, J. J. (2019). Factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* “cacao” en San Martín, Perú. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(2), 133-145.

FAOSTAT. (2022). Base de Datos Estadísticos de la FAO sobre cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>. Visitado en Junio 05 de 2024.

Fernández-Maura, Y., Lachenaud, P., Decock, C., Díaz-Rodríguez, A. & Abreu Romero, N. (2018). Caracterización de *Phytophthora*, agente etiológico de la pudrición negra de la mazorca del cacao en Cuba y Guyana Francesa. *Centro Agrícola*, 45(3), 17-26.

Fernández, G. R. G. & Lima, M. D. Y. (2021). Efecto de tres bioinsecticidas en el control de chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum* Dist.) en la provincia de Sapito (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Ferrari, L., Flores, A., Velásquez, F., Schneider, M., Andres, C., Milz, J., Trujillo, G., Alcon, F. & Studer, C. (2014). Evaluation of organic pest management strategies to control the cocoa mirid (*Monalonion dissimulatum* Dist.), Alto Beni, Bolivia. Tropentag 2014, Book of Abstracts-Bridging the gap between increasing knowledge and decreasing resources, 143.

Figuerola, M. W., Ramírez, S. J. A. & Sigarrosa, R. A. K. (2013). Efecto de las cepas nativas *Paecilomyces* sp. (Bainier) y *Lecanicillium* sp. (Zimm) en el control de *Carmentia foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica*, 62(3), 279-286.

Franco-Apupalo, P. R. (2023). Efecto de la mancha negra (*Phytophthora* spp.) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Furcal-Beriguete, P. & Torres-Morales, J. (2020). Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de *Theobroma cacao* L. en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 33(1), 122-137.

García-Briones, A. R., Pico-Pico, B. F., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista Digital Novasinerгия*, 4(2), 152-172.

García-Córdoba, J., George, A., Argyle, T., Hoopen, M. T., & Krauss, U. (2005). ¿ Existe la tolerancia genética del cacao (*Theobroma cacao*) a *Rosellinia bunodes* y *Rosellinia pepo*?. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*, 75, 21-31.

García, R. A. M., Ten Hoopen, G. M., Kass, D. C., Garita, V. A. S. & Krauss, U. (2003). Evaluation of mycoparasites as biocontrol agents of *Rosellinia* root rot in cocoa. *Biological Control*, 27(2), 210-227.

García, J. L., & Montilla, R. (2010). Hymenopteros parasitoides de insectos asociados a las plantaciones de cacao, en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía tropical*, 60(3), 91-97.

Gamboa, J., Pérez-Benavides, L., Ospina-Peñuela, E., Serna, F., & Viggiani, G. (2024). A new species of Uscanoidea Girault (Hymenoptera, Trichogrammatidae), an egg parasitoid of *Monalonion dissimulatum* Distant (Hemiptera, Miridae). *Journal of Hymenoptera Research*, 97, 191-206.

González, R. V., Giron, C., Sanchez, P., Castillo, A., Movil, O., Parra, D., & Vidal, R. (2011). Selection of new varieties on-farm and on-station in Venezuela. Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement, 113.

Guamán Villa, M. A., Jaramillo Aguilar, E. J., Bernal Morales, J. F. (2022). Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149-154.

Guerrero, R., Cevallos, O., Eguez, E., & Peñaherrera, S. (2020). El potencial del uso de microorganismos endofíticos como agentes de control de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Centrosur Agraria*, 1-18.

Gutiérrez, J. A. M., Castañeda, Y. V., & Ruiz, S. B. M. (2017). Estimación de pérdidas generados por *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el grano comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) y registro de controladores biológicos en la granja "Rafael Rivera", San Jerónimo (Antioquia-Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17(2), 29-37.

Gutiérrez, A. (2020). Caracterización morfológica de tres genotipos criollos promisorios de *Theobroma cacao* L., en Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (30), 150-169.

Hanada, R. E. (2006). Controle de *Phytophthora palmivora*, agente causal da podridão-parda dos frutos de cacaueiro com fungos endofíticos (Tesis de doctorado). Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Heinrichs, W., & Conde, F. (2024). El Cacao en Centroamérica y el Caribe. Historia, cultura, generación de valor y desarrollo para el sector agroalimentario. Organización Internacional Ítalo – latinoamericana (IILA).

Hernández-Gómez, E., Hernández-Morales, J., Avendaño-Arrazate, C. H., López-Guillen, G., Garrido-Ramírez, E. R., Romero-Nápoles, J., & Nava-Díaz, C. (2015). Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 33(2), 232-246.

Hernández-Villegas, J. J. (2016). Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis perniciososa*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. *Bioagro*, 28(1), 59-64.

Huaman-Pilco, J., Huaman-Pilco, Á. F., Hernández-Díaz, E., Oliva-Cruz, S. M., & Díaz-Valderrama, J. R. (2024). Dieback and pod rot caused by *Lasiodiplodia theobromae* and *L. iraniensis* in native accessions of cacao (*Theobroma cacao*) from Amazonas, Peru. *Indian Phytopathology*, 77, 693-703.

Huaycho Callisaya, H., Maldonado Fuentes, C., & Manzaneda Delgado, F. (2017). Control del Chinche del Cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de bioinsecticidas en la región de los Yungas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 31-39.

Huaycho Callisaya, H. (2014). Uso de tres bioinsecticidas para medir la efectividad en el control del chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum* Dis) bajo condiciones controladas y condiciones de campo en la estación experimental de Sapecho Alto Beni (Trabajo de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Huda-Shakirah, A. R., Mohamed Nor, N. M. I., Zakaria, L., Leong, Y. H., & Mohd, M. H. (2022). *Lasiodiplodia theobromae* as a causal pathogen of leaf blight, stem canker, and pod rot of *Theobroma cacao* in Malaysia. *Scientific Reports*, 12(1), 8966.

IDIAF. (2004). Resultados de investigación en cacao. Santo domingo, Republica Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales – IDIAF.

Jaimes, S. Y. & Aranzazu, H. F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Jaraba, C., A. B., Buriticá, L. A. J., Suárez, B. D. R., Bautista, O. H., Urrego, P. J. E., Gavanoz, C. J. A., Puerta, R. J. A., Valenzuela, A. J. F., Calderón, B. L. E., Hincapié, E. O. D., Hernández, P. P. E. & Restrepo, Q. T. I. (2019). Manejo integrado de agroquímicos en el cultivo de cacao. Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. Medellín, Colombia. 24 pp.

Jáuregui Sánchez, C. A. (2001). Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades del cacao en Tingo María (Trabajo de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

Johnson, J., Bonilla, J., & Agüero, L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. León, Nicaragua.

Lamilla-Quinde, A. O. (2022). Control químico de Monilia (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.), en Ecuador (Trabajo de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Landero-Valenzuela, N., Lara-Viveros, F. M., Andrade-Hoyos, P., Aguilar-Pérez, L. A. & Aguado Rodríguez, G. J. (2016). Alternativas para el control de *Colletotrichum* spp. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(5), 1189-1198.

Leandro-Muñoz, M. E. & Cerda, R. (2021). Guía para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de cacao. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE).

López, V. G., Soto, S. S., Martínez, N. B., de la Cruz, M. P., & Hernández, J. H. R. M. (2013). Fluctuación poblacional de *Clastoptera laenata* (Hemiptera: Clastopteridae) en el cultivo del cacao en Tabasco, México. *Fitosanidad*, 17(3), 131-137.

Maldonado Fuentes, C. (2015). Efecto del manejo en la reducción de incidencia de enfermedades (Moniliasis, Escoba de Bruja y Mazorca Negra) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Estación Experimental de Sapecho. *Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal*, 1, 66-71.

Mazón, M., Díaz, F. & Gaviria, C. J. (2013). Effectiveness of different trap types for control of bark and ambrosia beetles (Scolytinae) in Criollo cacao farms of Mérida, Venezuela. *International Journal of Pest Management*, 59(3), 189-196.

Mendoza-García, R. (2000). Aislamiento selectivo y pretamizado de bioensayos de micoparásitos contra *Rosellinia* spp. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE).

Miranda, I. A. & Gomes, K. E. C. (2023). Monitoramento e manejo de insetos/pragas no cacau (*Theobroma cacao* L.) em Sistemas Agroflorestais (SAFs) no município de Tomé-Açu/Pará (Trabajo de grado). Universidad Federal de la Amazonia, Brasil.

Montealegre, B. F., Rojas, M. J., & Jaime, S. Y. (2021). Factores agronómicos y socioeconómicos que inciden en el rendimiento productivo del cultivo de cacao. Un estudio de caso en Colombia. *FAVE - Sección ciencias agrarias*, 20(2), 59-73.

Mora, F. D. S., & Fiallos, F. R. G. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 249-258.

Morán-Rosillo, J. L. & Castillo-Carrillo, P. S. (2020). El barrenador del fruto y tallo del cacao (*Carmenta theobromae*, Lepidoptera: Sesiidae) en el valle de Zarumilla, Tumbes, Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(1), e10165. <https://doi.org/10.25100/socolen.v46i1.10165>

Morales, O., Borda, A., Argandoña, A., Farach, R., Naranjo, L. G., Lazo, K. (2015). La alianza cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma. Lima, Perú: Universidad ESAN.

Morán-Rosillo, J. L. & Castillo-Carrillo, P. S. (2020). El barrenador del fruto y tallo del cacao (*Carmenta teobroma*, Lepidoptera: Sesiidae) en el valle de Zarumilla, Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(1), 1-8.

Moreira-Morrillo, A. A. M., Moreira, Á. V. C., Martínez, H. F. C. & Fiallos, F. R. G. (2021). *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) *Botryodiplodia theobromae* Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 653-662.

Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., Valera, Á., Muñoz, W., & Guerra, J. (2008). Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao*) al ataque de *Steirastoma breve* (Coleoptera: Cerambycidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 151-155.

Murrieta, M. E. & Palma, M. H. (2018). Manejo integrado de la “Monilia” en el cultivo de cacao. Alianza Cacao Perú.

Murrieta, M. E. & Palma, M. H. (2018). Manejo integrado de la “Escoba de bruja” en el cultivo de cacao. Alianza Cacao Perú.

Muñoz, A. J. C. (2019). Control de *Phytophthora palmivora* en *Theobroma cacao* L. clon CCN-51 con fosetil aluminio, hidróxido de cobre y propineb en Satipo (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.

Nakayama, K. (2018). Surto de lepidobrocas atacando frutos de cacaueiro. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, nº210, 26.

Nakayama, K. (2023). Controle químico da broca do fruto do cacau *Carmenta foraseminis* Eichlin, 1995 (Lepidoptera, Sesiidae). *Agrotrópica*, 35(1), 53-60.

Navarro, R., Clavijo, J., Vidal, R. & Delgado, N. (2004). Nuevo insecto perforador del fruto de cacao de importancia económica en Venezuela. Venezuela: INIA.

Navarro, R. & Liendo, R. (2010). Fluctuación poblacional de Scolytidae (Insecta: Coleoptera) en cacao del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(3), 255-261.

Nestlé. (2023). Guía de manejo integrado de plagas e doenças do cacauero. Nestlé, Brasil.

Nicholls, C. I. & Altieri, M. A. (2018). Agroecología: ciencia fundamental para el diseño de fincas resilientes a plagas. *LEISA revista de agroecología*, 34(1).

Ninnin, P. (2020). Enjeux et dynamiques de la production de cacao d'Amérique du Sud, impacts des bioagresseurs du cacaoyer et de l'émergence du ravageur *Carmentia foraseminis* (Sesiidae) (trabajo de grado). L'Institut Agro Montpellier, Francia.

Ocampo-Padilla, C., Malonzo, M. A. C., Grospe, R. A. F., Bagsic, J. T. A., Nozawa, S., Tsurumi, Y. & Watanabe, K. (2024). *Lasiodiplodia* species isolated from *Theobroma cacao* in the Philippines and their pathogenicity. *Journal of General Plant Pathology*, 90(5), 254-266.

Oliveira, M. L., Chepote, R. E. S., Marrocos, P. C. L., Leite, J. B. V., Maia, V. B., Valverde, M. J. O., ... & Santos, D. M. (2017). Cultivo do cacauero no estado da Bahia. G. A. Sodré (Ed.). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira.

Organización Mundial de la Salud. (2019). Clasificación recomendada por la IMS de los plaguicidas por el peligro que representan y directrices para la clasificación. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj

Osmar, G. T. K. (2022). Efecto de *Bacillus thuringiensis* más ácido fosfórico sobre la población de insectos plaga en el cultivo de cacao (Trabajo de grado). Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.

Ortíz-García, C. F., Torres-de-la-Cruz, M., & Hernández-Mateo, S. D. C. (2015). Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo del cacao, en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(2), 191-196.

Padilla-Herrera, L. C. (2015). Evaluación del comportamiento de 22 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) a las principales enfermedades en la ex-estación experimental agropecuario Tulumayo-Tingo María (Trabajo de investigación). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

Pabón, G. M., Herrera-Roa, L. I. & Sepúlveda, W. S. (2016). Caracterización socioeconómica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia). *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38, 283-294.

Paladines-Rezabala, A., Morrillo, A. A. M., Mielles, A. E., & Fiallos, F. R. G. (2022). Avances en la comprensión de la interacción entre *Ceratocystis cacaofunesta* y *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en árboles de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 43-52.

Palma, M. H. (2019). Manejo integrado de plagas: Por un cacao peruano libre de herbicidas y plaguicidas. Alianza Cacao Perú.

Paredes Aruquipa, C. N. (2015). Reducción de fuentes de inóculo de enfermedades del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la adición de desinfectantes en Sapecho-La Paz (Tesis doctoral). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Parra, D., Martínez, S. P., Sosa, D., Rumbos, R., Gutiérrez, B., & Moya, A. (2009). Avances en las investigaciones venezolanas sobre enfermedades del cacao. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*, 1(2), 56-75.

Peralta, M. S. K. (2022). Evaluación de diferentes trampas caseras para el control del mazorquero (*Carmenta foraseminis*) en el cultivo de cacao en el distrito de llochegua

Pérez de la Cruz, M. A. N. U. E. L., Equihua Martínez, A. R. M. A. N. D. O., Romero Nápoles, J. E. S. U. S., Sánchez Soto, S. A. Ú. L., García López, E. U. S. T. O. L. I. A., & Bravo Mojica, H. I. R. A. M. (2009). Escolítidos (Coleóptera Scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en tabasco México. *Neotropical Entomology*, 38(5), 602-609.

Phillips-Mora, W., & Cerda-Bustillos, R. (2009). Catalogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Pérez-Vicente, L. (2018). *Moniliophthora roreri* HC Evans et al. y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo. *Revista de protección vegetal*, 33(1), 00-00.

Pilaloo-David, W., Pérez Vaca, D., Alvarado Aguayo, A., & Torres Sánchez, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(15), 70-85.

Piundo-Aguilar, D. (2019). Infestación del “mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) y registro de sus enemigos naturales en época de alta

precipitación, en los caseríos de Camote y Pozo Rico, Monzón–Huánuco (Trabajo de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

Pillman-Gonzáles, R. A. (2013). Prospección de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres comunidades de Pichari-Cusco (Trabajo de grado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú.

Polanco, E. R., Alferes, E. B. P., Fuquene, P. A. B., Amaya, J. D. S. & Polanco, L. A. R. (2020). Manejo de la pudrición parda de la mazorca (*Phytophthora palmivora*) en cacao por aplicación conjunta de prácticas culturales y químicas. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 16(1), 79-94.

PROCACAO. (2015). Control de malezas en el cultivo de cacao. Informe No. 2, Honduras: PROCACAO.

PROCACAO. (2016). “Mal de machete” una enfermedad del cacao que no se debe descuidar. Informe No. 11, Honduras: PROCACAO.

Quintero, M. L., & Díaz Morales, K. M. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59.

Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1165 de la Comisión de 15 de julio de 2021 por el que se autorizan determinados productos y sustancias para su uso en la producción ecológica y se establecen sus listas.

<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>

Ríos-Ruiz, R. A. (2017). Fitosanización como Estrategia Principal de Manejo Integrado de Enfermedades en Cacao en el Perú: Tres Décadas y Media de Estudios de Epidemiología y Eficiencia de Control. Trabajo presentado en International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Perú.

Rivera-López, S., Nuñez-Betacourt, E. Y., Revilla-Chaviano, A. & Luquez-Gaitan, C. E. (2024). Analysis of Mexican Cocoa (*Theobroma cacao*) Competitiveness. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(2): e3427.

Roa-Romero, H. A., Mora, M. G. S. & Herrera, J. A. (2009). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas-México. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 97-110.

Rodríguez-Medina, C., Sounigo, O., Yockteng-Benalcázar, R., Romero-Guerrero, G. A. & Monsalve-García, D. A. (2023). Programa de Mejoramiento Genético de Cacao en Colombia: una propuesta para aunar esfuerzos a nivel nacional en beneficio del productor de cacao. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Rodríguez-Polanco, E., Mujica-Jaimes, J. & Cubillos, G. (2005). Manejo integrado de la moniliasis en el cultivo de cacao. Bucaramanga, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

Rodríguez-Polanco, E. (2013). Manejo integrado de las enfermedades limitantes para la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Rodríguez-Polanco, E. & Vera, R. A. G. (2015). Identificación y manejo de la pudrición parda de la mazorca (*Phytophthora* sp.) en cacao. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Rodríguez-Polanco, E., Navarro-Niño, D. A., Bermeo-Fúquene, P. A. & Parra-Alferes, E. B. (2024). Ofertas tecnológicas para el manejo de la monilia y la pudrición parda en cacao (*Theobroma cacao* L.). Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Rojas, C. J. A. (2024). Identificación y distribución de *Phytophthora* spp., agente causante de la pudrición negra del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia Noroccidental (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Rojo-Báez, I., Álvarez-Rodríguez, B., García-Estrada, R. S., León-Félix, J., Sañudo-Barajas, A., Allende-Molar, R. (2017). Situación actual de *Colletotrichum* spp. en México: Taxonomía, caracterización, patogénesis y control. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(3), 549-570.

Ruiz, C. A. G. (2018). Competitividad comercial del cacao nicaragüense (*Theobroma cacao* L.) en el mercado Centroamericano, 2005-2015 (Trabajo de grado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

Rumbos, R., Ramos, G. & Gómez, A. (2005). La moniliasis en el cacao. Venezuela: Centro de investigaciones Agrícolas (INIA).

Rumbos, R., Ramos, G. & Gómez, A. (2005). La Muerte Regresiva en plantas de Cacao. Aspectos Fitosanitarios. Venezuela: Centro de investigaciones Agrícolas (INIA).

Salas Méndez, L. M. (2021). Actualización del Status Fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el municipio de Majagual Sucre 2021 (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona, Colombia.

Sanabria-Velázquez, A. D. & Grabowski-Ocampos, C. J. (2016). Control biológico de *Rosellinia* sp. causante de la muerte súbita en macadamia (*Macadamia integrifolia*) con aislados de *Trichoderma* spp. *Investigación agraria*, 18(2), 77-86.

Sánchez, M. D. C., Navarro, R., Marín, C., Casares, R., & Fuentes, V. (2011). Duración de la fase adulta y emergencia de machos y hembras del perforador del fruto de cacao en Choroní y Maracay, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 61(3-4), 241-252.

Sánchez Cuevas, M. C., Jaramillo Aguilar, E. E., & Ramírez-Morales, I. (2015). Enfermedades del cacao. Universidad Técnica de Machala.

Sánchez, S. E. M. (2011). Cacao e graviola: descrição e danos das principais pragas-de-insetos. Ilhéus, Brasil: Editus.

Sánchez, M. Á., León, D. G., Arce, S. M., López, T. D., & Rodríguez, P. M. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <http://www.iica.int>.

Santana-Álvarez, J. A. (2024). Sensibilidad in vitro y patogenicidad de aislados de *Lasiodiplodia* spp. provenientes del cultivo de cacao (Trabajo de grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador.

Santos, M. S., Stracieri, J., Sodré, G. A., & Oliveira, A. R. (2023). Evaluating response variables to the reversion of the ‘engurruñadera del cacao’ through the control of *Aceria reyesi* (Nuzzaci)(Acari: Eriophyidae) with abamectin and pruning. *Systematic and Applied Acarology*, 28(2), 289-297.

Solís, B. J. L., Zamarripa, C. A., Pecina, Q. V., Garrido, R. E. & Hernández, G. E. (2015). Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 71-82.

Solís, B. J. L., Lopes, U. V., Colmenero, A. Z., Valencia, B. B. M., Arrazate, C. H. A. & Gramacho, K. P. (2021). Estimation of genetic parameters associated with frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) and cacao production in Mexico. *Tree Genetics & Genomes*, 17(3), 24.

Solís, K., & Suarez, C. (2003). Uso de *Trichoderma* spp. para control del complejo Moniliasis-Escoba de Bruja del cacao en Ecuador. Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Solís, H. K., Peñaherrera, V. S. & Vera, V. D. (2021). Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo. Guía No 178. Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Soto, E., Mendoza, P., Leyva, C. & Guerrero, J. (2017). Guía de manejo fitosanitario y de inocuidad en el cacaotal. Perú: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA).

Soto, E., Mendoza, P. & Aguilar, J. (2022). Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao. Lima, Perú: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Soto, C. A. G. & Castillo, V. S. (2024). Local methods for the control of *Monalonion dissimulatun* pest in cacao farms in Florencia-Caquetá. *Multidisciplinar (Montevideo)*, 2, 83-83.

Tadeo-Sánchez, J. M. & Tolentino-Martínez, J. M. (2021). El cacao Grijalva de Tabasco: dinámicas socio territoriales en torno a su producción. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(56), 1-25.

Tackacs-Tello, C. E. (2014). Efecto del óxido cuproso, hidróxido de cobre y tebuconazole, en *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de *Theobroma cacao* L., variedad criollo, Satipo (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Centro de Perú, Perú.

Tenorio, R. & Mollinedo, P. A. (2016). Inhibitory capacity of filtrates from *Trichoderma inhamatum* and *Caiphora andina* over phytopathogens of *Theobroma cacao*. *Revista Boliviana de Química*, 33(3), 116-126.

Tenorio-Pari, R. (2017). Aislamiento, identificación y ensayos de control biológico in vitro de fitopatógenos de la Mazorca de cacao (*Theobroma cacao*) (Tesis de maestría). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Thomas, E., Imán, S., Atkinson, R., Zavaleta, D., Rodríguez, C., Lastra, S., Murrieta, E., Farfan, A., Castro, J., Ramírez, J., Samanamud, A., Paredes, C., Arango, K., Cruz, W., Ramírez, M., Zhang, D. (2023). Diversidad genética de cacao en el Perú. pp. 9-56 en Catalogo de cacaos de Perú, Thomas, E., Lastra S., Zavaleta, D. (Eds.) Bioversity International y MOCCA, Lima Perú.

Thomas, E., Loor, R., Argout, X., Fouet, O., Zambrano-Flores, F., Zhang, D. (2024). Diversidad genética de cacao en el Ecuador. pp. 8-49 en Catálogo comerciales de cacaos de Ecuador. Evert Thomas, Fanny Zambrano Flores, Rey Loor (Eds.) Bioversity International y INIAP, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Tirado-Gallego, P. A., Lopera-Álvarez, A., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Estrategias de control de *Monilophthora roreri* y *Monilophthora pernicioso* en *Theobroma cacao* L.: revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430.

Toledo, J. & Infante, F. (2008). Manejo integrado de plagas conceptos y estrategias. Trillas.

Upara, M., Umrah, U. & Alwi, A. (2012). Formulasi Aspergillus sp. Sebagai Agen Pengendali Hayati Terhadap *Phytophthora palmivora* Butler. Penyebab Busuk Buah Pada Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dalam Bentuk Sediaan Tablet. *Biocelebes*, 6(2), 113-119.

Vargas, A. V. A. (2005). Evaluación del impacto del chinche (*Monalonion dissimulatum* Dist.) en la producción de cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) en Alto Beni (Trabajo de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Vargas, A., Somarriba, E. & Carballo, M. (2005). Dinámica poblacional del chinche (*Monalonion dissimulatum* Dist.) y daño de mazorcas en plantaciones orgánicas de cacao del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas*, 43, 72-76.

Vargas, A., Somarriba, E., Carballo, M. (2005). Dinámica poblacional del chinche (*Monalonion dissimulatum* Dist.) y daño de mazorcas en plantaciones orgánicas del cacao del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas*, 43, 72-76.

Vargas, S. E., Vargas, S. D., Chuyma, T. M., Alarcón, C. T. & Villegas, P. P. (2019). Efecto del extracto acuoso de *Clibadium surinamense* L., en el control de *Monalonion*

dissimulatum Dist. en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista del instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana*, 28(2), 217-225.

Vélez-Balderramo, E. T. & Almeida-Vera, D. A. (2023). Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de moniliasis y escoba de bruja en cacao (Trabajo de grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.

Vinchira-Villarraga, D. M. & Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 2-5.

Vilca, A. N. (2018). Efecto del ataque de chinche (*Monalonion dissimulatum* Dist.) en cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo dos formas de manejo en el municipio de palos blancos – La paz (Trabajo de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Villar, G., Yovera, F., Pezo, A., Thomas, E., Roscioli, F., Sandy Da Cruz, R., Jiménez, E., López, A., Aguilar, F., Espinoza, E., Davila, C., Hurtado, C., Lastra, S., Zabaleta, D., Charry, A. & Atkinson, R. (2022). Caracterización socioeconómica de las cadenas de valor de cacao con énfasis en la problemática de cadmio en Piura y Huánuco, Perú. Lima, Perú: Bioversity International & Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Villavicencio-Vásquez, M. E. (2018). Identificación y evaluación de hongos endófitos de *Theobroma cacao* L. como candidatos a agentes de control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) del cacao (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

Virginio Filho, E. D. M., Caicedo, C. E., & Astorga Domian, C. (2014). Agroforestería sostenible en la Amazonía ecuatoriana (Informe n° 398). CATIE.

Ylaquita-Mitta, P. J. (2018). Efecto de tres productos orgánicos en el control de chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum* Dist.) en la región de Alto Beni, departamento de La Paz (Trabajo de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.