Capítulo VI

Esquema de aseguramiento sanitario (EAS) para plagas y patógenos

Ante la necesidad de controlar eficientemente y a tiempo las plagas y patógenos (PP) que afectan la producción de semilla de cacao, una alternativa es el uso óptimo y combinado de todas las estrategias de manejo de PP existentes. De esta manera, el productor de semilla incrementa las posibilidades de éxito frente a las plagas, al implementar diferentes estrategias de prevención (que evitan y anticipan la presencia de PP) y control (con prácticas combinadas de tipo biológico, cultural, químico, etc.). Al usar racionalmente distintas estrategias, el productor de semilla alcanzará múltiples beneficios, como una semilla que mantiene y mejora su calidad, menores impactos ambientales y de salud y mayor producción, rendimiento y productividad económica. Para que esta estrategia combinada tenga un mayor alcance y sea de fácil comprensión para el productor de semilla, proponemos en este manual los esquemas de aseguramiento sanitario (EAS), los cuales detallamos a continuación.

La semilla de calidad, su producción y la complejidad

El eje fundamental del cual depende la producción agrícola de cualquier especie es la semilla de calidad. La semilla de baja calidad afecta negativamente la producción y favorece la inseguridad alimentaria; de igual forma, genera un impacto negativo en el agricultor, en el establecimiento del cultivo y en su rendimiento (FAO, 2016a). Esto conlleva nefastas consecuencias en el nivel económico, político, social y ambiental para productores de semilla, agricultores, consumidores y el país en general (Flórez Gómez et al., 2019a, 2019b). Por el contrario, al emplear semilla de óptima calidad, las probabilidades de transmisión de PP, así como de su dispersión y diseminación, decrecen vastamente (Flórez Gómez et al., 2019a, 2019b). De igual manera, los procesos de invasión y saturación en áreas con nula o baja presencia de PP se evitan o se disminuye la probabilidad de su ocurrencia (Xing et al., 2020), lo que favorece la obtención de altos rendimientos y una buena productividad en el cultivo.

La producción de semilla se estructura sobre un sistema con múltiples componentes, los cuales incluyen elementos físicos (zona de producción o lote, vías de acceso, invernadero, etc.), ambientales (agua, aire, suelo, cultivos o zonas forestales aledaños, etc.), sociales (el productor de semilla, su familia, los compradores y beneficiarios de la semilla, proveedores de insumos, etc.), económicos y biológicos (plantas, insectos, hongos, artrópodos, nematodos, mamíferos, aves, etc.). Todos estos elementos, así como sus interacciones (intercambio económico de semilla, información de manejo de PP, movimiento de insumos y semillas, etc.), hacen parte de un sistema interrelacionado e interdependiente que se comporta como un sistema complejo (Buddenhagen et al., 2017; Hernández Nopsa, 2018; Meadows, 2008).

Los elementos y las interacciones en los sistemas de semilla, al comportarse como un sistema complejo, generan propiedades emergentes y características aún más complejas que las de cada elemento por separado; es decir, "el todo es más que la suma de las partes". Por esto, los análisis de la producción de semillas, así como sus retos y desafíos, deben abordarse y enfocarse desde la complejidad (Buddenhagen et al., 2017; Hernández Nopsa, 2019; Hernández Nopsa, Ramírez Durán & Aristizábal Quintero, 2018; Meadows, 2008). En esta complejidad, la semilla, sea de tipo sexual o asexual, es esencial para atender y responder a los dos desafíos más importantes que la humanidad enfrenta hoy en día: la seguridad alimentaria y el cambio climático (FAO, 2011). La complejidad se puede hallar en los efectos de las enfermedades y plagas en semillas y cultivos, en la reproducción de PP y en los efectos del clima en las plantas y en su fisiología (Garrett et al., 2011). La semilla de calidad, así como

su proceso de producción, son claves para los sistemas agrícolas y deben estudiarse desde la complejidad. ¿Pero qué es semilla de calidad?

Debemos entender la semilla de calidad desde sus cuatro atributos: físico, fisiológico, genético y sanitario. El primero se refiere a la estructura física de la semilla, es decir, a que no tenga daños en su estructura y a que posea un tamaño adecuado y uniforme, así como coloración y olor adecuados. El atributo fisiológico alude a los aspectos del desempeño de la semilla, como su germinación, vigor, etc. El tercer atributo de calidad, el genético, trata sobre las características específicas genéticas que la variedad de la semilla debe tener, es decir, que en efecto se trate de la variedad deseada y no de otra, que no sea una mezcla con otras variedades, que esté adaptada a las condiciones locales, que tenga tolerancia a PP y que posea una alta productividad, por ejemplo. Finalmente, pero no menos importante, está el atributo sanitario, que apunta a la presencia o no de PP en un lote de semilla (FAO, 2010, s. f.). Con el uso de semilla de calidad, los agricultores tienen grandes posibilidades de obtener buenos cultivos y cosechas, incluso bajo condiciones climáticas adversas —lluvias intensas o deficientes—, con prácticas deficientes (baja o nula fertilidad) o ante presencia de PP (FAO, s. f.). En este capítulo nos centraremos en el atributo sanitario de la calidad y en cómo, por medio de una estrategia, podemos garantizar una óptima calidad sanitaria en la producción de semilla de cacao.

El cacao, cuya palabra originalmente procede de la contracción de *cacahuaquauitl* o *cacahuacuahuitl*, que significa "árbol de cacao" en náhuatl[1] (Patiño Rodríguez, 2002), fue posiblemente domesticado por los mayas, como lo propuso Krickeber en 1946 en su libro *Etnología de América* (citado por Patiño Rodríguez, 2002), y de allí habría pasado a través del tiempo y con diversos usos hasta la actualidad. Ahora bien, ¿cómo garantizamos la obtención, producción y mantenimiento de la calidad sanitaria en la semilla de cacao?

La estrategia que hemos desarrollado para la obtención de semilla de calidad es la creación de los esquemas de aseguramiento de la calidad sanitaria, o EAS (figura 10). Esta herramienta tiene como objetivos: 1) producir semilla de calidad sanitaria, 2) mantener la calidad sanitaria durante todo el proceso de producción de semilla y 3) garantizar la entrega de semilla de óptima calidad sanitaria a los clientes interesados, es decir, agricultores, productores de semilla e investigadores. Los EAS son una guía para la obtención y el mantenimiento de la calidad de la semilla de especies agrícolas desde su producción hasta su entrega. La importancia de la calidad sanitaria, es decir,

1 El náhuatl fue la lengua del Imperio azteca en la antigüedad (Real Academia Española [RAE], 2014).

de la ausencia de PP en la semilla, radica en dos ejes claves: el primero, un poco obvio, es que las PP presentes en la semilla pueden afectar el cultivo, destruirlo o reducir su valor comercial, y el segundo radica en que la semilla sin calidad sanitaria puede introducir PP a nuevas áreas o regiones o puede incrementar los inóculos y las poblaciones presentes en dichas áreas (FAO, s. f.; Xing et al., 2020).

Una pregunta natural que surge es cómo asegurar la calidad sanitaria. Allí, el uso de prácticas de producción de semilla adecuadas, que incluyan prevención, monitoreo, muestreo y manejo de PP, es esencial para manejar la calidad sanitaria (FAO, 2010). Los EAS, por medio de la combinación de estas prácticas y con la inclusión de otras, como los análisis de laboratorio y métodos diagnósticos, delinean un proceso preventivo para garantizar y mantener la calidad. Se previenen brotes e infestaciones de PP y, en caso de encontrarlos, se proponen soluciones desde el manejo integrado, combinando diferentes estrategias de control. Para hacer este trabajo, siempre debemos recordar y tener presente todo el sistema de producción, puesto que, como sistema complejo, hay muchos elementos que interactúan entre sí con algunas consecuencias esperadas y otras inesperadas. Aquí, la visión holística —es decir, sobre la totalidad y no solo sobre un punto único o específico— es clave para plantear soluciones a los problemas que puedan ocurrir. Luego de tener esta visión general, se debe continuar con los siguientes pasos para identificar las mejores estrategias de manejo y control: 1) identificar los puntos críticos por controlar, 2) estandarizar una metodología de muestreo para la plaga en mención, 3) seleccionar técnicas analíticas y cuantitativas de diagnóstico para la correcta identificación de la plaga, 4) establecer métodos de control y manejo que combinen múltiples estrategias, incluyendo los controles biológico, cultural, físico, mecánico y químico, y 5) realizar nuevos muestreos para determinar si los métodos de control han surtido el efecto deseado.

La siguiente pregunta que debemos hacer es en qué momento de la producción de semilla debe aplicarse esta estrategia. La respuesta es sencilla: 1) durante la selección del lote para producir la semilla, 2) antes y durante la recepción de la semilla o material de siembra, 3) en el establecimiento del área de producción, 4) durante el crecimiento y desarrollo de la semilla, 5) durante la cosecha, 6) en la poscosecha y 7) durante la entrega de la semilla al cliente final. Resumiendo, la estrategia planteada debe hacerse desde antes de iniciar el proceso (en la selección del lote) hasta la entrega de la semilla al cliente final, de manera que se garantice una supervisión de todo el proceso y se asegure que la calidad sanitaria se mantenga todo el tiempo.

Ahora, ¿qué esperamos después de la aplicación de los EAS? Varios beneficios de tipo económico, social, ambiental y de salud pública: 1) disminuir la probabilidad de

dispersión de plagas vía semilla, 2) prevenir la emergencia y reemergencia de plagas, 3) disminuir la aparición de brotes de plagas en nuestra producción de semilla, 4) proponer estrategias de manejo integrado de plagas desde la presiembra hasta la entrega de la semilla y 5) mejorar el uso de los recursos ambientales y económicos, entre otros. Esto, en la práctica, se refleja en el uso adecuado y racional del agua en riegos y aplicaciones, en la disminución del número de aplicaciones de productos agroquímicos, en un mayor uso de controladores biológicos, en la disminución de afectaciones de la salud de los productores y agricultores por una menor exposición a productos químicos, en el incremento del uso de zonas de refugio y de ambientes nativos y, finalmente, en una mejor calidad de la semilla, con un valor agregado.

¿Existen riesgos al usar semilla sin calidad sanitaria? Por supuesto; ya hemos descrito los más importantes. Quizás, algunas de las causas por las cuales no se toman las medidas para mejorar la calidad de la semilla en los sistemas de producción de semilla son la falta de conocimiento de las disposiciones sanitarias y cuarentenarias del movimiento de semilla (*sensu lato*) de la especie que se trabaja —en este caso, el cacao—, la falta de infraestructura y de insumos adecuados y de buena calidad para la propagación de la semilla, la variabilidad en la demanda de material de propagación o semilla de calidad, el manejo inadecuado del almacenamiento y la poscosecha, y las mezclas de material de reproducción (FAO, 2013). Igualmente, la ausencia de una guía que reúna los conceptos necesarios para la óptima y adecuada producción de semilla y que considere el tema sanitario en su totalidad ha influido en este aspecto. Con este manual queremos suplir esa falencia, pues este documento permitirá que la toma de decisiones en el manejo de PP sea informada, y además esperamos que su uso ayude a generar impactos negativos mínimos en el ambiente y que favorezca al productor económica, ambiental y socialmente.

Enfatizamos que la "semilla de calidad" debe ser una premisa fundamental para el sistema de producción de semilla de cacao. En este sistema, el EAS es una herramienta primordial para la producción de semilla de calidad sanitaria que, de aplicarse adecuadamente, disminuye los riesgos de dispersión, entrada, emergencia y reemergencia de PP. Finalmente, la toma de decisiones en la producción de semilla debe apoyarse en los EAS, para hacer más eficiente y efectiva la producción, así como para mejorar la prevención y el manejo de brotes de PP. Reiteramos que la ciencia tiene que adaptarse a los nuevos cambios. Los problemas multidisciplinarios requieren soluciones multidisciplinarias. Por ejemplo, habría que enfocarse en *ciencia integrada* en vez de *ciencia disciplinaria* y fortalecer la interacción con los tomadores de decisiones (Howden et al., 2007). De la misma manera, la agricultura y, por ende, la producción de semilla deben adaptarse a los nuevos retos y bajo las nuevas condiciones que existen hoy.

Los esquemas de aseguramiento sanitario y la producción de semilla de cacao

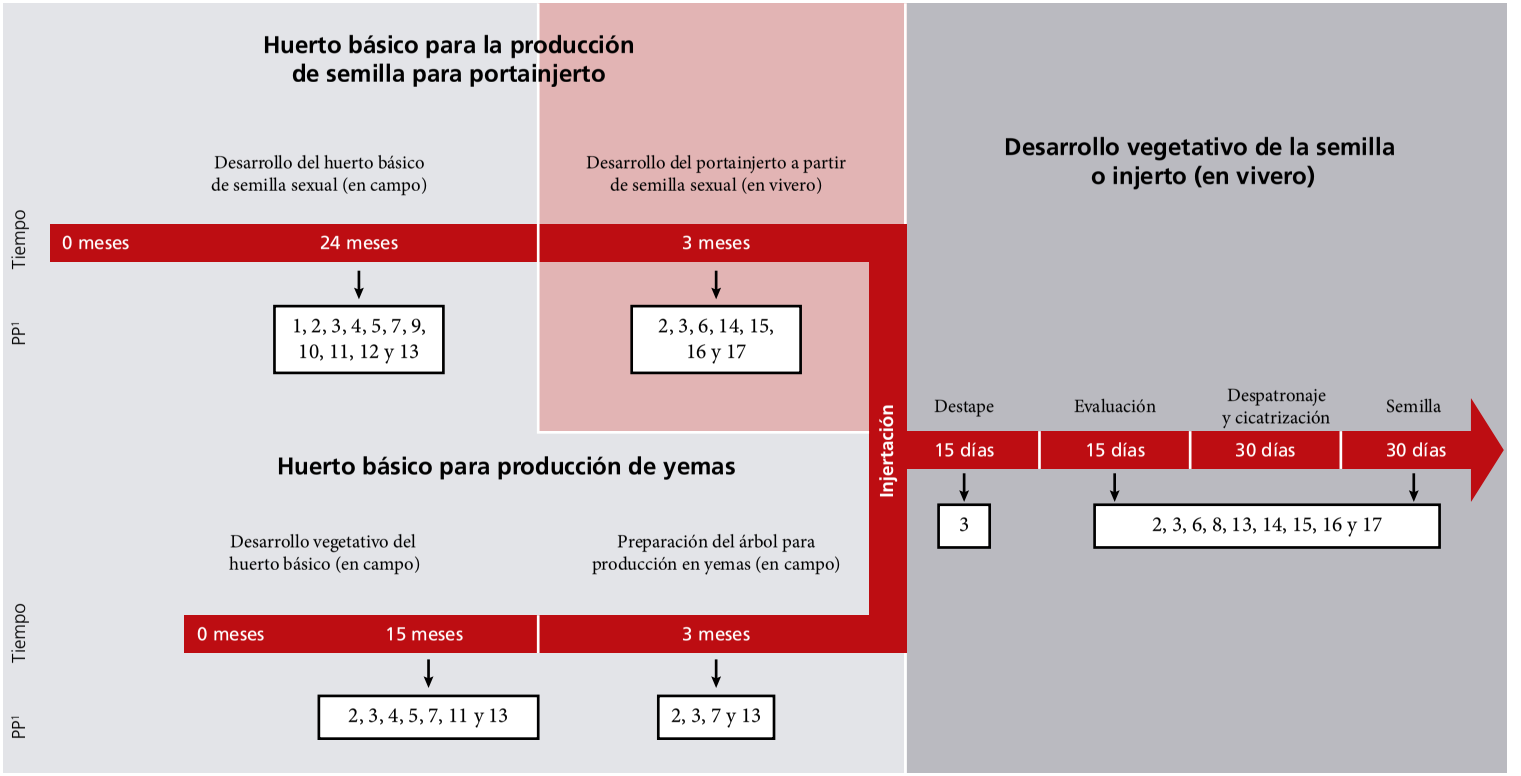
El uso de los EAS parte de una premisa básica: el conocimiento total del sistema de producción de semilla. Antes de iniciar este proceso, debemos escoger de manera informada y con todos los elementos técnicos necesarios el lote o área de producción de la semilla. Si se inicia con la siembra de los huertos, se deben plantear algunas preguntas que, de acuerdo con las respuestas, pueden darnos luces sobre si el terreno o área escogida es la adecuada y podemos continuar con la siembra del huerto o si, por el contrario, hay que continuar con la búsqueda de un lugar más adecuado para la producción de semilla de cacao. Para facilitar la toma de esta decisión, se elaboró un cuestionario con preguntas claves para identificar si el lote seleccionado es el adecuado o no (anexo). Para la recolección de los datos sobre el lote seleccionado y los lotes aledaños, así como para eventos históricos, se sugiere contactar a los vecinos del lote seleccionado y de la zona, además del ICA, la alcaldía y las oficinas de riesgo de los municipios, quienes darán información correspondiente a riesgos y eventos sucedidos en la zona.

Lo primero que debemos conocer para entender el proceso completo de producción de semilla son las fases que lo componen. La figura 10 ilustra de manera gráfica todo el proceso de producción de semilla de cacao, que consta de cuatro fases: 1) huerto básico para la producción de semilla para portainjerto, 2) huerto básico para producción de yemas, 3) injertación y 4) desarrollo vegetativo de la semilla o injerto. Cada fase se compone de subfases, y es en estas cuando se debe enfatizar el monitoreo y muestreo de las PP más importantes. Adicionalmente, el EAS está conformado por una línea de tiempo (en la figura 10, las líneas de color rojo) que representa la duración y el orden de cada subfase, bien sea en meses o en días. Se observa que el modelo inicia con dos líneas (una para el huerto básico para la producción de semilla para portainjerto y otra para el huerto básico para producción de yemas), las cuales se fusionan en un punto (la injertación) hasta el final del proceso. Siguiendo este modelo, podemos determinar de entrada que el tiempo total de producción de semilla es de 30 meses, aproximadamente. A la línea de tiempo se le adhiere una "caja" denominada PP (plagas y patógenos), en la que se encuentran enumeradas las plagas más importantes que afectan cada fase y subfase. Para conocer el nombre de cada PP, en la tabla 3 se presenta la equivalencia de cada código con su nombre. Finalmente, sobre la línea de tiempo se describe cada subfase de la producción de semilla.

La primera fase es llamada "huerto básico para la producción de semilla para portainjerto", tarda 27 meses y está dividida en dos subfases. La primera, llamada "desarrollo del huerto básico de semilla sexual", toma aproximadamente 24 meses y se desarrolla en campo. Las plagas más importantes en este periodo son la 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12 y 13 (figura 10 y tabla 3), que deben monitorearse constantemente en esta subfase y, de encontrarse, ser tratadas con los respectivos manejos. Al final del proceso, se toma la semilla sexual de estos árboles para obtener el portainjerto, que da inicio a la segunda subfase, llamada "desarrollo del portainjerto a partir de semilla sexual", que tarda 3 meses y se realiza en vivero. Las plagas de mayor cuidado y que deben muestrearse en esta subfase son la 2, 3, 6, 14, 15, 16 y 17 (figura 10 y tabla 3).

Simultáneamente, debe desarrollarse la segunda fase del proceso, llamada "huerto básico para producción de yemas". Esta se inicia con una primera subfase, llamada "desarrollo vegetativo del huerto básico", que toma unos 15 meses y se desarrolla en campo. Las plagas más importantes en esta subfase son la 2, 3, 4, 5, 7, 11 y 13. Como resultado de esta subfase se tienen los árboles listos para producir yemas. Terminada esta subfase, se continúa con la segunda, llamada "preparación del árbol para producción de yemas", que toma 3 meses y se realiza, igualmente, en campo. En esta subfase es clave monitorear la presencia de las PP 2, 3, 7 y 13. El tiempo total que requiere esta segunda fase es, pues, de 18 meses, y al final se espera tener las yemas requeridas para la injertación. Una recomendación fundamental es que los materiales resultantes de estas dos primeras fases (portainjerto y yemas) estén listos al tiempo para proceder, así, con la tercera fase: "injertación" (figura 10). Para que esto sea posible, se requiere que la segunda fase, "huerto básico para producción de yemas", se inicie 9 meses después de la primera, "huerto básico para la producción de semilla para portainjerto".

La tercera fase, "injertación", ya descrita en el capítulo IV, es clave para el desarrollo de la semilla. Los problemas sanitarios que puedan darse a partir de la injertación serán visibles en la última fase, "desarrollo vegetativo de la semilla o injerto". En esta cuarta y última fase, se tienen cuatro subfases: "destape", con una duración de hasta 15 días desde la injertación (dependiendo del método usado); "evaluación", que tarda 15 días; "despatronaje y cicatrización", que toma 30 días, y, finalmente, "semilla", que se encuentra lista 30 días después de finalizado el despatronaje y la cicatrización. En resumen, la semilla tarda, para estar lista para su entrega, 90 días desde la injertación. Los problemas sanitarios que deben vigilarse cuidadosamente en esta fase son el 2, 3, 6, 8, 13, 14, 15, 16 y 17.



PP[1]:plagas y patógenos

Figura 10. Esquema de aseguramiento sanitario (EAS) para la producción de semilla de cacao. El modelo representa el proceso completo de producción de semilla de cacao, incluyendo sus cuatro fases: 1) huerto básico para la producción de semilla para portainjerto (sexual), 2) huerto básico para producción de yemas (asexual), 3) injertación y 4) desarrollo vegetativo de la semilla injertada. Se incluyen las subfases del proceso y sus respectivos tiempos, así como los momentos ideales para monitorear y muestrear las plagas y patógenos (PP) clave.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Plagas y patógenos (PP) económicamente importantes durante el proceso de producción de semilla de cacao en Colombia

Código	Nombres comunes	Nombres científicos	Huertos básicos	Vivero
1	Monilia, moniliasis, pasmo, nieve de las mazorcas, encanado de las mazorcas, muerte de pepinos y ceniza de la mazorca (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)	*Moniliophthora roreri* (Ali et al., 2015; Bailey et al., 2018; Cubillos, 2017; Jaimes et al., 2016; Jaimes et al., 2019; Jaimes Suárez & Aranzazu Hernández, 2010; Phillips-Mora et al., 2005; Ploetz, 2007; Rodriguez-Medina et al., 2019; Villamizar-Gallardo et al., 2019)	×	
2	Fitóftora, mazorca negra y pudrición parda de las mazorcas (Buriticá C., 1999; Jaimes Suárez & Aranzazu Hernández, 2010; Pardo Cardona, 1995)	*Phytophthora* sp. (ICA, 2012; Jaimes Suárez & Aranzazu Hernández, 2010; Rodríguez Polanco & Vera Rodríguez, 2015; Rodriguez-Medina et al., 2019) *Phytophthora palmivora* (Buriticá C., 1999; Maizatul-Suriza et al., 2019; Meneses-Buitrago et al., 2019; Villamizar-Gallardo et al., 2019)	×	×
3	Escoba de bruja, escobadura y moño de los cogollos (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)	*Moniliophthora perniciosa* (Jaimes Suárez & Aranzazu Hernández, 2010; Másmela-Mendoza, 2019; Meinhardt et al., 2008; Phillips-Mora et al., 2005; Ploetz, 2007; Rodriguez-Medina et al., 2019)	×	×
4	Mal de machete, llaga macana de los tallos y mancha negra de los frutos (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)	*Ceratocystis fimbriata* (*sensu lato*) *Ceratocystis cacaofunesta* (Buriticá C., 1999; C. J. Engelbrecht, Harrington & Alfenas, 2007; C. J. B. Engelbrecht & Harrington, 2005; C. J. B. Engelbrecht, Harrington, Alfenas & Suarez, 2007; Marin et al., 2003; Nasution et al., 2019; Ploetz, 2007; Rodriguez-Medina et al., 2019; Van Wyk et al., 2010)	×	
5	Podredumbre negra de la raíz y llaga estrellada (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995; Palencia C. & Mejía F., 2003)	*Dematophora pepo* (*Rosellinia pepo*) (Aranzazu Hernández, 1997a, 1997b, 1997c; Buriticá C., 1999; Castro et al., 2013; García Córdoba et al., 2005; Ortega M. et al., 2009; Pardo Cardona, 1995; Ploetz, 2007)	×	
6	Antracnosis foliar, muerte de pepinos, antracnosis, cancrosis y muerte de mazorcas tiernas (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)	*Colletotrichum* spp. (Buriticá C., 1999; Palencia C. & Mejía F., 2003; Pardo Cardona, 1995; Polanía Sánchez, 1957; Sánchez Potes, 1953)*		×
7	Mal rosado y brasa (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995; Palencia & Mejía, 2003)	*Erythricium salmonicolor*; basónimo: *Corticium salmonicolor* Berk. & Broome (1873) (Buriticá C., 1999; ICA, 2012; Pardo Cardona, 1995; Polanía Sánchez, 1957; Sacristán Sánchez & Rojas, 2013)	×	
8	Masticador de follaje (Posada Ochoa, 1989)	*Spodoptera ornithogalli* (Posada Ochoa, 1989)		×

(Continúa)

(Continuación tabla 3)

Código	Nombres comunes	Nombres científicos	Huertos básicos	Vivero
9	Barrenador de los cítricos, perforador de la macadamia (ICA, 2018), polilla de las naranjas (Posada Ochoa, 1989) y gusano de las mazorcas (Gallego M., 1967)	*Gymnandrosoma aurantianum* (Carabalí Muñoz et al., 2018; ICA, 2018; Lerma W. et al., 1986; Noboa et al., 2018; Posada Ochoa, 1989) *Gymnandrosoma* spp. (Carabalí Muñoz et al., 2018; Gallego M., 1967; Posada Ochoa, 1989)	×	
10	Perforador de la mazorca del cacao (Cubillos, 2013), perforador de la mazorca, barrenador de la mazorca, carmenta negra y carmenta amarilla (ICA, 2018)	*Carmenta foraseminis* (carmenta negra) (Carabalí Muñoz et al., 2018; Cubillos, 2013; Delgado Puchi, 2005; Fachin et al., 2019; Figueroa Medina et al., 2013; ICA, 2018; Vasquez Castañeda et al., 2015) *Carmenta theobromae* (carmenta amarilla) (Carabalí Muñoz et al., 2018; Delgado Puchi, 2005; ICA, 2018; Vasquez Castañeda et al., 2015)	×	
11	Pasador de las ramas del cacao y pasador del tallo del cacaotero (Posada Ochoa, 1989; Vélez Ángel, 1997)	*Xyleborus ferrugineus* (AGROSAVIA, 2020; Posada Ochoa, 1989; Vélez Ángel, 1997; Ventocilla Gonzáles, 1965) *Xyleborus* spp. (Gallego M., 1967; Vélez Ángel, 1997; Wood, 1961)	×	
12	Monalonium, monalonion, grajo amarillo, chinche o chupador del fruto (ICA, 2012; Meneses-Buitrago et al., 2019), chupanga, chupanga del cacaotero, coclillo (Posada Ochoa, 1989; Vélez Ángel, 1997) y chinche de la mazorca (Montealegre R. & Rodríguez, 1989)	*Monalonion dissimulatum* (Gallego M., 1967; ICA, 2012; Mejía Córdoba et al., 2017; Meneses-Buitrago et al., 2019; Montealegre R. & Rodríguez, 1989; Posada Ochoa, 1989; Vélez Ángel, 1997) *Monalonion velezangeli* (Rodas et al., 2014) *Monalonion* spp. (Posada Ochoa, 1989; Vásquez Gallo et al., 2011)	×	
13	Hormiga arriera (Posada Ochoa, 1989)	*Atta cephalotes* (Mejía Córdoba et al., 2017; Mena Córdoba, 2011; Montoya-Lerma et al., 2012; Posada Ochoa, 1989) *Atta* sp. (Carabalí Muñoz et al., 2018; Gallego M., 1967; Vélez Ángel, 1997)	×	×
14	Marchitez (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)	*Verticillium dahliae* (Buriticá C., 1999; De Resende, 1994; Leon-Ttacca et al., 2019; Pardo Cardona, 1995) *Aphis spiraecola* (Buriticá C., 1999; Pardo Cardona, 1995)		×
15	Áfidos (Bustillo P., 1976)	*Toxoptera aurantii* (Bustillo P., 1976; Gallego M., 1967; Saldarriaga V., 1972) *Aphis rumicis* (Gallego M., 1967) *Aphis spiraecola* (Bustillo P., 1976)		×

(Continúa)

(Continuación tabla 3)

Código	Nombres comunes	Nombres científicos	Huertos básicos	Vivero
16	Pasador de las ramas del cafeto (Vélez Ángel, 1997)	*Xylosandrus morigerus* (Blandford) (Benavides G., 1961; Benavides G. & Orozco H., 1989; Bustillo Pardey, 2008; Giraldo et al., 2015; Vélez Ángel, 1972, 1997)		×
17	Stenoma, barrenador de la mazorca del cacao (ICA, 2018), tornero menor, barreno y tornero de las ramas y troncos (Saldarriaga V., 1972)	*Stenoma* sp. (Gallego M., 1967; ICA, 2018) *Stenoma decora* (Saldarriaga V., 1972)		×

* Este género ha sido reportado como endofítico en cacao (Arnold et al., 2003).

Nota: Estas PP han sido publicadas por diversos autores en los variados estadios de producción de cacao o su semilla. Los códigos de las PP de la figura 10 son equivalentes a los de esta tabla.

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura científica citada

Clasificación taxonómica de las plagas y patógenos económicamente importantes en cacao

A continuación, listamos brevemente, y de manera ilustrativa, la clasificación taxonómica de las plagas que afectan la producción de semilla de cacao.

1. *Moniliophthora roreri* (Cif.) H. C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, *Can. J. Bot.* 56(20): 2530 (1978)
   Clasificación: Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Agaricomycetidae, Agaricales, Marasmiaceae, *Moniliophthora, Moniliophthora roreri* (Index Fungorum, 2020)
2. *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E. J. Butler, *Science Rep. agric. Res. Inst. Pusa*: 82 (1919) [1918]
   Clasificación: Chromista, Oomycota, Peronosporea, Peronosporidae, Peronosporales, Peronosporaceae, *Phytophthora, Phytophthora palmivora* (Index Fungorum, 2020)
3. *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, *Mycologia* 97(5): 1021 (2006) [2005]
   Clasificación: Fungi, Basidiomycota, Agaricomycetes, Agaricomycetidae, Agaricales, Marasmiaceae, *Moniliophthora, Moniliophthora perniciosa* (Index Fungorum, 2020)
4. *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst., *Bull. New York Agricultural Experimental Station* 76: 14 (1890)

Clasificación: Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Microascales, Ceratocystidaceae, *Ceratocystis, Ceratocystis fimbriata* (Index Fungorum, 2020)

- *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbr. & T. C. Harr., *Mycologia* 97(1): 64 (2005)
  Clasificación: Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Microascales, Ceratocystidaceae, *Ceratocystis, Ceratocystis cacaofunesta* (Index Fungorum, 2020)

5. *Dematophora pepo* (Pat.) C. Lambert, Wittstein & M. Stadler, in Wittstein, Cordsmeier, Lambert, Wendt, Sir, Weber, Wurzler, Petrini & Stadler, *Stud. Mycol.* 96: 14 (2020)
   Sinonimia: *Rosellinia pepo* Pat., *Bull. Soc. mycol. Fr.* 24(1): 9 (1908)
   Clasificación: Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Xylariomycetidae, Xylariales, Xylariaceae, *Dematophora, Dematophora pepo* (Index Fungorum, 2020)
6. *Colletotrichum* Corda, in Sturm, *Deutschl. Fl.*, 3 Abt. (Pilze Deutschl.) 3(12): 41 (1831)
   Clasificación: Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Glomerellales, Glomerellaceae, *Colletotrichum* (Index Fungorum, 2020)
7. *Erythricium salmonicolor* (Berk. & Broome) Burds., *Mycol. Mem.* 10: 151 (1985)
   Clasificación: Fungi, Basidiomycota, Agaricomycotina, Agaricomycetes, *Incertae sedis*, Corticiales, Corticiaceae, *Erythricium, Erythricium salmonicolor* (Index Fungorum, 2020)
8. *Spodoptera* spp. Guenée
   Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Lepidoptera, Noctuidae, *Spodoptera* (EPPO, 2020)
9. *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927
   Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Lepidoptera, Tortricidae, *Gymnandrosoma*, *Gymnandrosoma aurantianum* (EPPO, 2020)
10. *Carmenta theobromae* Busck
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Lepidoptera, Sesiidae, *Carmenta*, *Carmenta theobromae* (EPPO, 2020)

- *Carmenta foraseminis* Eichlin, 1995
  Clasificación: Metazoa, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Lepidoptera, Sesiidae, *Carmenta*, *Carmenta foraseminis* (Delgado Puchi, N., 2005; Eichlin, T. D., 1995)

11. *Xyleborus ferrugineus* Fabricius
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae, *Xyleborus*, *Xyleborus ferrugineus* (EPPO, 2020)
12. *Monalonion dissimulatum* Distant

Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hemiptera, Heteroptera, Miridae, *Monalonion*, *Monalonion dissimulatum* (EPPO, 2020)

- *Monalonion velezangeli* Carvalho & Costa
  Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hemiptera, Heteroptera, Miridae, *Monalonion*, *Monalonion velezangeli* (EPPO, 2020)

13. *Atta cephalotes* Linnaeus, 1758
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hymenoptera, Formicidae, *Atta*, *Atta cephalotes* (EPPO, 2020)
14. *Verticillium dahliae* Kleb., *Mykol. Zentbl.* 3: 66 (1913)
    Clasificación: Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Glomerellales, Plectosphaerellaceae, *Verticillium*, *Verticillium dahliae* (Index Fungorum, 2020)

- *Verticillium ochrorubrum* Desm., *Annls Sci. Nat.*, Bot., sér. 2 2: 71 (1834)
  Clasificación: Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Glomerellales, Plectosphaerellaceae, *Verticillium*, *Verticillium ochrorubrum* (Index Fungorum, 2020)

15. *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphididae, *Toxoptera*, *Toxoptera aurantii* (EPPO, 2020)

- *Aphis rumicis* Linnaeus
  Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphididae, *Aphis*, *Aphis rumicis* (EPPO, 2020)

16. *Xylosandrus morigerus* Blandford
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae, *Xylosandrus*, *Xylosandrus morigerus* (EPPO, 2020)
17. *Stenoma decora* Zeller
    Clasificación: Animalia, Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Lepidoptera, Oecophoridae, *Stenoma*, *Stenoma decora* (EPPO, 2020)

Discusiones finales y conclusiones

Para cerrar este capítulo reiteramos que, una vez elaborada la selección del lote e identificado todo el proceso de producción de semilla, se pueden reconocer los puntos críticos relacionados con PP y los tiempos en los que estos probablemente generarán problemas, dependiendo de la favorabilidad del ambiente hacia las PP y de la susceptibilidad de la semilla, según la fase en la que se encuentre. De esta forma se podrán seleccionar y emplear los distintos métodos de manejo y control para dichas PP, con el apoyo de asistentes técnicos y expertos en control y manejo de plagas, explorando siempre

alternativas integradas que combinen manejos biológicos, culturales, físicos y químicos, así como las nuevas ofertas tecnológicas existentes. La tabla 4 muestra los pasos que se debe seguir en el EAS, así como una breve descripción de sus puntos críticos.

Tabla 4. Estructura del esquema de aseguramiento sanitario (EAS) y sus seis componentes

Componentes	Puntos críticos	Breve descripción
Marco general	Socialización del EAS	Descripción de los elementos y objetivos que conforman el EAS
Selección del lote y establecimiento de producción de semilla (anexo)	Información general del lote para el establecimiento de la producción de semilla	Recolección de información demográfica del productor, el lote y la semilla seleccionados
	Historia de uso y revisión del lote para la producción de semilla	Recolección de información de usos previos y registros sanitarios del lote seleccionado, para determinar si cumple las condiciones sanitarias
	Reconocimiento de lotes colindantes y revisión de variables ambientales	Recolección de información de usos previos, registros sanitarios y eventos climáticos en la zona
	Identificación del lote para el establecimiento de la producción de semilla	Elaboración de planos y mapas, y reconocimiento y verificación del área de producción
Identificación y diagnóstico de PP de importancia en semilla	Identificación de PP de importancia en la producción de semilla	Identificación de PP de importancia en el modelo de producción de semilla
	Identificación de PP priorizados para el análisis en el EAS	Identificación taxonómica de PP (insecto, hongo, virus, etc.)
	Epidemiología de PP	Identificación del mecanismo de dispersión
	Biología, ecología y etiología de PP	Información del ciclo de vida, niveles de tolerancia en semilla, transmisión, etc.
	Detección de PP	Identificación de hospederos alternos y pruebas de monitoreo y diagnóstico en campo
	Prueba diagnóstica para la detección de PP	Diagnóstico en laboratorio para determinar o confirmar PP
Monitoreo y muestreo de PP priorizados	Monitoreo y muestreo de PP priorizados en campo	Recomendaciones para detección temprana de PP
	Establecimiento del protocolo y formato de monitoreo y muestreo	Establecimiento con base en resoluciones del ICA vigentes o, en su defecto, con estudios científicos previos

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Componentes	Puntos críticos	Breve descripción
Estrategias de manejo integrado de PP priorizados (se deben consultar y seguir las orientaciones de un experto o un asistente técnico)	Estrategias de manejo integrado para el control de PP priorizados	Recolección de información del manejo de PP e identificación de las estrategias más adecuadas y oportunas (erradicación, tolerancia, exclusión, manejo integrado, control biológico, etc.)
Modelo para la producción de semilla (figura 10)	Fases, subfases, tiempos y presencia de PP en la producción de semilla	Esquema general que permite la visión global del proceso de producción de semilla y sus puntos críticos

Fuente: Elaboración propia con base en Arriagada Ríos (2011); FAO (2006, 2011, 2013, 2014, 2016a, 2016b); Gullino y Munkvold (2014); Hernández Nopsa, Avendaño Avendaño et al. (2018); Hernández Nopsa, Ramírez Durán & Aristizábal Quintero (2018); National Seed Health System (NSHS, 2019); Ramírez Durán et al. (2019), y Žlof et al. (2000)

Queremos concluir mencionando que los EAS permiten focalizar los recursos (tiempo, mano de obra, económicos, etc.) para emplearlos de manera más eficiente y práctica y para monitorear PP específicos en las fases en las que generan un mayor impacto, lo cual evita tener que hacer un seguimiento continuo a todo el cultivo para todas las PP simultáneamente. De igual forma, con el EAS planteado se pueden determinar, con antelación, las estrategias de manejo preventivo y curativo adecuadas para esas PP.