



**REVISIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO
DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)
PARA ENFRENTAR LAS ALTERACIONES CLIMÁTICAS
EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ
DE BAJURA (*Coffea canephora*), EN PANAMÁ,
HONDURAS Y NICARAGUA**

Año 2019





Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo Intervenciones y tecnologías ambientalmente racionales (TAR) para la adaptación al cambio climático del sector agropecuario de América Latina y el Caribe (ALC)

1. Agriculture-Environmental aspects-Latin America. 2. Agriculture-Environmental aspects-Caribbean Area. 3. Crops and climate-Latin America. 4. Crops and climate-Caribbean Area. 5. Climate change mitigation-Latin America. 6. Climate change mitigation-Caribbean Area. 7. Food security-Latin America. 8. Food security-Caribbean

Esta publicación se realiza en el marco del proyecto “Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías de Cambio Climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)”. El proyecto, implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), promueve el desarrollo y transferencia de tecnologías para contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y de la vulnerabilidad al cambio climático en la región LAC, a través de la promoción y el apoyo de esfuerzos de colaboración a nivel regional; el respaldo a la planificación y los procesos de toma de decisiones a nivel nacional y sectorial; la demostración de políticas y mecanismos facilitadores, y la movilización de recursos financieros y humanos privados y públicos. El proyecto prioriza los temas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores de eficiencia energética y energía renovable, transporte, monitoreo forestal y agricultura resiliente. Asimismo, incluye un componente transversal relacionado con el desarrollo de capacidades institucionales y de políticas nacionales de la región. Las actividades relacionadas con agricultura han sido ejecutadas por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) entidad ejecutora.

Autores: Omar Alfaro, Narcizo Meza Linarez, Roger Ilich Bolaños Taleno.

Edición de estilo: Miriam Villeda Izaguirre, Eugenia Saini.

Diseño: Adrian Orsetti.

Fotos e imágenes: Banco de imágenes de FONTAGRO y otras con sus respectivas autorizaciones.

Washington D.C., diciembre de 2019

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-No Comercial-Sin Obras Derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. FONTAGRO es un fondo administrado por el Banco, pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.



1. Agradecimientos

Con la ejecución del proyecto “Revisión de estrategias para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) para enfrentar las alteraciones climáticas en los sistemas de producción de café de bajura (*Coffea canephora*), en Panamá, Honduras y Nicaragua”, 2018, se obtuvieron logros significativos que contribuyen a mejorar las condiciones de vida de los productores de café, de los tres países, a través de la disminución del daño que provoca esta enfermedad en los rendimientos de grano de calidad comercial, en los sistemas de agricultura familiar en las zonas productoras de café afectadas por las variaciones climáticas, que están incidiendo en el incremento de los niveles poblacionales de la plaga en la zona de incidencia.

El proyecto fue ejecutado con la participación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de Honduras y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, instituciones que trabajan para presentar opciones tecnológicas a los productores para apoyarlos en los diversos problemas que se les presente en sus cultivos, en este caso, al café.

Un especial reconocimiento a FONTAGRO por motivar estas iniciativas y apoyar a las instituciones a generar tecnologías en beneficio de las familias agricultoras de los países miembros. De igual manera, agradecemos el aporte de los productores que participaron en el proyecto. Su disposición y colaboración es invaluable.

Índice General

- 1. Agradecimientos..... 3
- 2. Índice de Cuadros..... 5
- 3. Índice de Figuras..... 5
- 4. Índice de Anexos..... 5
- 5. Glosario 6
- 6. Resumen Ejecutivo..... 8
- 7. Objetivos del Proyecto..... 9
 - 9.1 Objetivo General 9
 - 9.2 Objetivos Específicos..... 9
- 8. Antecedentes 10
- 9. Estructura del Proyecto 13
- 10. Resultados 14
- 11. Discusión de Resultados..... 38
- 12. Conclusiones y Recomendaciones..... 40
- 13. Lecciones Aprendidas 41
- 14. Bibliografía 43
- 15. Anexos..... 46

2. Índice de Cuadros

Cuadro 1. Contribución del café al Producto Interno Bruto Agropecuario en Nicaragua, período 2011-2015.....	32
Cuadro 2. Eventos de capacitación y número de participantes, en los departamentos de El Paraíso y Comayagua, Honduras.....	37
Cuadro 3. Número de participantes en capacitaciones en Panamá.	37

3. Índice de Figuras

Figura 1: Curva de índice de infestación de broca del café en dos departamentos de Honduras, 2017.....	14
Figura 2: Captura de hembras migrantes de broca (<i>Hypothenemus hampei</i>) en seis localidades de Comayagua y El Paraíso, Honduras, 2017.	15
Figura 3: Comportamiento del número de capturas de brocas y el porcentaje de infestación de los granos en la parcela testigo y MIB, en El Paraíso, Honduras, 2017.....	16
Figura 4: Granos residuales en planta y suelo en parcelas MIB y testigo en seis localidades de Honduras, 2017..	17
Figura 5: Porcentaje de infestación de broca en parcelas MIB y testigo, en cuatro localidades de Honduras. 2017.	17
Figura 6: Número de granos colectados vs. número de granos brocados, Nueva Guinea, Nicaragua, 2017.....	18
Figura 7: Porcentaje de infestación de granos por la broca del café, Nueva Guinea, Nicaragua, 2017.....	19
Figura 8: Captura de brocas en trampas artesanales, período febrero-mayo de 2017, Santa Rosa, Panamá, 2017.	20
Figura 9: Captura de brocas en dos fincas de la localidad de Santa Rosa, Panamá, 2017.....	20
Figura 10: Monitoreo de porcentaje de capturas y porcentaje de infestación de broca, en el período julio-noviembre, Santa Rosa, Panamá, 2017.	21
Figura 11: Porcentaje de infestación de broca en el período febrero-abril de 2018, Gasparillal, Capira, Panamá, 2018.....	22
Figura 12: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, San Jerónimo, Honduras, 2017.	22
Figura 13: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, La Libertad, Comayagua, Honduras, 2017.....	23
Figura 14: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, Comayagua, Comayagua, Honduras, 2017.....	24
Figura 15: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, El Paraíso, Honduras, 2017.	24
Figura 16: Análisis de las capturas de broca vs variables climatológicas, Francisco Rodríguez, Santa Rosa, Panamá, marzo 2017.....	25
Figura 17: Variables ambientales, localidad de Cirí Grande, Panamá, período 2016-2018. Panamá, 2018.....	26
Figura 18: Precipitación histórica, meses enero-marzo, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018..	27
Figura 19: Precipitación meses septiembre -octubre, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018....	28
Figura 20: Comportamiento de las precipitaciones, meses de noviembre y diciembre, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018.	29

4. Índice de Anexos

Anexo 1: Tabla de Indicadores.....	46
Anexo 2. Fotografías.....	47
Anexo 3. Propuesta de cronograma de actividades a realizar en el cafetal a lo largo del año, en Panamá.....	48

5. Glosario

BCN	Banco Central de Nicaragua
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
DICTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
IOV	Indicadores Objetivamente Verificables
ISTA	Informe de Seguimiento Técnico Anual
ITF	Informe Técnico Final
MDV	Medios de Verificación
MIB	Manejo Integrado de la Broca
PIBA	Valor Bruto del Sector Agrícola
POA	Plan Operativo Anual
PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos - Bolivia
STA	Secretaría Técnica Administrativa de FONTAGRO
UDE	Umbral de Daño Económico

Indicadores de Impacto del Proyecto

De los productores que participaron en el proyecto se registra que el:

- 90% entiende y aplica por lo menos dos estrategias MIB.
- 100% están utilizando trampas para la captura de broca.
- 83% están registrando las floraciones y realizan muestreos de broca.
- 83% están realizando liberación de parasitoides.
- 67% están haciendo aplicaciones de *Beauveria bassiana* en el momento oportuno.
- 70% realizan prácticas culturales para el control de la broca.

6. Resumen Ejecutivo

En los últimos años la producción de café se ha visto afectada por plagas y enfermedades que afectan sensiblemente los rendimientos y calidad del grano, destacándose la plaga conocida como la broca del café (*Hypothenemus hampei*), la cual se ha visto favorecida por las variaciones en las condiciones climáticas, principalmente, la precipitación y la temperatura, aunado a las deficiencias en el manejo agronómico del cultivo, principalmente de la especie *Coffea canephora*, conocida como Robusta o café de bajura.

En Panamá, con una superficie cultivada de café que alcanza las 19,000 hectáreas, entre las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, en el año 2005 se detectó la presencia de la broca del café (*H. hampei*), la cual se ha diseminado a todo el país, provocando pérdidas en algunas regiones, de más del 80% de la producción del grano, principalmente en la especie *C. canephora*.

En Honduras, país en que se cultivan unas 265,751 hectáreas de café, la plaga fue detectada en el año 1977, provocando grandes pérdidas en la producción, iniciándose los esfuerzos para su control, lo que a la fecha ha permitido reducir el impacto de la plaga.

La broca del café se reportó por primera vez en Nicaragua en el año 1988 y actualmente se registra un daño que alcanza hasta un 37% de la producción. En este país se reporta una superficie de 153,186 hectáreas cultivadas con café, de las especies *C. arabica* y *C. canephora*, con un 72% de esta superficie cultivada por pequeños productores, que siembran entre 1 y 20 hectáreas, con un bajo nivel de tecnología.

El Propósito del proyecto es contribuir a la reducción del nivel de daño económico en la producción de café de la especie *Coffea canephora*, en las principales zonas productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá, mediante la identificación de los principales problemas técnicos existentes en los sistemas de producción de este rubro, el registro y análisis de la información climatológica para identificar de manera específica las variaciones climáticas experimentadas en la región en los últimos años, que están afectando, tanto la fenología del cultivo como el comportamiento de la plaga, y permitan revisar y evaluar la eficacia de las recomendaciones técnicas actuales para el Manejo Integrado de la Broca (MIB).

Para la consecución de los objetivos del proyecto, se realizaron actividades encaminadas a i) identificar el nivel de infestación de la broca del café en fincas cafetaleras en las localidades de influencia del proyecto, ii) registrar y analizar el comportamiento de las variables climáticas, precipitación, humedad relativa y temperatura en las localidades en que se ejecutó el proyecto, iii) caracterizar los sistemas de producción de café *C. canephora* en las regiones de influencia del proyecto, iv) caracterización agronómica de los cultivares de café predominantes en las regiones seleccionadas y v) crear capacidades en técnicos extensionistas y productores en los diferentes componentes del Programa de Manejo Integrado de la Broca del Café.

La información generada en el proyecto, indica que existe un efecto de las condiciones climáticas en el comportamiento de la plaga, principalmente durante los períodos de menores precipitaciones, coincidente con la época posterior a la cosecha del cultivo, en la cual, la plaga tiende a dispersarse en busca de alimento y refugio; además, debido a la influencia del clima, principalmente las precipitaciones, y a la variabilidad genética del cultivo, a partir del mes de junio, se encuentran granos en condición de ser infestados, registrándose un incremento en los porcentajes de infestación del grano a partir de esa fecha.

7. Objetivos del Proyecto

9.1 Objetivo General

Contribuir a la reducción del nivel de daño económico en la producción de café de la especie *Coffea canephora*, en las principales zonas productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá, mediante la identificación de los principales problemas técnicos existentes en los sistemas de producción de este rubro, el registro y análisis de la información climatológica para identificar de manera específica las variaciones climáticas experimentadas en la región en los últimos años, que están afectando, tanto la fenología del cultivo como el comportamiento de la plaga, y permitan revisar y evaluar la tecnología disponible para el Manejo Integrado de la Broca (MIB), y hacer los ajustes necesarios para mejorar la eficacia de las estrategias que se ejecutan actualmente para el control de la plaga.

9.2 Objetivos Específicos

- Identificar el nivel de infestación de la broca del café en fincas cafetaleras en las localidades de influencia del proyecto.
- Registrar y analizar el comportamiento de los parámetros climáticos, precipitación, humedad relativa y temperatura en las localidades en que se ejecuta el proyecto.
- Identificar la situación de la producción de café *C. canephora* con la implementación de MIB, en localidades productoras de influencia del proyecto.
- Caracterizar los sistemas de producción de café *C. canephora* en las regiones de influencia del proyecto.
- Caracterizar los cultivares de cafés predominantes en las regiones seleccionadas.
- Reducir el daño de la broca del café a niveles inferiores al Umbral de Daño Económico (UDE), en fincas cafetaleras de localidades productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá.

8. Antecedentes

El calentamiento global está provocando una serie de cambios en los sistemas naturales como en los intervenidos por el hombre, que están siendo estudiados, y estos incluyen impactos en los ciclos estacionales y fenológicos de las especies, que incluyen desde la retención o caída de las hojas hasta cambios en la floración y la maduración de los frutos en el cultivo de café (Rosenzweig et al., 2007).

Según pronósticos realizados por los especialistas en el tema, el incremento de la temperatura por efecto del cambio climático provocara inequívocamente, la necesidad de desplazamiento de la explotación de algunas especies vegetales hacia zonas de mayor altitud para lograr mantener los niveles de producción y calidad actuales. En el caso específico del café de tipo *C. arabica*, con el incremento de la temperatura, el grano tiende a madurar en menor tiempo, afectando la calidad de taza, viéndose en la necesidad de buscar zonas de mayor altitud para poder mantener los niveles de productividad y calidad que exigen los mercados, enfrentando la limitante de que estas tierras, actualmente son áreas protegidas dedicadas a la producción de agua, necesaria para la realización de las diferentes actividades del desempeño humano.

En vista de las limitaciones ecológicas y legales de trasladar la producción de café a zonas de mayor altitud, una de las alternativas de mayor viabilidad es el incremento de las superficies sembradas con la especie *C. Canephora*, por su mayor adaptación a temperaturas más altas, presentándose la oportunidad de incrementar la superficie sembrada con esta especie, la cual ocupa el segundo lugar en producción a nivel mundial (Läderach P. et al., 2013).

Las especies perennes como el café presentan ciclos anuales regidos por la estacionalidad de los factores climáticos (radiación solar, insolación, temperatura y humedad), factores astronómicos (fotoperíodo) y factores biológicos, como lo son las relaciones entre las plantas y los animales (Lieth, 1974; Ginocchio, 1999; Schwartz, 2003; citados por Villers L; et al, 2009). Los eventos climáticos como la lluvia y la temperatura y la radiación solar, son los reguladores principales en la floración y del desarrollo del fruto en el cultivo de café, dando como resultado la concentración o dispersión de esta etapa fenológica a lo largo del año (Fournier y Di Stefano, 2004, citados por Villers et al, 2009).

Es importante mencionar entonces que el conocimiento del efecto de las variaciones climáticas en la floración y formación y maduración del fruto, son de suma importancia para planificar la ejecución de las labores culturales del cultivo, así como de la definición de los planes y programas para el manejo de las plagas y enfermedades que afectan el fruto del café. (Fournier, L. 1983).

Los modelos predicen niveles de precipitación anual menores en la mayor parte de Mesoamérica, siendo Honduras y Nicaragua los países que sufrirán los cambios más dramáticos.

Los cambios de temperatura y precipitación aumentarán la prevalencia de plagas y enfermedades, ampliando el rango altitudinal en el que sobreviven la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y el hongo que causa la roya del Café (*Hemileia vastatrix*). El área afectada por la broca del café ya ha ido aumentando gradualmente en la última década. (Läderach P. et al., 2013).

El ciclo de vida (de huevo a adulto) de la broca dura entre 24 y 45 días variando en función de las condiciones climáticas. Las hembras viven entre 35 y 190 días y los machos aproximadamente 40

días. Llegar a la adultez toma entre una semana y un mes, dependiendo de la temperatura y la consistencia del endosperma de la semilla. (Arcila, 2011.).

Algunos estudios demuestran que la broca es muy sensible a la humedad; espera el momento justo después de llover para emerger evitando así la desecación. Generalmente, de los granos surgen las hembras, especialmente cuando las condiciones de humedad son favorables; dejan el fruto por la tarde y vuelan por la noche a un árbol nuevo.

Se ha encontrado que la emergencia de broca en frutos infestados es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C y también es afectada por la baja humedad relativa (menor de 90%). Sin embargo, en los períodos prolongados de sequía, se ha observado que la broca se reproduce en mayor proporción en los frutos caídos, en comparación con las épocas de lluvia (CENICAFÉ 1997, citado por Arcila, 2011).

En la actualidad, el control de la plaga se ve dificultado debido a la poca predictibilidad del clima, los patrones de floración y los procesos migratorios de la plaga. La aplicación de un determinado control de manera programada es difícil, debido a que el café es un árbol perenne, con floraciones dispersas y con un largo período entre la floración y la maduración del fruto.

Se estudió el desarrollo del fruto de café con respecto a los ataques de la broca en 19 localidades cafetaleras de Costa Rica, identificando que la broca se puede reproducir en los nuevos frutos a partir de los 100 días después de la floración, en las zonas más bajas. (Fournier, L., 1983).

El proyecto propone la revisión de las estrategias actualmente ejecutadas en los programas MIB, las cuales han visto disminuida su efectividad producto de los cambios inducidos, tanto en la fenología del cultivo como del comportamiento de la plaga, como resultado de las variaciones climáticas experimentadas en la región Centroamericana y Panamá.

En Panamá existen unos 7,667 productores de café a nivel nacional, que cultivan una superficie de 19,490 hectáreas, con un rendimiento promedio de 15.5 quintales oro por hectárea, incluyendo las especies *C. arabica* y *C. canephora*.

La producción de café se ha visto afectada recientemente por plagas y enfermedades que han afectado sensiblemente los rendimientos y calidad del grano, destacándose la Broca del café (*Hypothenemus hampei*), la cual se ha visto favorecida por las variaciones en las condiciones climáticas, principalmente, por humedad relativa alta e incremento de las precipitaciones, aunado a las deficiencias en el manejo agronómico del cultivo. Entre los cultivares de *Coffea canephora* que se siembran en Panamá, destacan: Robusta, Robusta Mejorada BT-42 y BT-358, Criolla y Caracolillo.

Se estima que de la superficie sembrada en Panamá, unas 8,000 hectáreas son manejadas, sin la utilización de productos químicos, ubicándose unas 1,000 hectáreas en la Comarca Gnäbe Bugle, en la región occidental del país, y en el distrito de Capira, provincia de Panamá Oeste, según registros del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) el año agrícola 2009-2010, existían 976 hectáreas cultivadas con la especie *Coffea canephora*, distribuidas en los diferentes corregimientos que conforman este distrito, con una gran parte de esta superficie ubicada dentro de los límites de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

En el año 2010, en esta región, se detectó la presencia de la broca del café (*H. hampei*), la cual se ha diseminado en toda la región productora, provocando pérdidas de más del 80% de la producción del grano.

Dentro de los aspectos que ha estado favoreciendo la proliferación de la plaga, sobresalen la falta de implementación de medidas culturales de control, principalmente al no cosechar los granos brocados o barrenados, ni recolectar los granos caídos durante la cosecha, sirviendo estos de refugio para la multiplicación del insecto, siendo otro de los factores de importancia las variaciones en los patrones climáticos que se han estado experimentando en los últimos años, que consideramos, están afectando el comportamiento, tanto de la plaga como del cultivo.

En Honduras, con una prevalencia de la especie *Coffea arabica*, el café tiene una importancia capital, dado que en la producción de este rubro participan unos 103,300 productores a nivel nacional, cultivando unas 265,750 hectáreas, con un rendimiento promedio de 32.3 qq de café en pergamino seco. En este país la plaga fue detectada en el año 1977, provocando grandes pérdidas en la producción, iniciándose los esfuerzos para su control, lo que a la fecha ha permitido reducir el impacto de la misma.

Los sistemas productivos que incluyen al café, corresponden a sistemas de agricultura familiar, encontrándose el café como cultivo principal, incluyendo otros cultivos secundarios que proveen parte de la alimentación de la familia y generan algunos ingresos adicionales que le permiten a los agricultores atender otras necesidades básicas.

En Nicaragua, existe una superficie de 153,186 hectáreas cultivadas con las especies *C. arabica* y *C. canephora*, con la participación de unos 44,000 productores. En los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Nueva Segovia y Madriz, se concentra el 82% de la superficie sembrada con este rubro. En este país, actualmente se registran daños en la producción de café producto de la broca del café, en el orden del 37%.

A nivel mesoamericano se han estado presentando en los últimos años, alteraciones en los patrones climáticos que están afectando, tanto el comportamiento de los cultivos, en este caso el café, y de las plagas y enfermedades, siendo casos específicos, las millonarias pérdidas económicas provocadas por el apareamiento de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), durante los años 2012 y 2013. Según estimaciones de la FAO, las pérdidas totales en Centroamérica por efecto de las alteraciones climáticas y la incidencia de plagas y enfermedades para la cosecha 2012-2013, alcanzó un estimado de unos 3.7 millones de quintales, siendo las pérdidas más altas en Honduras con unos 1.8 millones de quintales, Nicaragua con cerca de los 300,000 quintales y Panamá con 60,000 quintales.

Para contrarrestar el avance de la plaga, es necesario fortalecer los esfuerzos para identificar los cambios cualitativos en el comportamiento, tanto de la plaga como del cultivo y de las variaciones climáticas, para realizar los ajustes necesarios y masificar esta tecnología ajustada para el manejo de la plaga, dado que se considera que la falta de información sobre el Manejo Integrado de la Broca del Café, está afectando de manera negativa los rendimientos del cultivo en la región.

9. Estructura del Proyecto

- **Componente 1: Monitoreo de la broca del café (*H. hampei*) en las localidades seleccionadas.**

Se realizaron monitoreos periódicos con la utilización de trampas artesanales, las cuales fueron monitoreadas cada 15 días, complementado con el cálculo del porcentaje o índice de infestación, para identificar los niveles poblacionales al inicio del proyecto y el comportamiento de las poblaciones tras la implementación de los diferentes componentes del MIB.

- **Componente 2: Monitoreo de las condiciones climatológicas predominantes en las localidades productoras de café (*C. canephora*) en las localidades influenciadas por el proyecto.**

Se utilizaron como referencia bases de datos climatológicas históricas, con la información captada en las regiones cercanas o en las mismas localidades donde se ejecutaron las actividades del proyecto. Durante la ejecución se registraron datos de las principales variables climatológicas (precipitación, temperatura y humedad relativa), en al menos dos fincas productoras de café en cada localidad, los cuales fueron confrontados, a la finalización del proyecto, con la información histórica disponible, para identificar las variaciones observadas en cada uno de los parámetros evaluados durante este período y su relación con el comportamiento de la plaga y de la fenología del cultivo.

- **Componente 3: Caracterización de los sistemas familiares de producción de café (*C. canephora*), en localidades productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá.**

Se utilizó la metodología de encuestas para la colecta de la información básica, recopilada con la participación de los beneficiarios directos del proyecto, para obtener una visión clara de las características de los sistemas de producción en los que el café de bajura (*C. canephora*), es uno de los componentes principales, en localidades productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá.

- **Componente 4: Implementación de prácticas culturales para el manejo de la broca del café en localidades productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá.**

Se generaron capacidades mediante capacitaciones a los productores de café y técnicos extensionistas, para que los productores estén en capacidad de implementar en sus fincas las prácticas aprendidas y puedan hacer procesos demostrativos con otros productores que no participan directamente en el proyecto.

Se realizaron reuniones para instruir a los productores en la preparación de las mezclas, calibración del equipo y aplicación de soluciones conteniendo agentes biológicos para el manejo de la broca del café, principalmente los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, además de la liberación de parasitoides predadores de la broca del café, principalmente en Honduras.

Se realizaron talleres de capacitación para la elaboración de trampas artesanales cebadas con atrayentes disponibles en el mercado local, reutilizando envases plásticos de residuos urbanos para la confección de las trampas y posteriormente la instalación de las mismas en las fincas de los colaboradores seleccionados.

Además, se realizaron sesiones de capacitación para abordar los temas referentes al manejo agronómico del cultivo, tomando en cuenta que una de las principales debilidades identificadas, es la

no aplicación de prácticas de manejo agronómico, tales como la fertilización, podas y manejo de la sombra en los cafetales, lo que redundó en bajos niveles de productividad, haciendo más agudo el efecto de la incidencia de plagas y enfermedades.

10. Resultados

La implementación del proyecto arrojó los siguientes resultados a la fecha, tomando en cuenta que las modificaciones a las estrategias de manejo de la broca del café, sugeridas como consecuencia de la ejecución del proyecto, son de aplicación gradual a mediano plazo, hasta masificar la misma a una mayor cantidad de productores y zonas de producción.

Las propuestas generadas en el proyecto se ubican en la categoría de “Innovaciones Incrementales”, tomando en cuenta que en los tres países participantes existe la plaga, y que, de igual forma, existen programas de manejo de la broca del café, con resultados variables, pero que de alguna u otra forma, se ejerce algún grado de control de la plaga.

Componente 1. Monitoreo de la broca del café (*H. hampei*) en las localidades seleccionadas.

1. Monitoreo de la broca del café (*H. hampei*) en Honduras

Esta actividad se realizó en Honduras, Nicaragua y Panamá, a través de la implementación de un programa de monitoreo de la plaga, con la finalidad de identificar los niveles poblacionales al inicio del proyecto.

En este sentido, en Honduras, el proyecto se ejecutó en los departamentos de Comayagua y el Paraíso, en donde se monitorean unas 200 fincas en cada departamento por parte del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Durante el año cafetalero 2017 los monitoreos de la incidencia de broca, iniciaron a partir del mes de mayo, con porcentajes de incidencia promedio de 2.45 y 0.85 por ciento para Comayagua y el Paraíso respectivamente. Conforme se fue avanzando en el año, al ir desarrollándose los granos producto de las floraciones tempranas (llenado y sazónamiento de fruto), la incidencia incrementó hasta niveles promedio máximos de 5.04 y 3.52 por ciento, respectivamente. (Fig.1)

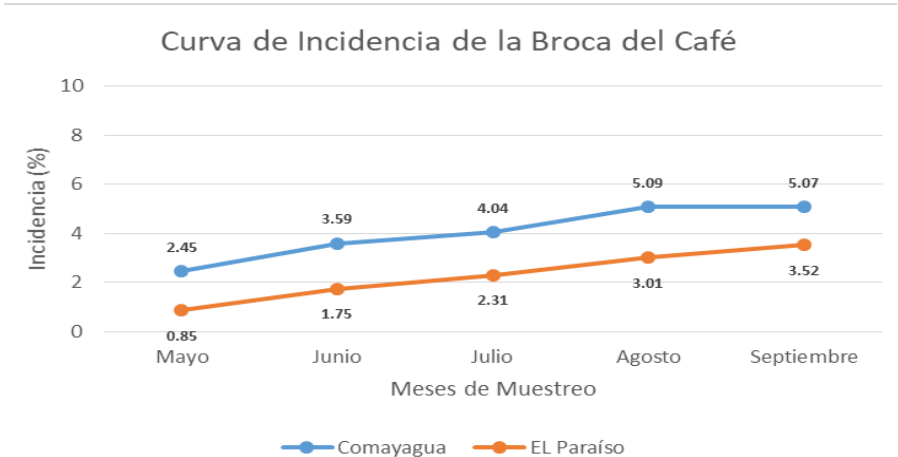


Figura 1: Curva de índice de infestación de broca del café en dos departamentos de Honduras, 2017

Para el monitoreo de las poblaciones migrantes de la broca, se utilizaron trampas artesanales transparentes fabricadas por el IHCAFE, a razón de 16 trampas por manzana, (equivalente a 23 trampas por hectárea), ubicadas en los árboles de café a una altura de 1.20 m. Este tipo de trampa es construida con envases vacíos de plástico, generalmente con capacidad de 2 litros, en los cuales se coloca un frasco o difusor conteniendo el líquido atrayente, consistente en una mezcla de alcoholes (etanol y metanol) más un aromatizante, que atrae a la broca adulta y en el fondo de la trampa se coloca agua jabonosa donde la broca adulta es capturada y muere por ahogamiento.

Por medio del trampeo se registraron variaciones en las capturas, alcanzándose las cifras más altas en los meses de abril y mayo en todas las parcelas estudiadas, época en la que ocurrió la mayor migración de broca adulta, procedentes de frutos en descomposición en el suelo y frutos residuales en la planta. A partir del mes de junio, las capturas de broca en las trampas artesanales disminuyeron progresivamente con el desarrollo de la nueva cosecha, mostrando una marcada preferencia de la broca a migrar hacia los granos de la nueva cosecha y no hacia las trampas.

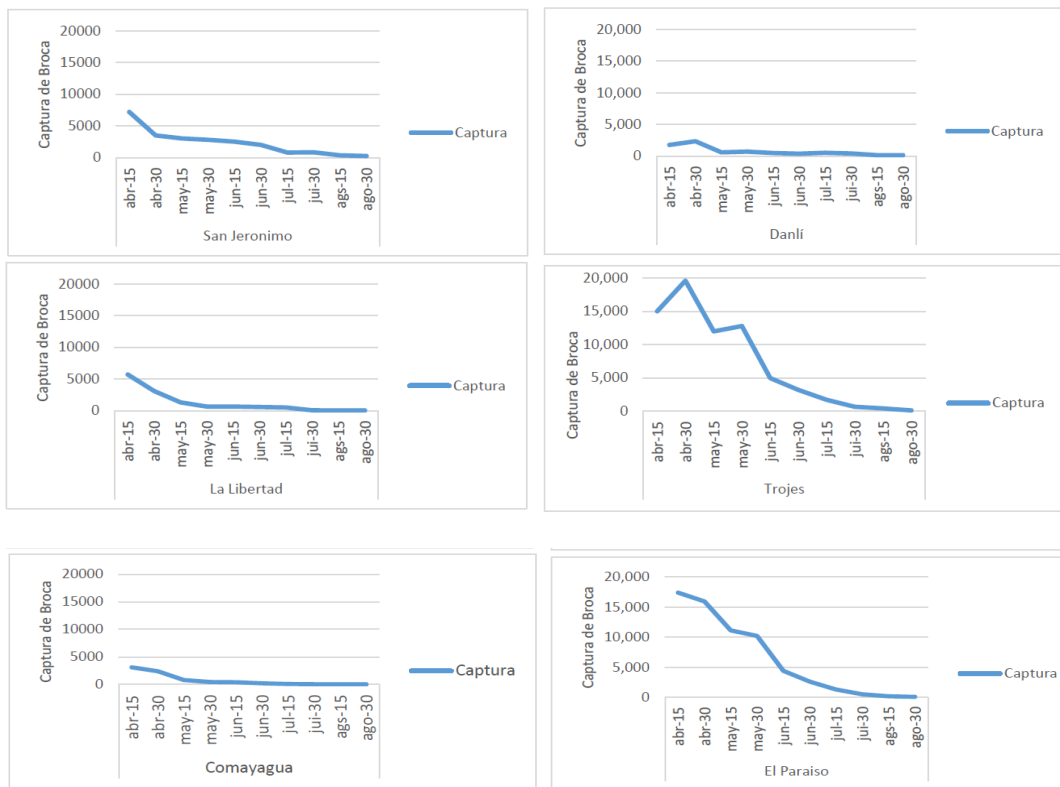


Figura 2: Captura de hembras migrantes de broca (*Hypothenemus hampei*) en seis localidades de Comayagua y El Paraíso, Honduras, 2017.

Los resultados de las capturas en las parcelas de Comayagua evidenciaron el efecto de la variabilidad del clima sobre el comportamiento de la broca del café, especialmente su adaptación a zonas de estricta altura, como es la localidad de San Jerónimo, ubicada a 1,440 m s.n.m.; las capturas en esta comunidad superaron las 7,000 brocas por manzana, equivalentes a 10,000 brocas por hectárea, mayores incluso a las observadas en las parcelas de las localidades de La Libertad y Comayagua ubicadas en zonas a 820 y 900 m s.n.m. respectivamente. Es importante mencionar que hace menos de 15 años no se encontraban poblaciones significativas de broca en zonas de estricta altura en Honduras.

Por otro lado, en las localidades de El Paraíso y Trojes, los niveles de captura, superaron las 15,000 brocas por manzana, equivalentes a más de 21,400 brocas por hectárea, poblaciones sumamente altas que, de no aplicar medidas de control, ponen en riesgo la producción de grano de café comercial.

De igual forma, fue evidente el descenso en las capturas de las trampas a partir de los meses de junio y julio, por la presencia de granos en un estado de desarrollo apto para ser infestados por la plaga, por lo que los insectos mostraron preferencia por los frutos en formación, disminuyendo las capturas en las trampas.

Lo anterior se ilustra en la figura No.3, en las cuales se aprecia que, en la localidad de El Paraíso, en la medida que las capturas de broca disminuyen a partir del mes de junio, el porcentaje de infestación en esta misma localidad se va incrementando

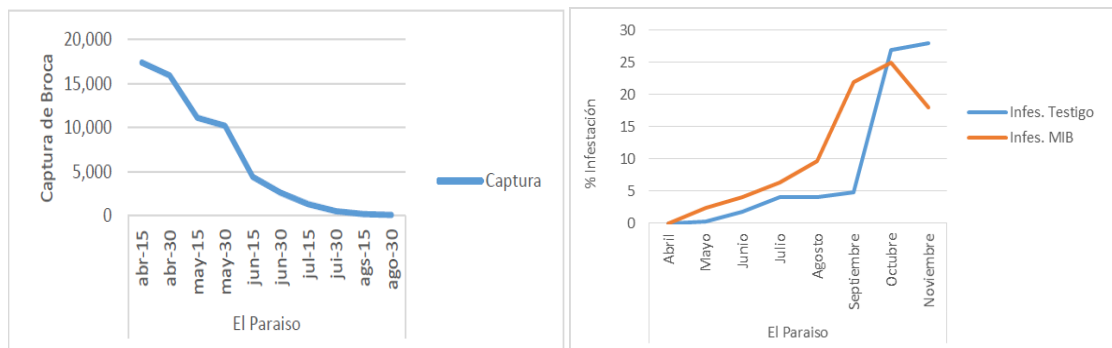


Figura 3: Comportamiento del número de capturas de brocas y el porcentaje de infestación de los granos en la parcela testigo y MIB, en El Paraíso, Honduras, 2017.

Para ponderar las poblaciones de broca existentes en las parcelas, se procedió a cuantificar la totalidad de frutos sanos, podridos, germinados y brocados, colectados posterior a la cosecha de las parcelas. Posteriormente los frutos brocados se disectaron y se cuantificó la cantidad de huevos, larvas, pupas y adultos de broca en el interior de los mismos, así como también la presencia de controladores biológicos.

En general, la mayoría de las parcelas evaluadas mostraron cantidades similares de café residual en suelo y planta, así como también de inóculo inicial de broca en sus diferentes estadios biológicos. Las parcelas ubicadas en las localidades de La Libertad y Comayagua resultaron tener altos rangos de café residual e inóculo de broca, iniciando así estas parcelas con un nivel de riesgo medio-alto para infestaciones de broca.

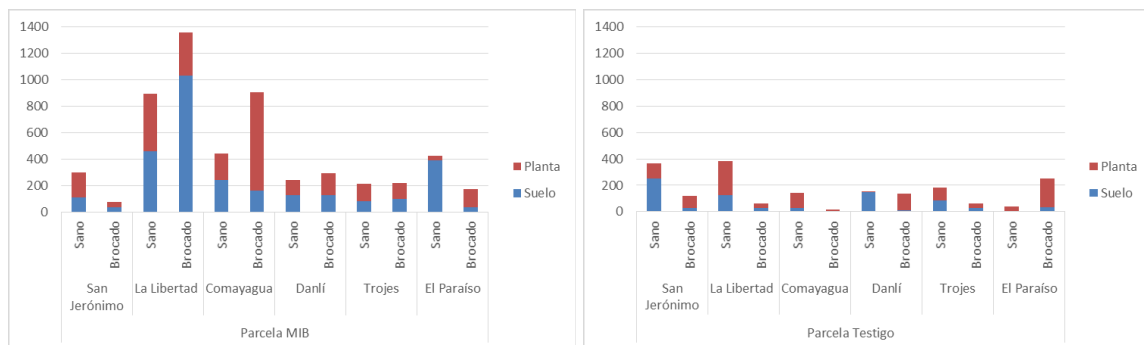


Figura 4: Granos residuales en planta y suelo en parcelas MIB y testigo en seis localidades de Honduras, 2017.

Se puede observar que a pesar de la aplicación de prácticas de manejo de la broca del café en las parcelas de manejo integrado de la broca, se encontró un número apreciable de granos residuales, tanto en la planta como en suelo, incluso mayor que en las parcelas testigo, posiblemente, estas últimas “favorecidas” por la repela posterior a la cosecha, por parte de personas que se dedican a esta actividad, lo que contribuye a reducir el número de granos residuales en la plantación y por ende, reducir las poblaciones iniciales de broca.

Sin embargo, es notorio el efecto de la implementación de medidas de control de la broca en las fincas que realizan programas de Manejo Integrado de la Broca (MIB), cuando se observa el comportamiento del porcentaje de infestación a través del tiempo en la nueva cosecha, tanto en las parcelas con la implementación de programas de MIB, y las parcelas en donde se aplican medidas aisladas de control de la plaga.

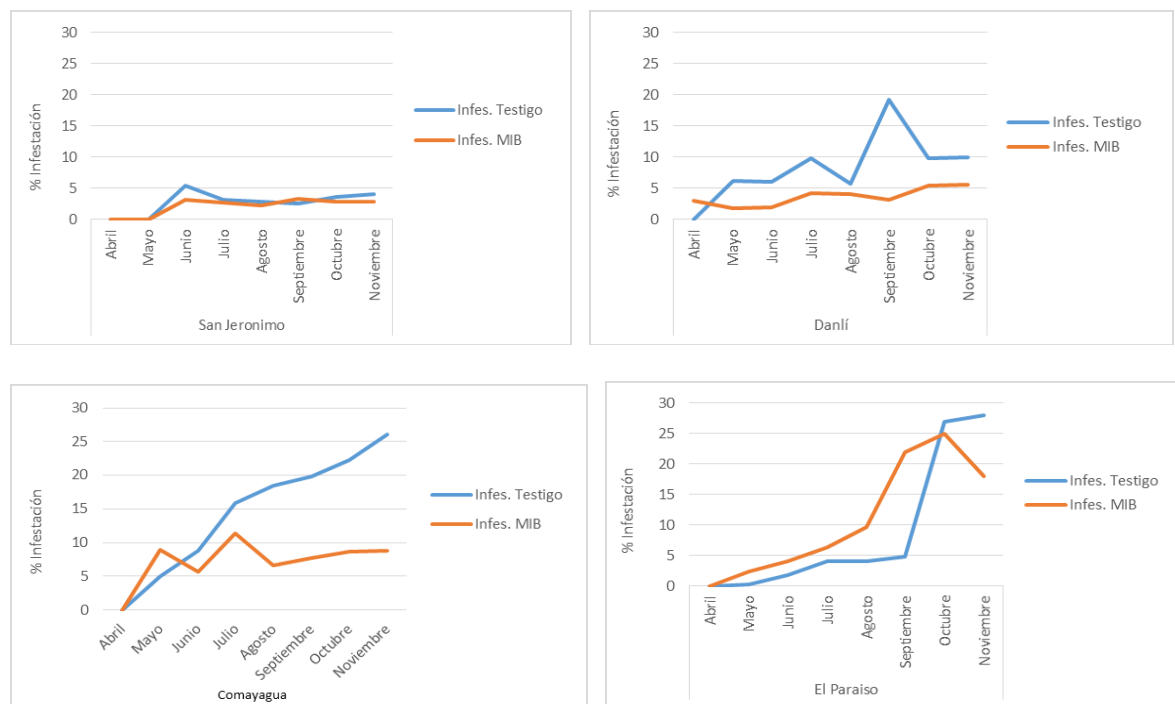


Figura 5: Porcentaje de infestación de broca en parcelas MIB y testigo, en cuatro localidades de Honduras, 2017.

Es destacable que en la localidad de San Jerónimo, ubicada a 1,440 m s.n.m., probablemente por efecto de las temperaturas más bajas, los niveles de infestación se situaron en alrededor del 5%, cifra que se considera el Umbral de Daño Económico (UDE) para esta plaga; sin embargo, en las localidades de Comayagua y El Paraíso, que se encuentran a menor altitud, los porcentajes de infestación de la plaga, superaron el 25% de infestación, cifra que representa un alto riesgo para la producción de grano.

2. Monitoreo de la broca del café (*H. hampei*) en Nicaragua

En Nicaragua, los estudios se desarrollaron en la localidad de Nueva Guinea, región en la cual se está incentivando la siembra de café de la especie *C. canephora*, realizando monitoreos de las poblaciones de broca mediante observaciones del grado de infestación, en 10 fincas de esta localidad.



Figura 6: Número de granos colectados vs. número de granos brocados, Nueva Guinea, Nicaragua, 2017.

En contraste a lo ejecutado en Honduras, en Nicaragua no se registraron las poblaciones migrantes de Broca, sino que se contabilizó el número de granos brocados, los cuales se incrementaron a partir del mes de abril, con un crecimiento sostenido al mes de junio de 2017. En cuanto a este fenómeno, se puede mencionar que, durante los tres primeros meses del año, las parcelas se encontraban en la etapa de fin de cosecha, por lo que el número de granos en estado de desarrollo apto para ser infestados por el insecto era bajo.

Sin embargo, a partir del mes de abril, con la formación de nuevos granos, se observó un incremento, tanto en el número de granos formados como en el número de granos brocados.

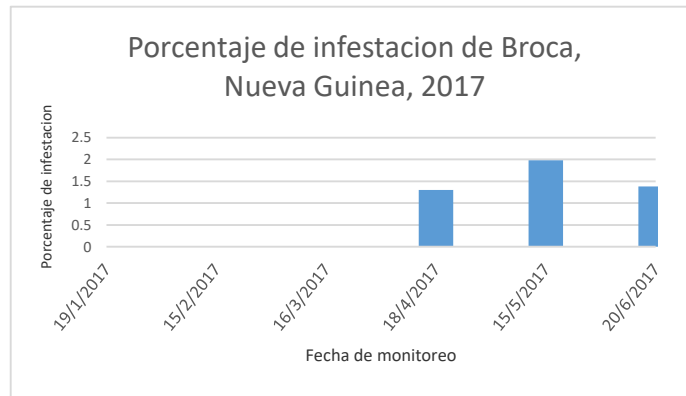


Figura 7: Porcentaje de infestación de granos por la broca del café, Nueva Guinea, Nicaragua, 2017.

3. Monitoreo de la broca del café (*H. hampei*) en Panamá

En Panamá, se realizó el monitoreo de la plaga en las comunidades de Santa Rosa y Cirí Grande, ambas ubicadas en el Distrito de Capira, dentro de los límites de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, región en la cual el Gobierno ha mostrado interés en fomentar el cultivo de café de la especie *C. canephora*, tomando en cuenta que esta es una especie de tipo arbustivo, permanente y que además requiere de sombra, la cual es suministrada a través de la siembra de árboles, lo que promueve la arborización en la región y favorece la producción de agua, principal insumo para el funcionamiento del canal de Panamá.

En la localidad de Santa Rosa, ubicada a 8°48'29" de latitud norte y 79°53'9" de longitud oeste, se realizó el monitoreo de la plaga, observándose una disminución en las capturas de brocas en las trampas artesanales, a partir del mes de mayo, período de establecimiento de la época lluviosa, momento en que la broca migra desde los refugios donde se encuentra, ya sea en granos remanentes en las plantas o de granos caídos al suelo durante la cosecha, en busca de granos que se encuentren en un grado de desarrollo aptos para ser infestados (Fig.8).

El comportamiento de las capturas en esta localidad, coincide con el comportamiento observado en el monitoreo realizado en Honduras, en donde, durante los primeros meses del año, posterior a la cosecha del grano, se observa la captura de un número importante de brocas en las trampas, hasta el mes de mayo, época que las lluvias se instalan de manera regular en esta región, reduciéndose de manera significativa las capturas en las trampas, pero a su vez, en esta misma época, se incrementó de manera sostenida el porcentaje de granos afectados por la plaga, indicando claramente, que en ambos casos, para esa época existen granos de café en etapa de desarrollo, con la consistencia suficiente para ser atacados por el insecto, por lo que la plaga dirige su atención a los granos en formación, evadiendo las trampas.

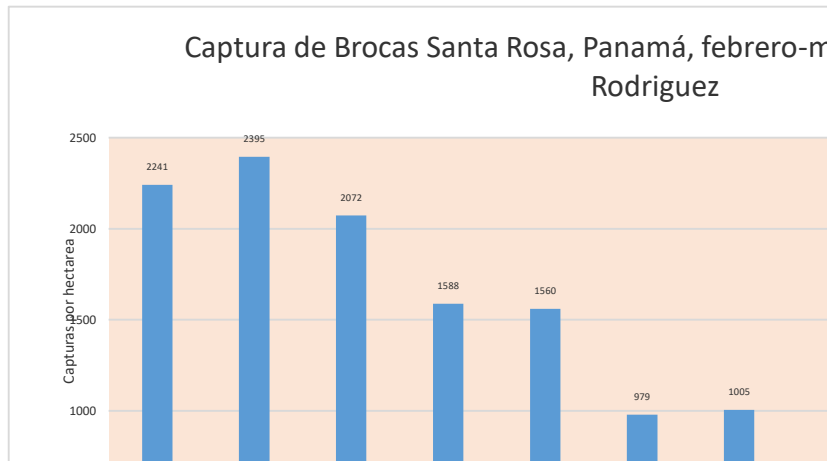


Figura 8: Captura de brocas en trampas artesanales, período febrero-mayo de 2017, Santa Rosa, Panamá, 2017.

Quando se compararon los niveles de captura en dos fincas de esa misma comunidad, el comportamiento fue similar, en cuanto a la disminución de las capturas a partir del mes de mayo, disminuyendo significativamente las capturas en las trampas, con capturas debajo de las 300 brocas por hectárea. (Fig. 9); sin embargo, se incrementaron los niveles de infestación del grano, cifra que representa el número de granos afectados por la plaga, que es calculado mediante la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Porcentaje de infestación o incidencia} = \frac{\text{No. de granos brocados} \times 100}{\text{No. total de granos}}$$

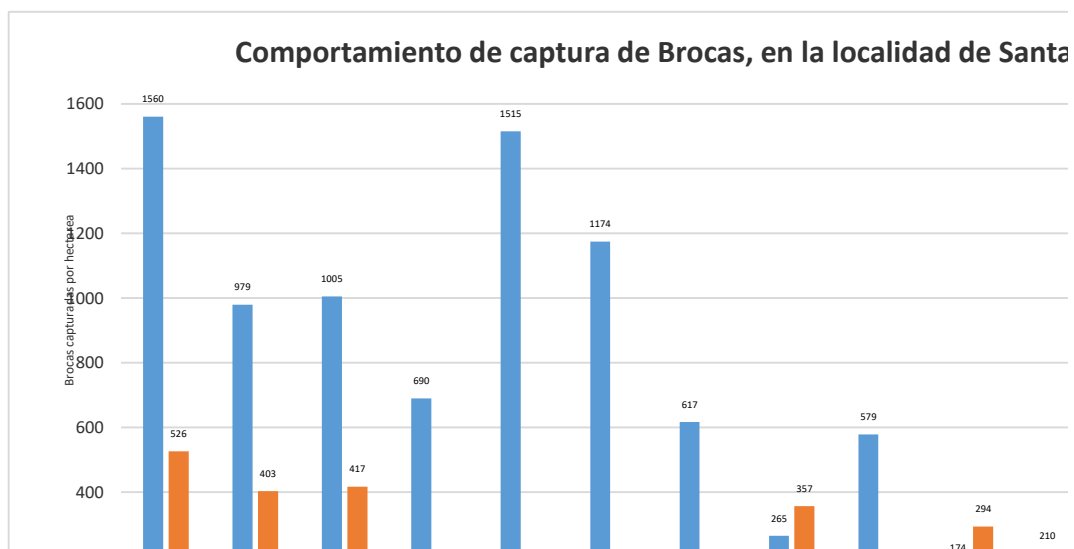


Figura 9: Captura de brocas en dos fincas de la localidad de Santa Rosa, Panamá, 2017.

Se realizó un análisis del comportamiento del Porcentaje de Infestación de la Broca (PIB) en esa misma localidad, evidenciándose que los porcentajes de infestación se incrementaron después

del mes de julio, hasta el mes de noviembre, época en que se encontraron niveles de infestación que superaron el Umbral de Daño Económico (UDE) de la plaga, que se cifra en 5%. (Fig.10).

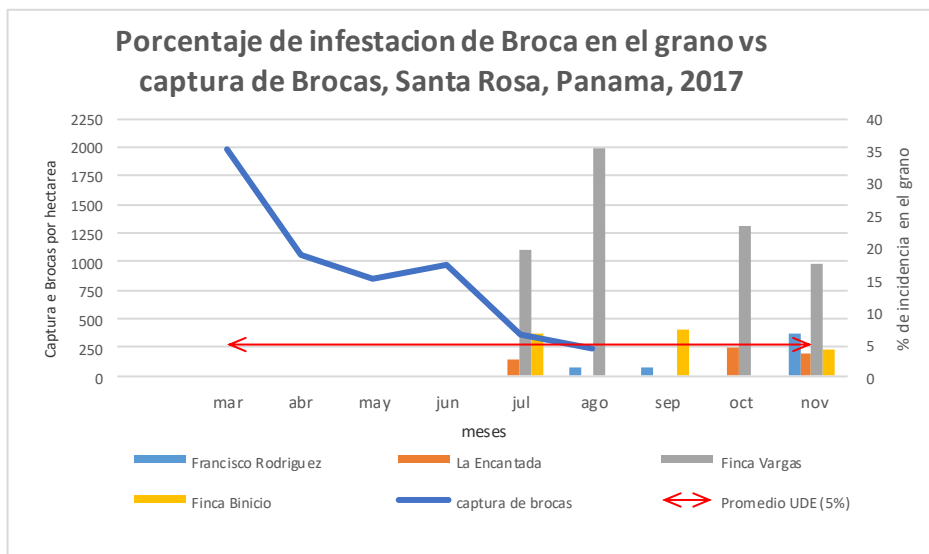


Figura 10: Monitoreo de porcentaje de capturas y porcentaje de infestación de broca, en el período julio-noviembre, Santa Rosa, Panamá, 2017.

Se puede observar que en dos de las fincas evaluadas, son notorias las diferencias en el porcentaje de incidencia. Las lecturas obtenidas para la finca identificada como Café Don Vargas, indica que no se aplican, de manera consistente, prácticas de control de la broca, reflejándose en los altos porcentajes de infestación presentes en esta finca, que para el mes de agosto mostró un porcentaje de infestación de 35%, siendo el más bajo 17.4% para el mes de noviembre.

En las lecturas realizadas en el año 2018, la finca Café Don Vargas, para el mes de abril de 2018, mostró un 66.7% de infestación de granos, y la finca La Prometida un 16.8% de infestación, indicando un alto riesgo para la cosecha en formación, además que los cultivares de café existentes en estas fincas, presentan granos en estado avanzado de desarrollo para los primeros meses del año, probablemente formados de floraciones posterior a lluvias ocurridas fuera de época en la estación seca.

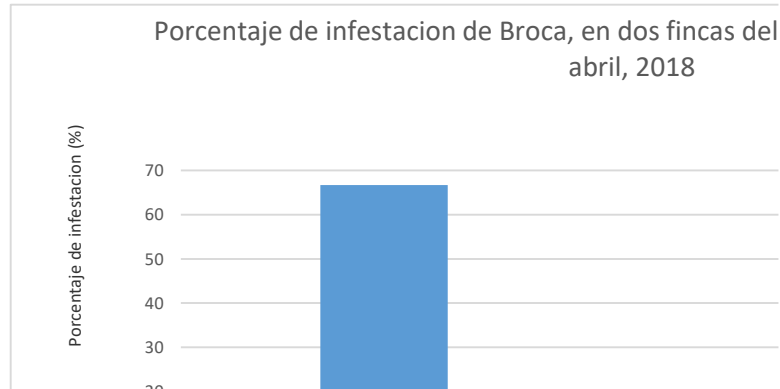


Figura 11: Porcentaje de infestación de broca en el período febrero-abril de 2018, Gasparillal, Capira, Panamá, 2018.

Componente 2: Caracterización del comportamiento climático en zonas productoras de café (*C. canephora*), en Honduras, Nicaragua y Panamá.

1. Caracterización del comportamiento climático en zonas productoras de café (*C. arabica*), en Honduras

En Honduras, los datos climatológicos monitoreados para cada localidad donde se ubicaron las parcelas de investigación para la evaluación de las medidas recomendadas para el MIB, incluyeron variables meteorológicas tales como temperatura (promedio, mínima y máxima), precipitación (promedio y acumulada) y humedad relativa, registradas por las dos estaciones telemétricas instaladas por el IHCAFE, que generan información climática de precisión a partir de Junio de 2017, no contando con registros climáticos locales anteriores, provenientes de otras fuentes en estas regiones.

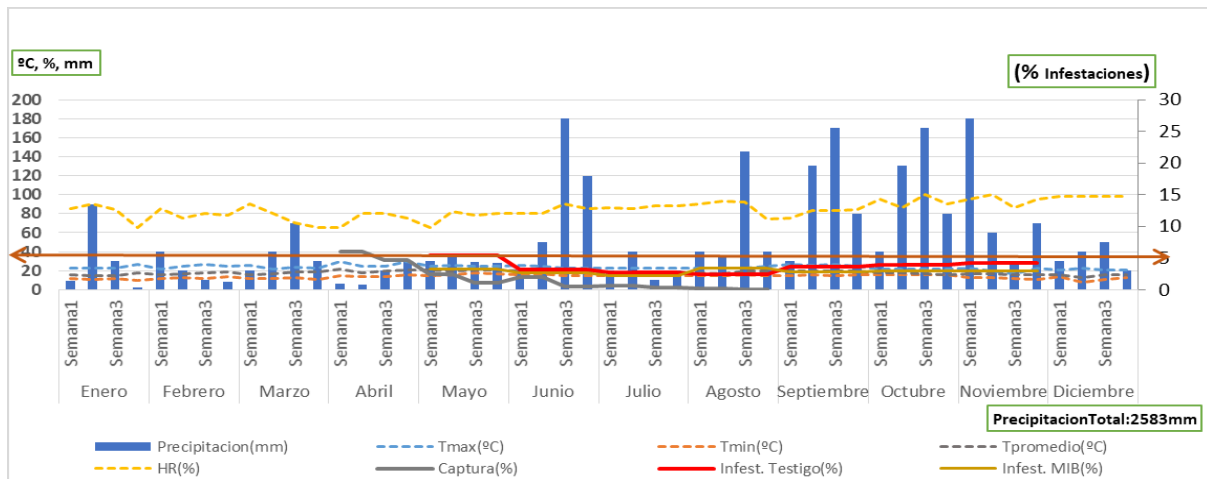


Figura 12: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, San Jerónimo, Honduras, 2017.

Es importante destacar que la localidad de San Jerónimo está ubicada a una altitud de 1,440 m s.n.m., por lo que las temperaturas máximas y mínimas registradas tienden a mantenerse debajo de los 25°C.

La precipitación acumulada en esta localidad alcanzó los 2,583 mm durante el año 2017, distribuida a lo largo del año, concentrándose en los meses de junio a noviembre, período en el que se acumuló la mayor cantidad de precipitaciones, incrementando de igual forma la humedad relativa, que a partir del mes de junio se mantuvo con promedio arriba del 80%, alcanzando cifras cercanas al 100% de humedad durante los meses de octubre a diciembre.

El monitoreo de la plaga se inició en el mes de abril, observándose que las capturas, se fueron reduciendo, hasta que en el mes de junio llegaron a su mínima expresión, iniciándose entonces el proceso de infestación de los granos de la nueva cosecha, aunque el porcentaje de infestación en esta localidad se mantuvo por debajo del 5%, que corresponde al Umbral de Daño Económico (UDE), para esta plaga, registrado hasta el mes de noviembre, dado que en diciembre se inició la cosecha de los cafetales (Fig.12). Aunque los datos no son concluyentes, podríamos inferir, que el porcentaje de infestación se mantuvo estable influenciado por la temperatura, parámetro que se mantuvo debajo de los 25°C, durante este período en esta localidad.

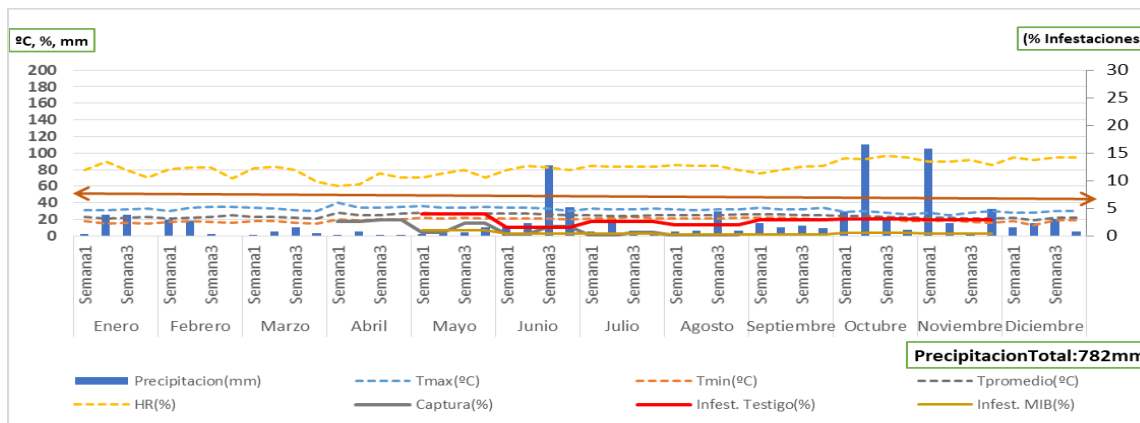


Figura 13: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, La Libertad, Comayagua, Honduras, 2017.

En la localidad de La Libertad, departamento de Comayagua, situada a unos 900 m s.n.m., se registró una precipitación acumulada de 782 mm durante el período de evaluación, concentrándose principalmente en los últimos cinco meses del año, con una humedad relativa promedio, en un rango desde 60%, alcanzado en los meses de marzo y abril y cercana a 90%, que se mantuvo desde el mes de junio hasta diciembre. En esta localidad, la temperatura promedio se mantuvo durante todo el año cercana a los 30°C. (fig.13), a excepción del mes de abril en que se registraron temperaturas máximas cercanas a los 40°C, coincidiendo con los registros de capturas de broca más altos.

Tanto las capturas como el porcentaje de incidencia de la broca, bajo estas condiciones, fueron reducidas, lo que se reflejó en bajos porcentajes de infestación, que no llegaron a superar el 5% (Fig.13).

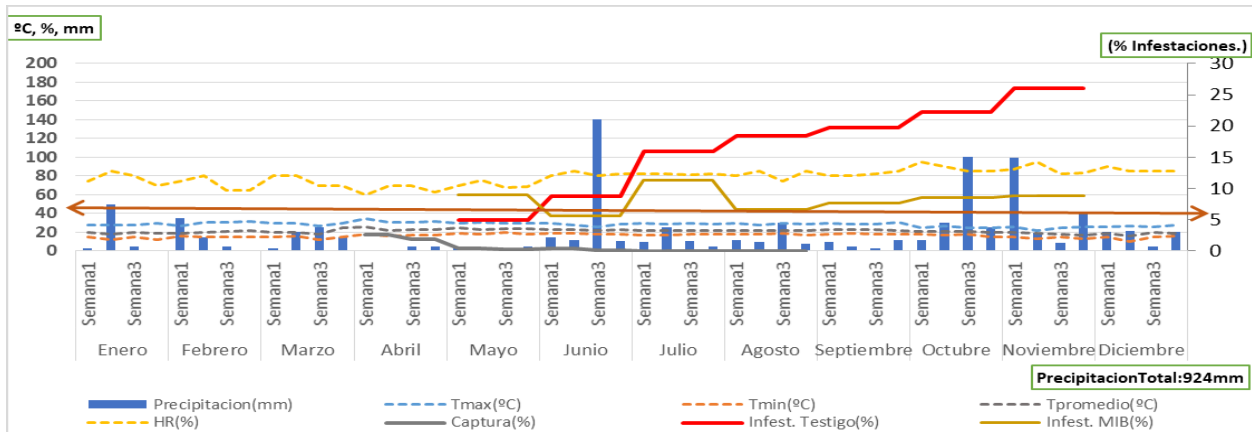


Figura 14: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, Comayagua, Comayagua, Honduras, 2017.

En la localidad de Comayagua, ubicada en el departamento de ese mismo nombre, que se ubica entre los 800 y 900 m s.n.m., se registró una precipitación acumulada de 924 mm, distribuidos entre los meses de junio a diciembre, y una humedad relativa que osciló entre 60% y 90% y que a partir del mes de junio se mantuvo sobre el 80%, se registró un nivel bajo de capturas durante el mes de abril, las cuales fueron disminuyendo hasta su mínima expresión durante el mes de mayo, probablemente influenciadas por la ausencia de precipitaciones en el período abril-mayo; sin embargo, se registró un incremento sostenido en el porcentaje de infestación a partir del mes de junio, con el incremento de las precipitaciones, alcanzando un 27.5% de incidencia en el mes de noviembre, fecha de las últimas lecturas realizadas, indicando que a pesar de que el número de capturas de brocas migrantes fue limitado, las poblaciones instaladas en los granos residuales de la cosecha anterior, que en este caso fueron altos, permitieron la infestación masiva de los granos de la nueva cosecha. (Fig. 14).

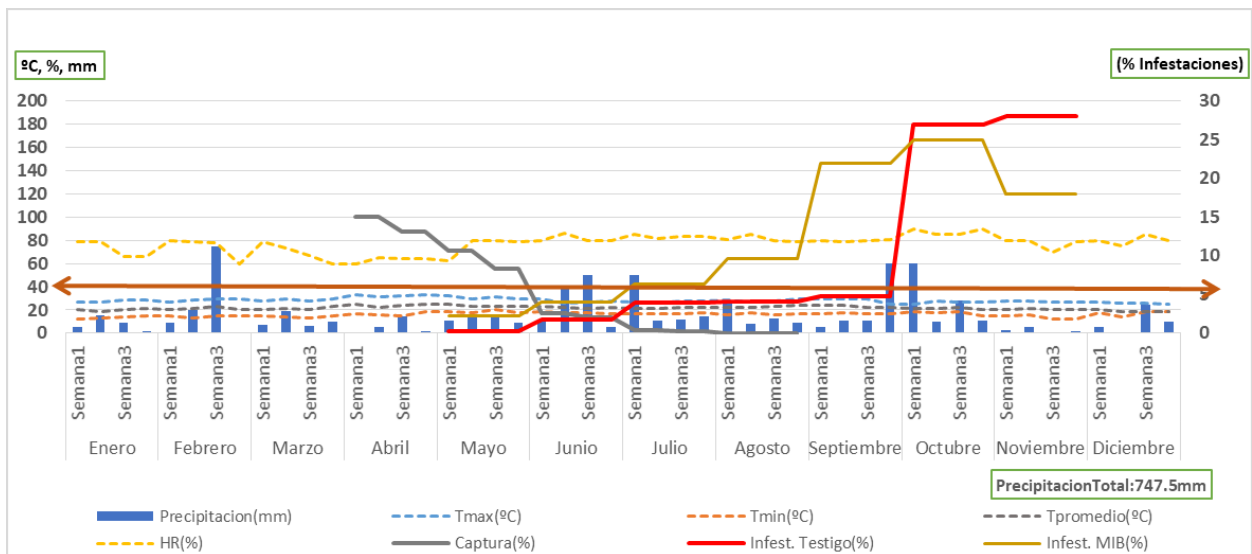


Figura 15: Parámetros climatológicos vs. incidencia de broca, El Paraíso, Honduras, 2017.

En la localidad de El Paraíso, con una precipitación acumulada de 747.5 mm, distribuida a lo largo del año, las capturas en las trampas fueron altas durante los meses de abril y mayo, reduciéndose las mismas a partir del mes de junio, hasta el mes de julio, en que llegaron a su mínima expresión, incrementándose significativamente los porcentajes de infestación de la broca, hasta el mes de noviembre, alcanzando cifras mayores al 28% de infestación. (Fig. 15).

Entre la última semana del mes de septiembre y la primera semana del mes de octubre, se registró un incremento importante en las precipitaciones y de la humedad relativa, asociado a un fuerte incremento en los porcentajes de infestación, asumiendo que este fenómeno se debió a un mayor desplazamiento de las brocas migrantes y el estado fenológico del cultivo, con una mayor cantidad de granos en condición de ser infestados. (Fig. 15).

Hay que tomar en cuenta que las altas temperaturas, favorecen la multiplicación del insecto, además de acortar su ciclo de vida, por lo que condiciones similares a estas pueden favorecer un mayor número de brocas migrantes en algunos momentos que presenten condiciones adecuadas para la infestación de los granos formados.

En Honduras, en ausencia de datos climatológicos históricos provenientes de otras fuentes de información en las localidades donde se realizaron las actividades de investigación, no fue posible hacer observaciones de las variaciones climáticas a través del tiempo en esas regiones, dado que solamente estuvo disponible la información generada por las estaciones climatológicas telemétricas instaladas por el IHCAFE, a partir del mes de junio del año 2017, como uno de los productos del proyecto.

2. Caracterización del comportamiento climático en zonas productoras de café (*C. canephora*), en Panamá

En Panamá, se realizó el análisis de los parámetros climáticos y los niveles de captura de las brocas migrantes, en el período marzo - agosto de 2017, en la localidad de Santa Rosa, observándose que el número de capturas fue disminuyendo en la medida que se avanzaba en el tiempo.

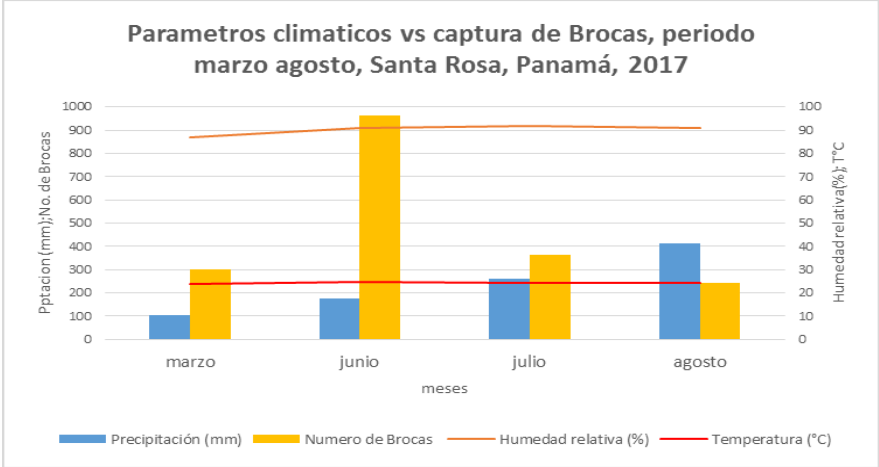


Figura 16: Análisis de las capturas de broca vs variables climatológicas, Francisco Rodríguez, Santa Rosa, Panamá, marzo 2017.

Al analizar la gráfica (fig. 16), se identifica que las poblaciones migrantes de broca, decrecieron desde el mes de junio hasta el mes de agosto de 2017, cuando, a pesar del incremento de las precipitaciones, las capturas de broca en las trampas, fueron disminuyendo. Como se ha advertido anteriormente, la disminución de las capturas en las trampas, obedece más a la existencia de granos con la consistencia adecuada para ser infestados por la plaga en las plantaciones, que a las mismas condiciones climáticas predominantes, que afectan más el

comportamiento del cultivo promoviendo floraciones tardías al final del año, que inducen la formación temprana de granos.

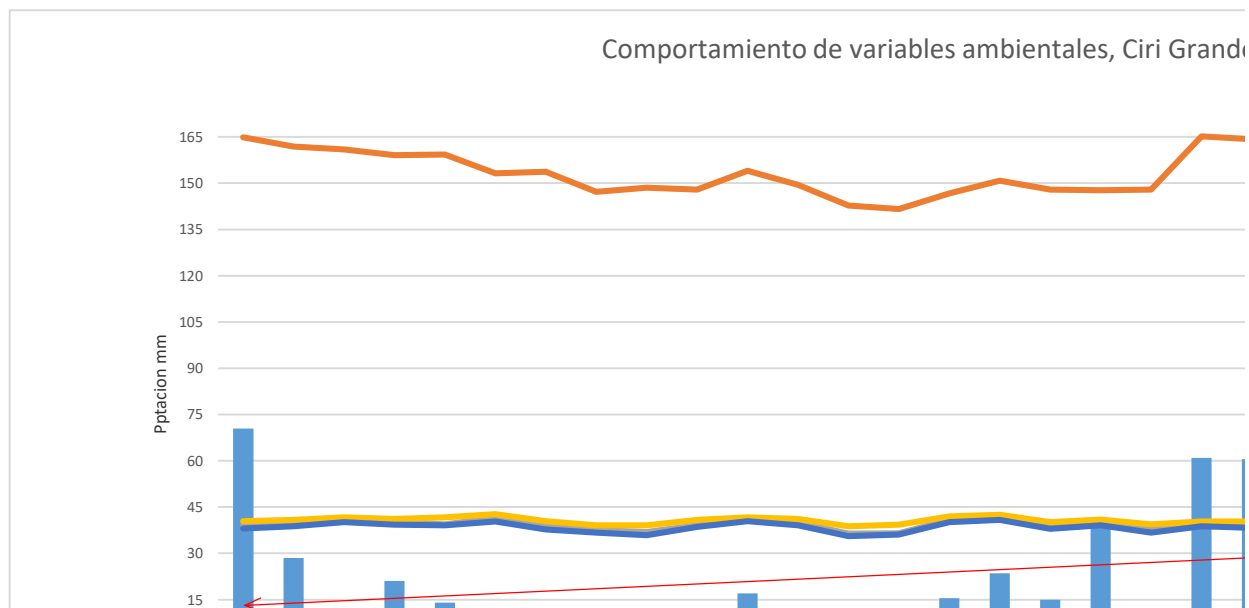


Figura 17: Variables ambientales, localidad de Ciri Grande, Panamá, período 2016-2018. Panamá, 2018.

Para la localidad de Ciri Grande se realizó un análisis del comportamiento de las variables climatológicas para el período 2016-2018, advirtiéndose que en el mes de diciembre, época en que inicia la temporada seca en Panamá, se registró un incremento en las precipitaciones, tal cual se muestra para los años 2016 y 2017, provocando un comportamiento disímil de los cultivares de café, mediante la emisión de floraciones “locas”, en los últimos meses del año, que para el mes de mayo, ya presentan una cantidad apreciable de granos en las plantaciones, con la consistencia adecuada para ser atacados por la plaga.

Para corroborar esta información, se realizó un análisis del comportamiento de la precipitación en la estación meteorológica ubicada en la región, con un registro de 43 años, en el cual se puede confirmar, que existe una tendencia histórica de incremento de las precipitaciones en los meses de diciembre hasta el mes de marzo, lo que definitivamente afecta el comportamiento, tanto del cultivo, como de la plaga.

A continuación, se presenta un análisis de la precipitación para un período de 43 años (1974-2018), basado en la información que está disponible en la Estación Meteorológica Ciri Grande. (http://www.hidromet.com.pa/open_data.php)

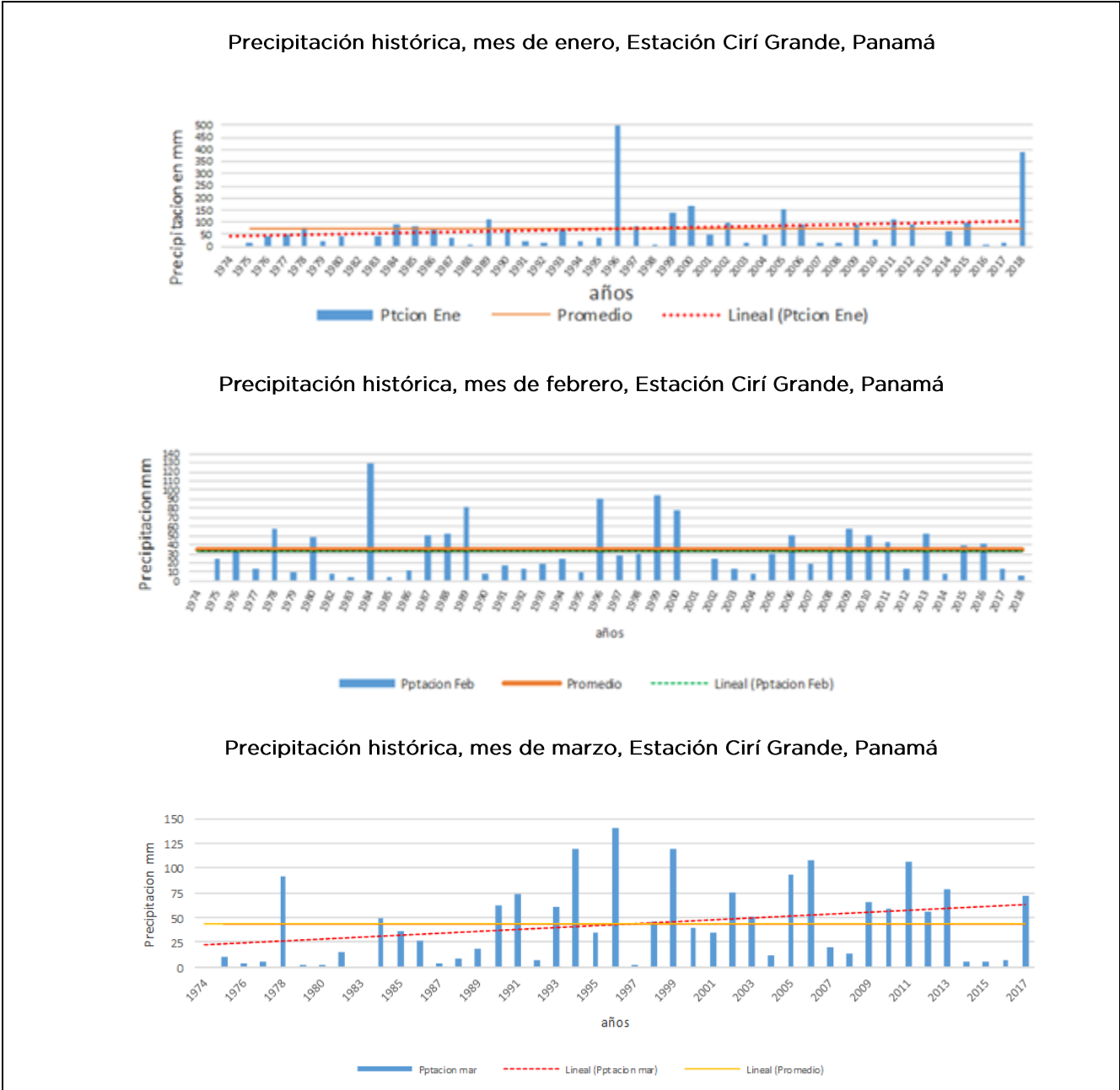


Figura 18: Precipitación histórica, meses enero-marzo, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018

El período analizado, indica una tendencia al incremento de las precipitaciones en los meses de enero a marzo, principalmente este último mes, en el cual se observa que, en 19 años del período estudiado, las precipitaciones superaron el promedio registrado para ese mes, lo que evidentemente afecta el comportamiento tanto del cultivo como de la plaga.

En los meses de abril hasta agosto, el comportamiento de esta variable climática en la región no muestra variaciones importantes, manteniéndose con cierto grado de estabilidad, sin embargo, al analizar el comportamiento de esta variable para los meses de septiembre y octubre, que

históricamente se reportan como meses de mayor pluviosidad, se observa una tendencia a la disminución de los registros de lluvia, como se muestra en la Fig. 19.

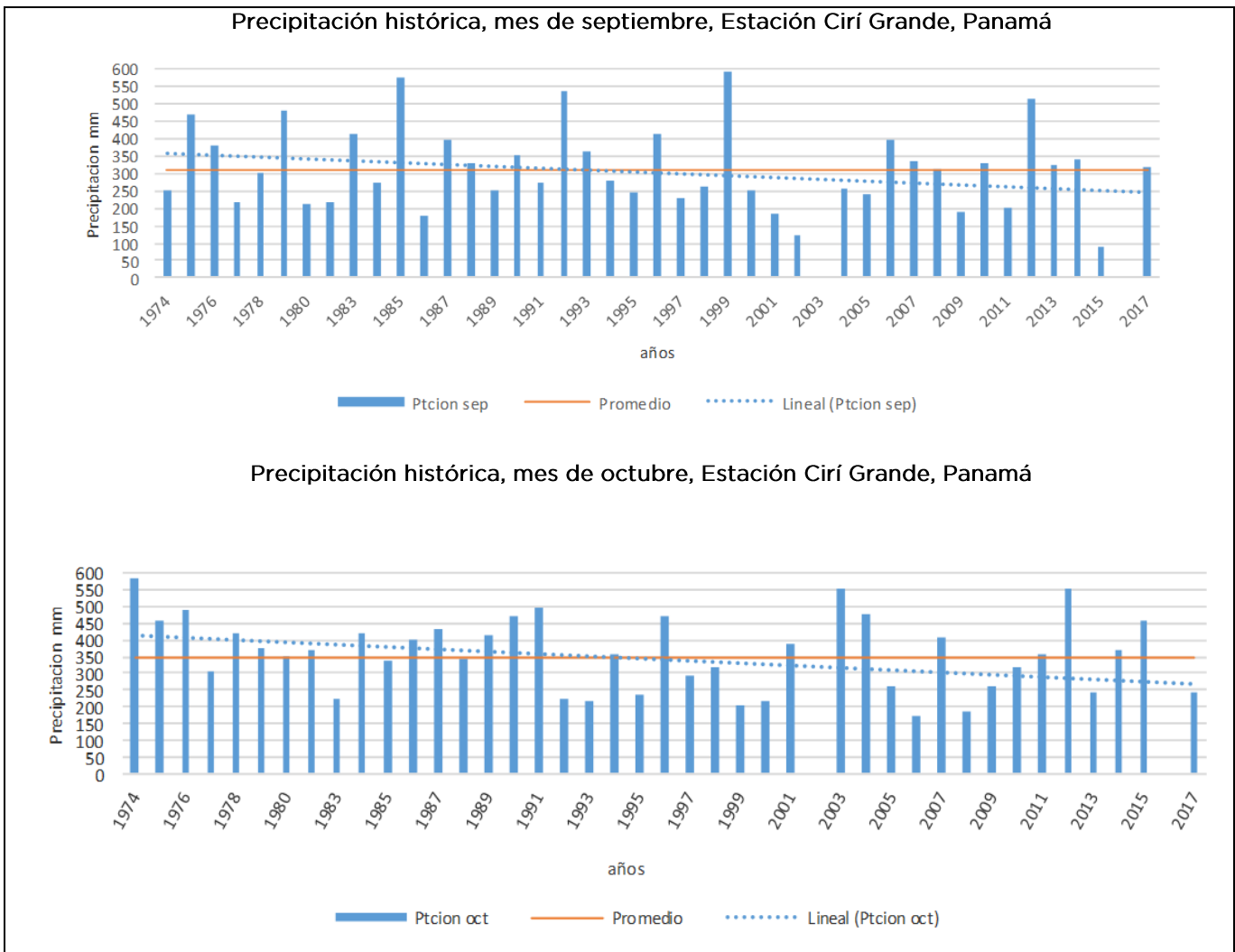


Figura 19: Precipitación meses septiembre –octubre, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018.

De igual forma, para los meses de noviembre y diciembre, se observa una tendencia, aunque leve, al incremento de las precipitaciones en este período, tal como se muestra en la Fig. 20.

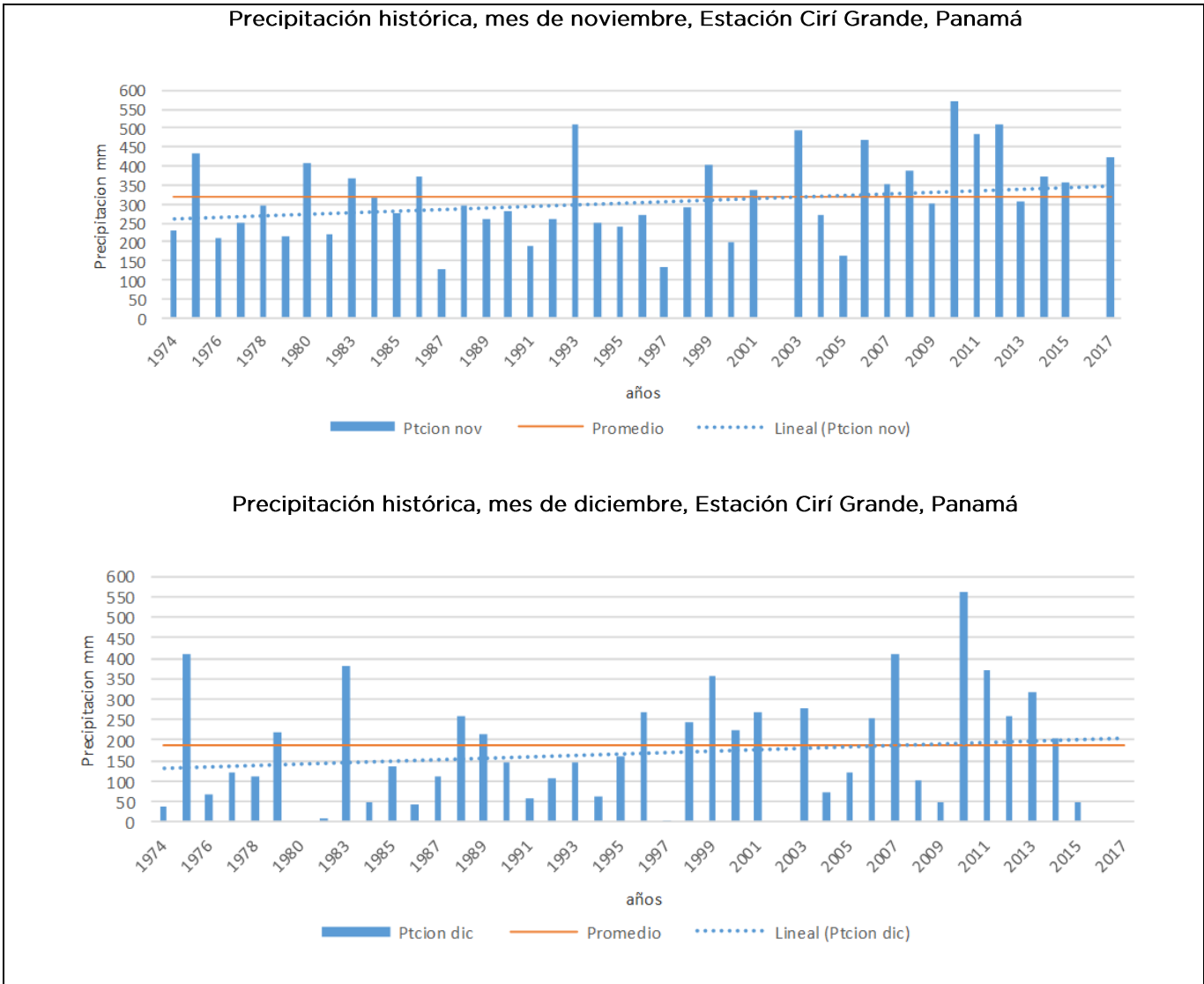


Figura 20: Comportamiento de las precipitaciones, meses de noviembre y diciembre, período 1974-2017, Estación Cirí Grande, Panamá, 2018.

El análisis realizado indica que según los datos de precipitación estudiados para el período de 43 años (1974-2017), específicamente para la región de Cirí Grande, ubicada dentro de los límites de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, en la región del Pacífico Central de Panamá, se observa una variación en el comportamiento de las precipitaciones, con una tendencia al incremento de las precipitaciones en el período diciembre-marzo, lo cual puede estar influyendo en el comportamiento de los cultivares de café que son sembrados por los productores, generando floraciones tardías, que promueven la existencia de granos en formación avanzada para los meses de mayo-agosto, provocando alteraciones en el comportamiento esperado de la plaga en esta región.

Componente 3: Caracterización de los sistemas familiares de producción de café *C. canephora*, en localidades productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá.

1. Caracterización socioeconómica de la producción de café en Honduras

La caficultura es una actividad de gran importancia económica para Honduras por la contribución al producto interno que alcanza el 30% del PIBA. En la actualidad el café es el principal rubro agrícola de exportación, con una capacidad productiva de 11 millones de quintales de café en 15 de los 18 departamentos de Honduras, siendo Comayagua y El Paraíso, líderes en producción con 1.7 y 1.1 millones de quintales exportables respectivamente, en la cosecha 2016-2017.

Con el objetivo de conocer la situación agro-socioeconómica de estos dos departamentos, el IHCAFE en coordinación con DICTA y apoyo financiero de FONTAGRO, aplicó un total de 100 encuestas (60 en Comayagua y 40 en El Paraíso), para caracterizar las condiciones de los sistemas productivos de la región, para lo cual se analizaron datos socioeconómicos y de manejo agronómico de las plantaciones.

Entre los datos de importancia identificados en este estudio sobresale que el 65% de los hogares encuestados tienen un ingreso diario entre 0 y 150.00 lempiras (de 0 a 6.00 dólares americanos), lo que nos dice que dos terceras partes de la población encuestada sobreviven con muy bajos recursos diarios y que sus ingresos dependen exclusivamente del cultivo del café; el 23% sobrevive con un ingreso entre 150.00 y 300.00 lempiras (entre 6.00 y 12.00 dólares americanos) y el 5% son productores que tienen ingresos relativamente buenos y que son superiores a los 300.00 lempiras diarios (más de 12.00 dólares americanos).

Entre las principales características del productor de café de Honduras, es que posee poca tierra, baja productividad y por consiguiente bajos ingresos.

El 83% de los hogares encuestados expresaron que el café tiene mucha importancia en su economía, dependiendo sus ingresos de esta actividad; para el 15% su importancia es regular y no son tan dependientes y para el 2% es muy poca ya que tienen diversificados sus ingresos (comercio, otros cultivos agrícolas, ganadería, granos básicos) que los hacen menos vulnerables a los bajos precios y a la incidencia de plagas.

El 83% de los productores encuestados manifestó que no pertenecía a ninguna organización y un 14% manifestó estar afiliado a una organización gremial y/o caja rural.

Con respecto a la tenencia de la tierra, un 90% manifestó ser propietarios de la tierra donde tienen establecida la finca, solamente un 3% manifestó que no era propietario de la tierra. En conclusión, se demuestra arraigo a la propiedad ya que el cultivo del café es de naturaleza permanente y los productores hacen inversiones a largo plazo.

Los productores de café entrevistados manifestaron que un 87% de las plantaciones estaban establecidas con variedades resistentes a la roya del café (Catimores), causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, desconociendo la genética y el origen de la semilla. Solamente un 1% son plantaciones establecidas con la variedad Parainema y 3% establecidas con la variedad Lempira y un 7% manifestó tener mezclas en sus plantaciones.

En cuanto al nivel tecnológico para el manejo del suelo, los productores manifestaron que un 35% de sus plantaciones están establecidas utilizando curvas a nivel, un 7% utiliza terrazas y un 58% de las plantaciones están establecidas bajo sombra.

Un 44% de los productores entrevistados manifestaron que para la sombra en las parcelas utilizan diferentes especies del género *Inga spp*, y un 26% utilizan diversos frutales como el plátano (17%) y un 8% utilizan diversas especies de árboles de madera fina como sombra.

En conclusión, se puede decir que esta zona cafetalera tiene una cultura de establecer el café bajo sombra, contribuyendo de esta forma a la conservación del ambiente y la biodiversidad.

Un 78% de los entrevistados manifestó hacer la fertilización de su finca utilizando diferentes fórmulas comerciales y un 3% de los productores expresaron que no fertilizan.

Un 74% de los productores entrevistados manifestó que la plaga con mayor incidencia en la zona es la broca del café, sin embargo, cada vez aumentan los reportes de daños económicos de plagas que antes se comportaban como plagas secundarias, pero debido a los cambios en sus ciclos biológicos por la variabilidad climática y la eliminación de sus hospederos primarios, estos insectos buscan hospederos alternos, entre los que se encuentra el cultivo del café.

Entre las plagas emergentes, un 8% de los productores manifestó tener problemas con el minador de la hoja, un 7% indicó que el barrenador del tallo, las escamas o piojo harinoso en un 3% y gallina ciega (*Phyllophaga spp*) con 1%.

El 39% de los productores entrevistados manifestó que no hacen ningún tipo de control de plagas, así mismo, el 61% manifestó que realizan prácticas parciales de manejo integrado de plagas, pero no en una forma sistematizada y ordenada.

Un 25% de los productores, realiza podas sanitarias y únicamente un 20% utiliza productos químicos y el restante 18% de los productores utiliza otros métodos para el manejo de las plagas y enfermedades.

El 52% de los productores entrevistados manifestaron que no llevan un registro del comportamiento del cultivo en sus fincas, principalmente las floraciones, parámetro que permite calendarizar las diferentes actividades de acuerdo a la fenología del cultivo, evidenciando que los productores no le están dando la importancia debida a este tipo de información.

En la otra localidad de estudio, un 71% de los productores encuestados manifestaron que están utilizando productos químicos para el control de plagas y enfermedades, un 23% no está haciendo ningún tipo de control, y un 6% utiliza otros métodos de control.

Del análisis de las condiciones socioeconómicas de los productores de las localidades intervenidas, se desprende que la caficultura es la principal actividad agrícola, así mismo, más del 50% de los entrevistados tiene ingresos diarios inferiores a los 150 lempiras (6.00 dólares americanos), los cuales son generados principalmente por la venta del café, indicando que la baja productividad puede ser producto de la falta de conocimiento de los productores de la tecnología adecuada para el manejo del cultivo y de la plaga conocida como broca del café.

2. Caracterización socioeconómica de la producción de café en Nicaragua

Según resultados del Banco Central de Nicaragua (BCN) para el ciclo agrícola 2014/2015, la producción nacional de café en Nicaragua alcanzó un volumen de producción de 1.897,009 quintales

oro, en una superficie cosechada de 149,000.8 manzanas, (104,672 hectáreas) obteniéndose un rendimiento promedio de 12.7 quintales por manzana (18.1 qq/ha).

El grano de café es el segundo producto de exportación con un valor total de C\$ 414,317,268.25. En los últimos cinco años la actividad cafetalera ha representado aproximadamente el 24.15% del Valor Bruto del Sector Agrícola (PIBA).

Años	Valor Bruto de la Producción Agrícola. (millones de Córdoba 2006)	Valor bruto de producción de café. (millones de Córdoba 2006)	Contribución de la producción agrícola
2011	16,926.9	4,449.8	26.29%
2012	16,314.0	3,865.8	23.70%
2013	16,899.3	3,726.7	22.05%
2014	17,018.6	4,109.6	24.15%
2015	17,461.1	4,290.7	24.57%

Cuadro 1. Contribución del café al Producto Interno Bruto Agropecuario en Nicaragua, período 2011-2015.

Nicaragua tiene aproximadamente 44,519 productores de café, y en el municipio de Nueva Guinea se reportan 105 productores, representando el 0.24% del total, sin embargo, es el municipio donde el 99% de los productores siembra café de la especie *Coffea canephora*.

Hasta hace unos años el cien por ciento del café producido en Nicaragua era de la especie *Coffea arabica*, sin embargo, a través del Acuerdo Ministerial 012-2013, publicado en La Gaceta del 19 de septiembre de 2013, el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), delimitó áreas aptas para cultivar café Robusta, en los municipios de la RAAN, con excepción de Waslala, y las áreas protegidas de Bosawas; y en la RAAS los municipios de El Coral y El Almendro.

Con este acuerdo ministerial se permite la importación de semilla y clones de distintas variedades de café Robusta.

Esta región se ubica en la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical, según Holdridge, y debido a las variaciones climáticas, en los últimos 10 años, los productores han venido diversificando sus fincas sembrando rubros como el cacao, café y piña esperando obtener mayor ingreso.

La población en esta región es de aproximadamente 66,936 habitantes, en donde el 50.30% son hombres y el 49.70% son mujeres, siendo el mayor porcentaje de población rural representando el 77.15% del total.

De acuerdo al mapa de pobreza, el 66.34% de esta población se encuentra en extrema pobreza, esto significa que estos hogares tienen dos o más necesidades no satisfechas.

En relación al sector agropecuario, Nueva Guinea reporta 5,831 explotaciones agropecuarias; el 81.8% de estas explotaciones producen granos básicos, el 33.92% siembran otros cultivos temporales y 44.73% tienen cultivos perennes y semi perennes, entre los que se cuenta el café.

El 13.3% de la población de esta comunidad no tiene ningún nivel de escolaridad, el 37.7% hicieron al menos un nivel de primaria y el 48.8% finalizaron la primaria y continuaron un nivel de secundaria, técnico y/o universidad.

El 88.9% de los productores encuestados manifestaron recibir acompañamiento técnico y el 93.3% ha recibido capacitación especialmente en temas de manejo de enfermedades, plagas, uso de productos químicos (fertilización y plaguicidas) y en menor proporción en temas como semilleros y viveros.

Los resultados reflejan que el 91.1% de los productores entrevistados son propietarios de sus fincas, el 4.4% tiene otro tipo de tenencia y el restante 4.5% trabaja unidades de producción que han sido heredadas y no poseen documento legal. La altura promedio en que se encuentran estas fincas es de 213 m s.n.m.

El promedio de superficie que tienen los productores en esta región es de 61.8 mz., (43 ha) en donde el 20.5% del área es utilizada en el cultivo de café. En los últimos cinco años se ha venido sustituyendo área de ganadería para establecer el cultivo de café.

Un 20% de productores establece sus cafetales con sombra, con especies de frutales como naranja, cacao, guayaba y coco, además de forestales como madero negro, acacia, teca, laurel y roble.

El total de manzanas de café establecidas por los productores entrevistados es de 561.7 mz (393 ha), de las cuales el 46.2% se encuentra en producción, el restante 53.8% tienen menos de dos años de haber sido sembradas. La media de distancia entre hilera o calle es de 2.61 m y la media entre planta y planta es de 1.52 m.

La producción total fue de aproximadamente 39,594 qq en uva, para un rendimiento de 100.5 qq uva por manzana (70.3 qq/ha).

Ningún productor tiene infraestructura para beneficiar el grano. Entre la infraestructura, herramientas y/o equipo con la que cuentan los productores se encuentran bombas de mochila, motobombas, tractor y bodegas para almacenar productos y herramientas.

El 80% de los productores reporta la incidencia de la broca del café en sus fincas, y la forma en que los productores controlan la plaga es con la aplicación de productos químicos (77.14%) utilizando Endosulfan (altamente tóxico), Bifentrina, y otros productos; en menor proporción utilizan medidas de control cultural como trampas, limpieza, recolección de grano, eliminación de plantas y otras medidas sanitarias.

El 100% de los productores utiliza productos químicos para la fertilización; entre los fertilizantes de mayor uso se menciona la urea y otras formulaciones de fertilizantes con promedio de 2 qq por manzana (1.4 qq/ha) y tres aplicaciones al año.

En esta región, los recursos para financiar la siembra y manejo del cultivo son facilitados por la empresa CISA Exportadora, a través de la alianza que el grupo establece con cada pequeño productor, al cual se le entrega semilla, financiamiento y asistencia técnica; esto es abonado por el productor cuando empieza a cosechar. La empresa se encarga de lavar, secar y procesar el café uva

entregado por los productores. El 75.6% de los productores vende a CISA, 2.2% a través de la cooperativa UCA y el 22.2% a otras empresas.

3. Caracterización socioeconómica de la producción de café en Panamá

En Panamá se siembran unas 19,000 hectáreas de café entre las especies *C. arabica* y *C. canephora*. La especie *C. arabica* o café de altura, se concentra en su mayoría en la provincia de Chiriquí, fronteriza con Costa Rica, y la especie *C. canephora*, o café de bajura, es sembrada en las otras provincias con unas 8,000 hectáreas, sobresaliendo las provincias de Panamá Oeste, Colon y Coclé.

Según la información recopilada en la localidad de Santa Rosa, la edad promedio de los productores es de 52 años, con un promedio de 4 miembros que viven en la finca, sin embargo, solamente 2.7 miembros de la familia aportan a las labores de la finca en la producción de café.

Las fincas de los productores tienen una superficie promedio de 7.2 hectáreas, de las cuales unas dos hectáreas en promedio son dedicadas al cultivo de café, con edades promedio de las plantaciones de 9.2 años y un rendimiento promedio de 8 quintales por hectárea.

Un 63% de los productores indica que la variedad sembrada es la especie Robusta y un 25% de los productores indican contar con una combinación entre la variedad Robusta y una variedad conocida como Caracolillo, de baja calidad y bajo rendimiento.

En cuanto al manejo agronómico del cultivo, el 63% de los productores siembra en hileras a distancias de 3 m entre árboles y un 26% de los productores siembra a distancias entre 2 y 2.5 m; con patrón de siembra tresbolillo o en cuadro; un 13% de los productores siembra sin un patrón definido de distancias de siembra.

Un 40% de los productores no fertiliza y el 60% restante, fertiliza con dosis que van desde 1 qq/ha, hasta 3 qq/ha de urea y otras formulaciones.

En su mayoría, los productores no pertenecen a ninguna organización de productores o similar. Un 88% de los productores encuestados indica haber participado en capacitaciones en el cultivo de café. En cuanto a la tenencia de la tierra, solamente un 75% de los encuestados declara que son propietarios y el resto mantienen sus fincas bajo un régimen diferente de tenencia.

El 100% de los productores encuestados indica que la producción la realiza con financiamiento propio, lo que evidentemente afecta la adopción de tecnología para la producción.

En referencia la asistencia técnica, un 75% de los productores indica que reciben asistencia técnica por parte del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y por parte de ONG's, que ejecutan proyectos con el financiamiento de la autoridad del Canal de Panamá, que desde hace algunos años, mantienen un programa de fomento para la siembra del cultivo de café de la especie *C. canephora*, con el objetivo de lograr la arborización de esta región, que se encuentra ubicada dentro de los límites de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá.

Componente 4: Implementación de prácticas de Manejo Integrado de la Broca del café (MIB) en fincas cafetaleras.

1. Implementación de prácticas de Manejo Integrado de la Broca del café (MIB) en Honduras.

Uno de los objetivos perseguidos mediante la implementación de prácticas de Manejo Integrado de la broca del café, fue el de crear capacidades en los técnicos extensionistas, así como en los mismos productores, en los diferentes métodos para manejar la plaga, por lo que las actividades desarrolladas se centraron en la capacitación de los diferentes grupos en los temas de mayor interés.

En Honduras, se realizó una importante cantidad de actividades de capacitación en la implementación de prácticas culturales para el manejo de la broca del café, promoviendo la Implementación de técnicas para el control biológico de la broca del café con agentes entomopatógenos y depredadores, además de la implementación del control etológico de la broca del café mediante el uso de trampas artesanales.

Las actividades de divulgación y capacitación de las tecnologías desarrolladas o innovadas durante la ejecución del proyecto incluyeron prácticas demostrativas, días de campo, charlas grupales, difusión de resultados a través de programas radiales, talleres de elaboración de trampas artesanales para la captura de broca y la crianza de parasitoides controladores biológicos de la broca del café.

Las actividades demostrativas y los entrenamientos en elaboración de trampas artesanales se desarrollaron en 75 fincas en el departamento de El Paraíso y en 33 fincas del departamento de Comayagua, con la asistencia de 2,105 y 858 productores, respectivamente. En todos los eventos participaron los equipos técnicos de las agencias del IHCAFE.

Las actividades se desarrollaron con pequeños caficultores siguiendo las diferentes etapas, incluyendo el diagnóstico grupal, implementación de las propuestas tecnológicas de manejo dada a conocer por el técnico, la discusión de resultados que arrojó el estudio en la finca y las recomendaciones generadas en base a los resultados obtenidos, tomando como referencia el estudio de caso de las parcelas manejadas por el proyecto bajo las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los productores de la zona. En todas estas actividades se privilegió la participación permanente de los caficultores, incorporando las observaciones y puntos de vista vertidos por estos sobre las características del estudio.

En cuanto a las prácticas culturales: pepena (recolección de los frutos que quedan en el suelo después de realizada la cosecha), y repela (recolección de los frutos que quedan en la planta posterior a la cosecha), se enfatizó a los productores que estas prácticas son fundamentales para evitar la alta incidencia de broca en los frutos de la nueva cosecha, ya que la futura infestación está influenciada por la cantidad de inóculo de broca que se refugia en los frutos maduros, sobre maduros, verdes y secos que quedan en el suelo y planta al finalizar la cosecha.

Los insectos permanecen alojados en los primeros días posteriores a la cosecha en los frutos que caen al suelo, pero al acelerarse la descomposición de esos frutos, migran por sobrevivencia hacia los frutos remanentes en la planta. Aunque también ocurren traslados de adultos entre plantas, con la llegada de las primeras lluvias las hembras progenitoras criadas en frutos de la planta, migran hacia los frutos aptos de la nueva cosecha. En tal sentido, los productores fueron capacitados sobre las bondades de estas prácticas.

Otro de los temas abordados en las capacitaciones fue la utilización de controladores biológicos, para lo que se implementó una estrategia para realizar la capacitación directa en los días de campo y

días demostrativos, describiendo los controladores biológicos y procediendo a su liberación, haciendo hincapié que la broca tiene enemigos naturales, principalmente la avispa *Cephalonomia stephanoderis*, que actúan como depredador y parásito. Este insecto al igual que la broca, es originario de África.

Las avispas *C. stephanoderis* realizan su actividad de control penetrando el fruto brocado utilizando el orificio dejado por la broca. En primera instancia se establece una lucha entre la broca madre que protege a su prole y el parasitoide que trata de depredar y parasitar los diferentes estados de desarrollo presentes en el interior del fruto. Se alimenta de todos los estados de desarrollo: huevos, larvas, pupas y adultos; mostrando con esto lo riguroso de su efecto depredador, el efecto parásito lo establecen depositando sus huevos sobre la parte ventral de las larvas y dorso lateral en las pupas.

La segunda etapa de la capacitación y difusión de la metodología estuvo dirigida a capacitar 30 productores en la metodología de crianza de estos controladores biológicos, con el propósito de instalar pequeños centros de crianza en sus comunidades, que les sirvan para mantener controlada la plaga y tener la capacidad de formar pequeñas microempresas de producción de este controlador biológico.

También entre los controladores biológicos se encuentra el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* del cual se encuentran poblaciones nativas en los cafetales de manera natural. Las capacitaciones estuvieron orientadas, a que los productores conocieran cómo este hongo realiza su actividad de control sobre los adultos de la broca, a través de las unidades de reproducción llamadas conidios o esporas que actúan al entrar en contacto con el adulto, las esporas germinan en presencia de alta humedad sobre el exoesqueleto de la broca, emitiendo un tubo germinativo, el cual penetra el cuerpo del insecto produciendo micelio que invade el interior, donde libera toxinas que matan a la broca. En condiciones de alta humedad se puede observar el micelio blanco del hongo sobre el cuerpo del insecto.

Las demostraciones enfatizaron que para realizar un control adecuado de la broca del café con este organismo biológico, dependerá de la correcta elección de la dosis, el momento oportuno de aplicación (90 a 120 días después de la floración principal) y de la calidad biológica del producto a utilizar, evitando exponerlo directamente a los rayos solares y mantenerlo en lugares frescos, tener presente la fecha de vencimiento del producto ya que las formulaciones cumplirán con los estándares de calidad hasta el momento que se determine el vencimiento.

Con la finalidad de realizar la difusión de los trabajos realizados en el marco de ejecución del proyecto y de los resultados obtenidos, se realizó una serie de actividades de capacitación, que se presentan el siguiente cuadro.

Localidad	Días de campo	Demostración de métodos	No. de participantes
Trojes	4		315
		10	180
El Paraíso	5		368
		20	307
Danlí	6		545
		30	390
La Libertad	6		150
		9	162
San Jerónimo	2		150
		9	201

Comayagua	4		120
		3	75
Total	27	81	2963

Cuadro 2. Eventos de capacitación y número de participantes, en los departamentos de El Paraíso y Comayagua, Honduras.

2. Implementación de prácticas de Manejo Integrado de la Broca del café (MIB) en fincas cafetaleras de Panamá.

Durante el año 2017, se desarrolló un programa de capacitación continuo en las localidades de Santa Rosa y Cirí Grande, con la finalidad de reforzar el conocimiento de los productores en el comportamiento de la plaga y la utilización de las herramientas técnicas para su manejo, realizándose un total de 34 capacitaciones, entre los meses de enero a noviembre de 2017. Los temas abordados en las capacitaciones incluyeron el Control Etológico de la Broca, el Control Biológico de la Broca, Manejo Agronómico de los Cafetales, Fertilización del Cultivo de Café, Manejo Cultural de la Broca, Cálculo del Índice de Infestación de Broca.

En las diferentes comunidades se procedió a realizar capacitaciones en los temas de elaboración y colocación de trampas artesanales y cálculo del índice de infestación de la broca. En las capacitaciones desarrolladas en el tema de control etológico de la broca, como uno de los componentes del Manejo Integrado de la Broca (MIB), se procedió en primera instancia a enseñar a los productores a fabricar las trampas artesanales, utilizando recipientes de plástico vacíos con capacidad de dos litros, y posteriormente, se realizaron prácticas para la colocación correcta de las trampas en los cafetales. Otro de los aspectos que se enfatizó en las sesiones de aprendizaje, fue la de realizar el cálculo del Índice de Incidencia de Broca en los cafetales, a través de la inspección de los frutos brocados y aplicando la fórmula matemática, para este fin.

Se realizaron sesiones de aprendizaje, enfocadas al manejo agronómico del cultivo, en las que se hizo énfasis en las prácticas de fertilización del café y la realización de las podas o renovación del tejido productivo. Otro tema de aprendizaje, fue la preparación, calibración de los equipos y aplicación de control biológico, con productos basados en el hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, como otro de los componentes del Manejo Integrado de la Broca del café.

Posteriormente, se realizaron reuniones para la presentación de los resultados obtenidos en el proyecto, ante los grupos de productores y técnicos extensionistas del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), entidad responsable de la extensión en Panamá. A continuación, se presenta un cuadro conteniendo la información de las capacitaciones y el número de productores participantes en las localidades de El Guabo, Cirí Grande y Santa Rosa, en Panamá.

Localidad	Número de participantes
El Guabo	77
Santa Rosa	204
Cirí Grande	196
Total	477

Cuadro 3. Número de participantes en capacitaciones en Panamá.

11. Discusión de Resultados

Según la información generada en el proyecto, es evidente que la plaga conocida como broca del café (*Hyphotenemus hampei*), está presente en los tres países que formaron parte del Consorcio que ejecutó el proyecto, en diferentes grados de severidad; en algunos casos debido a la no aplicación de la tecnología actualmente disponible para el manejo de la plaga, en otros casos, debido al desconocimiento de la tecnología disponible, debido a la baja capacidad de cobertura de los sistemas de extensión en los países y en otro caso, debido a las variaciones climáticas que se están experimentando en la región centroamericana y están afectando al cultivo y la plaga.

En el caso específico de Honduras, país en que las actividades de investigación se realizaron en localidades ubicadas en altitudes arriba de los 1,400 m s.n.m., con temperaturas promedio debajo de los 30 °C y en la especie *Coffea arabica*, se identificó que los niveles poblacionales de la broca en estas localidades fueron superiores a las poblaciones registradas anteriormente, indicando de manera clara que está presentándose un fenómeno de adaptación de la plaga a temperaturas más bajas o que se está registrando un incremento en las temperaturas por períodos más largos a través del año, lo que está permitiendo el desplazamiento de la plaga a mayores rangos altitudinales.

Otro aspecto de importancia identificado en los resultados obtenidos en el proyecto, es que el comportamiento de la plaga, está estrechamente ligado al comportamiento del cultivo, el cual a su vez, ve afectado su comportamiento por las variaciones climáticas, ya que en el caso de Honduras, se observó de manera clara, que la plaga tiene un tiempo en el cual se desplaza más activamente, que va desde el momento de finalización de la cosecha, (diciembre hasta febrero), hasta fines del mes de mayo. En este período, el insecto se dispersa en busca de granos con la consistencia adecuada para ser infectados, registrándose gran cantidad de capturas en las trampas artesanales, sin embargo, después del mes de junio, las capturas en las trampas disminuyen drásticamente, incrementándose de forma paralela, la infestación de los granos que están en proceso de formación y maduración.

Un aspecto relacionado a esta situación es que, en apariencia, para el mes de junio existe una considerable cantidad de granos, producto de floraciones fuera de época, como consecuencia de la respuesta del cultivo a precipitaciones extemporáneas en los meses de diciembre a marzo.

En el caso de Panamá, se registró una situación similar en cuanto al comportamiento de la plaga, en la especie *Coffea canephora*, en las dos localidades en donde se realizó la toma de datos.

Las capturas de la plaga, mediante las trampas artesanales, fue alta en el período que va desde el mes de febrero hasta el mes de mayo, época en que las capturas en las trampas empezaron a disminuir, incrementándose sustancialmente la infestación de la plaga en el grano, esto debido a que en el caso de la especie *C. canephora*, se observa una gran variabilidad en el comportamiento fenotípico de las plantas en las fincas, producto de la combinación genética existente, consecuencia de la utilización de semilla sexual para el incremento de superficies sembradas.

Como se ha indicado anteriormente, *C. canephora* es una especie alógama o de polinización cruzada, lo que provoca una gran variabilidad en el comportamiento de las plantas, provenientes de semilla sexual, dando como resultado que, a lo largo del año, se encuentren plantas con granos en condición de ser infectados por la broca, lo que reduce la eficacia de las estrategias de control recomendadas en la actualidad.

Otro aspecto de importancia es que la producción de café, en los tres países participantes en el proyecto, la desarrollan pequeños productores, en sistemas de producción familiares, siendo el café la base de la economía familiar.

En Panamá, la información recopilada, del número de productores, y datos de rendimiento, en 33 comunidades del Distrito de Capira, permitió identificar el incremento en el número de productores que se han incorporado al cultivo en esta región, durante el período del 2016 al 2018, además del nivel de utilización de tecnología que están haciendo estos productores, que ha provocado un incremento, aunque leve, pero sostenido de la producción de café.

Para el año 2016, se registró un número de 83 productores, con un promedio general de rendimiento de 9.4 quintales por hectárea; Para el año 2018, se registró un incremento de 262% en el número de productores, con relación al año 2016, situándose en 218 productores, y se observó un leve incremento de 0.8% en los niveles de rendimiento obtenidos en el año 2016, para un rendimiento promedio en todas las comunidades analizadas de 10.2 quintales por hectárea.

12. Conclusiones y Recomendaciones

Producto de la información generada, el proyecto presenta la propuesta de modificar las actuales estrategias que se están recomendando en los países que forman parte del consorcio que ejecutó el proyecto.

Para Honduras

- Los productores manifiestan cambios positivos en la adopción de los componentes del MIB evaluados en sus fincas, indicando que al menos el 90% entiende y aplica por lo menos dos estrategias MIB, en su plantación de café.
- A la finalización del proyecto, el 100% de los caficultores que participaron en el proyecto están utilizando trampas para la captura de broca, ubicándolas en los períodos que se identificaron como críticos en la información generada en el proyecto; recomendándose al resto de los productores la colocación de trampas para la captura de las poblaciones migrantes de broca.
- Al menos un 83% de los productores están registrando las floraciones y realizan muestreos de broca, recomendándose la realización de estas dos labores, encaminadas a conocer las poblaciones de broca existentes en las fincas y conocer el comportamiento fenológico de las variedades que tienen en sus fincas, para mejorar la aplicación de las prácticas recomendadas.
- En cuanto a la aplicación del control biológico de la broca, el 83% de los productores que participaron en el proyecto, están realizando liberación de parasitoides y el 67% de ellos están haciendo aplicaciones de *Beauveria bassiana* en el momento oportuno, recomendándose al resto de los productores la utilización de estas dos herramientas tecnológicas para controlar las poblaciones de broca en sus fincas.
- Con relación a la implementación de prácticas culturales, el 70% de los productores participantes en el proyecto realizan la recolección de los frutos que quedaron en la planta después de la cosecha (repela), recomendándose al resto de los productores, la aplicación de esta práctica, que por sí sola, contribuye a reducir las poblaciones de broca en las fincas.
- Los caficultores comprendieron la influencia de los factores climáticos y del manejo agronómico del cultivo, para la toma de decisiones en cuanto al control de la plaga.
- De las estrategias evaluadas, la que logró mayor adopción por los caficultores fue el trampeo, debido posiblemente, a la alta población de broca capturada por trampa, considerando que el tiempo invertido en la recolección de envases, fabricación de las trampas, compra del líquido atrayente, la limpieza de las trampas y la revisión de capturas, está debidamente justificada al evitar que esa población de hembras progenitoras capturadas en poscosecha, se reproduzcan y causen daño en la nueva cosecha.

- El proyecto hizo un aporte valioso al conocimiento básico de los caficultores con relación al uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* ya que se familiarizaron con su liberación, establecimiento y mantenimiento.

Para Panamá

Como consecuencia de la información generada en el Proyecto, en Panamá se ha analizado la estrategia actual de Manejo Integrado de la Broca del Café (MIB), principalmente para las regiones en las cuales se realiza el cultivo de café de bajura (*C. canephora*) y se recomienda:

- Caracterizar los cultivares sembrados en las diferentes regiones para identificar su comportamiento fenológico, tanto en tierras altas como en tierras bajas, ya que según la información recopilada, en tierras altas, en todas las fincas, existe una cantidad importante de granos aptos para ser infestados durante los meses de enero hasta mayo, que inician las lluvias, indicando que los cultivares utilizados presentan un comportamiento fenológico no uniforme, probablemente influenciado por el clima y la combinación de diferentes cultivares en las fincas .
- Evitar, en el caso de *Coffea canephora*, la utilización de semilla sexual para incremento de superficies de siembra y revisar lo correspondiente en tierras altas.
- Promover la propagación clonal de los cultivares seleccionados para la instalación de nuevas fincas, a fin de uniformar el comportamiento fenológico del cultivo.
- Enfatizar en la realización de las colectas sanitarias (repela y pepena) después de la cosecha, a fin de eliminar los focos de infestación.
- Ampliar el período de colocación de las trampas desde el mes de enero hasta el mes de junio, y opcional, mantener las trampas durante todo el año, debido a que hay desplazamiento de la plaga durante todo el periodo, por la presencia de cantidades importantes de granos en condición de ser infectados.
- Realizar aplicaciones mensuales de *Beauveria bassiana*, a partir del mes de mayo, hasta la cosecha del grano, debido a que durante todo ese período existen granos en condiciones de ser infectados, y en esas circunstancias, la plaga se dirige a los granos existentes, en vez de las trampas utilizadas para el control etológico.
- La realización de prácticas culturales al cultivo, que coadyuven al control de la plaga, tales como las podas, limpiezas, fertilización, manejo de sombra, etc., se propone realizarlas de manera calendarizada, tal como se sugiere en el cronograma del anexo 3.

13. Lecciones Aprendidas

- Con el acompañamiento del proyecto, se observan cambios positivos en la adopción de los componentes del MIB por parte de los productores en prácticas de manejo integrado de la broca (MIB) que al inicio del proyecto no estaban realizando.
- El aporte de caficultores en observar para mejorar la aplicabilidad de las prácticas permite realizar ajustes en la estrategia de manejo de la plaga.
- El trampeo es de las estrategias evaluadas que logró mayor adopción por los caficultores, una por su efectividad y otra por el uso de materiales locales reciclables y el involucramiento de los productores.

- La variación climática juega un papel predominante para favorecer la proliferación de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).
- La disponibilidad de información climatológica es importante para la realización de estudios y toma de decisiones sobre el comportamiento de las plagas y enfermedades en los cultivos.

14. Bibliografía

- Arcila Cardona, A. M.; et al. Investigación sobre los efectos del cambio climático en la distribución altitudinal de insectos plaga del café y sus enemigos naturales en la zona cafetera de Colombia <https://docplayer.es/15651847-Corporacion-colombiana-de-investigacion-agropecuaria-corpoica-informe-tecnico-final-instituciones-participantes.html>.
- Arcila Pulgarín, Jaime. Sistemas de producción de café en Colombia, *Capítulo 2* – Crecimiento y desarrollo de la planta de café. <https://cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>.
- Bustamante González Carlos; A. Pérez Díaz, et al. Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivado en suelos Pardos de la región oriental de Cuba. Cultivos Tropicales, versión on-line. cultrop vol.36 no.4. La Habana, dic. 2015. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=0258-5936&lng=es&nrm=iso.
- Campos-Almengor Oscar G. Manejo Integrado de la Broca (MIB). Boletín Técnico, Centro de Investigaciones en café (CEDICAFE), Guatemala, noviembre de 2015. <http://www.anacafe.org/>
- Canet Brenes Guillermo; C. Soto Viquez, et al. La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe., IICA/CIATEJ, San José, C.R. IICA, 2016.
- CEPICAFE. Proyecto “mejoramiento de la productividad del cultivo de café de las organizaciones socias de CEPICAFE, en la sierra de Piura”. Manejo fitosanitario en el cultivo de café <http://api.ning.com/files/vqgw03ZoEdA2f-8-rYnkDByKe3CXEnSaeOdMdQJUZEe6EfxYDSCWVvyKSxaCdQ9xCQvun5yvGGzn5HvZffz2S3nHrDgkGfzFF0/ManejoFitosanitarioenelcultivodeCafok.pdf>.
- Cofenac. Café Robusta, orgánico. Normas, café Robusta. <https://www.yumpu.com/es/document/view/3484934/normas-cafe-robusta>.
- Contraloría General de la República, Instituto Nacional de Estadística y Censo. VII Censo Nacional Agropecuario, Resultados finales. Panamá, 2011. https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/subcategoria.aspx?ID_CATEGORIA=15&ID_SUBCATEGORIA=60&ID_IDIOMA=1
- Guambi D., Luis A.; G.R. Corral C.; W. Chilán V. Selección de “cabezas de clon” en café robusta (*Coffea canephora*) en el trópico seco, Ecuador. Revista SPAMCIENCIA, vol. 7, núm. 1 (2016). <http://investigacion.espam.edu.ec/index.php/Revista/issue/view/29/showToc>
- Heckadon Moreno, Stanley; R. Ibáñez. La Cuenca del Canal: deforestación, Urbanización y contaminación. Panamá: Instituto Smithsonian de investigaciones Tropicales, 1999. 120p.: fl.; 25cm.

- Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Guía Técnica para el Cultivo del Café, 1a ed. Heredia Costa Rica. 2011: ICAFFE-CICAFFE. 72 p. ISBN 978-9977-55-041-4.
- Läderach Peter, J. Hagggar, *et al.* Café Mesoamericano: Desarrollo de una Estrategia de Adaptación al Cambio Climático. CIAT Políticas en Síntesis No. 2, febrero 2013.
<https://studylib.es/doc/1095225/caf%C3%A9-mesoamericano--desarrollo-de-una-estrategia-de-adapt>.
- Lezcano José A, C. Serrano. Manejo de la Broca del Fruto del Café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), en Base a la Floración del Cultivo de Café. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá, 2009. 20 p. ilustr.
- Méndez López, Ismael. Paquete Tecnológico, café Robusta (*Coffea canephora* P.). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste, Trópico Húmedo, 2011. INIFAP, SAGARPA.
- Ochoa, Zenaida, J. Sánchez; D. Alfonso; M. Adams y N. Villa. Manejo ecológico de la broca *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae), Universidad Bolivariana de Venezuela, programa de formación en agroecología. PDVSA Intevep. Urb. Santa Rosa, sector El Tambor. Los Teques, Edo. Miranda, Venezuela.
- Pérez Díaz Alberto; *et al.* Manejo agronómico para la especie *Coffea canephora* Pierre, cultivada en suelos pardos de la región oriental de Cuba. Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo. Km 2 ½, Municipio de Guantánamo. Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. Vol.4, No.2, año 2014.
- Pérez Díaz Alberto; *et al.* Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña, Carretera a Santiago de Cuba, Km 2,5, CP 95300, Municipio Guantánamo, Provincia Guantánamo, Cuba. E-mail: aperez@fam.cug.co.cu. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.8, p.935-943, ago. 2011.
- Pino Alfonso; J. Espinosa. Datos meteorológicos en la Cuenca del Canal de Panamá durante el siglo XIX y su aplicabilidad a la variabilidad climática y al cambio climático. Tecnociencia 2001, Vol.3, No 2. Pág. 21-38.
- PODA DE CAFÉ "Una buena alternativa para mantener cafetales jóvenes y productivos". Proyecto "Creación de Capacidades en Asistencia Técnica a Productores de Café en Guatemala". <https://www.sustainabilityxchange.info/.../BPA-5.-Poda-de-Café-20150914-web.pdf>.
- Ramírez Builes Víctor H. La fenología del café, una herramienta para apoyar la toma de decisiones. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé, Manizales, Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica, Fondo Nacional del Café. Caldas, Colombia. Marzo de 2014. ISSN - 0120 - 0178.
- Santacreo Ponce, Rodney. Capítulo 3. Variedades y Mejoramiento Genético del Café. <https://es.scribd.com/document/244679402/Tec-Guia-Variedades-pdf>.

- Trejos Ángel R.; R. Fúnez C. Manual técnico. Manejo Integrado de la Broca del Café. Basado en criterios bioecológicos de la broca y el cultivo del café. Centro de investigación y Capacitación “Jesús Aguilar Paz”, La Fe, Ilama, Santa Bárbara. Mayo 2004.
- http://www.hidromet.com.pa/open_data.php
- Villers Lourdes; N. Arizpe; R. Orellana; J. Hernández. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Interciencia. VOL. 34 N.º 5. Mayo, 2009. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/322-VILLERS-8.pdf>.

15. Anexos

Anexo 1: Tabla de Indicadores

INDICADORES INFORME TÉCNICO FINAL PROYECTO No.FTG-RF-14894-RG					
No.	Indicador detalle	Unidad del indicador	Valor antes del proyecto	Valor después del proyecto	notas
1	Número de productores de café capacitados en prácticas MIB	No. de productores	412	3440	Capacitaciones realizadas en los temas de control etológico, control biológico de la Broca y prácticas culturales.
2	Número de productores incorporados al cultivo de café en Panamá.	No. de productores	83	218	Incremento de productores en 33 localidades del distrito de Capira, Panamá
3	Práctica de aplicación de control biológico con <i>B. bassiana</i> .	No. de productores	0%	67%	Productores participantes en el proyecto
4	Práctica de liberación de <i>Cephalonomia stephanoderis</i> en Honduras	No. de productores	15%	83%	Productores participantes en el proyecto
5	Práctica de utilización de trampas artesanales	No. de productores	25%	100%	Productores participantes en el proyecto
6	Práctica de recolección de granos después de la cosecha	No. de productores	15%	70%	Productores participantes en el proyecto
7	Práctica de registro de épocas de floración	No. de productores	15%	83%	Productores participantes en el proyecto
8	Identificados los niveles poblacionales de la Broca en las zonas de influencia del proyecto.	Captura de brocas en trampas e índice de infestación, calculado	0	100%	comunidades participantes en el proyecto
9	Caracterizado el comportamiento de las variables climáticas de precipitación, temperatura y humedad relativa en las zonas productivas de influencia del proyecto	Registro de pluviometría, temperatura y humedad relativa	0	100%	Comunidades de influencia del proyecto
10	Identificados los componentes agronómicos, sociales y económicos de los diferentes sistemas productivos de café en las zonas de influencia del proyecto	Caracterizados los sistemas productivos de café en los países participantes en el proyecto	0	66%	Caracterizados los sistemas productivos preexistentes en las comunidades de influencia del proyecto. Debido a la alta variabilidad genética, reflejada en el comportamiento fenotípico de los cultivares de café sembrados en los países participantes en el proyecto, se dificultó caracterizarlos agronómicamente.
11	Declaradas al menos una región piloto de Manejo Integrado de la Broca del Café en cada país.	Sugeridas modificaciones a las estrategias actuales de Manejo de la Broca del café	0	100%	Por aspectos legales no se declaran regiones piloto de MIB, pero se sugiere la modificación de las estrategias recomendadas para el MIB, en los países participantes, incorporando la información generada en el proyecto

Anexo 2. Fotografías

	<p>Foto 1: Modelo y demostración de preparación y colocación de trampa artesanal.</p>
  	<p>Fotos 2,3 y 4: Granos residuales en planta y en el suelo y disección de granos infestados por broca</p>
 	<p>Foto 5 y 6. Pepeña y repela de granos de café, posterior a la cosecha</p>
	<p>Foto 7. Productores introduciendo los frutos que contienen los parasitoides en la canasta de liberación.</p>
	<p>Foto 8. Broca contaminada por <i>Beauveria bassiana</i></p>

Anexo 3. Propuesta de cronograma de actividades a realizar en el cafetal a lo largo del año, en Panamá

ACTIVIDAD A REALIZAR	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Poda	X	X	X	X								
Control de malezas				X	X						X	X
Aplicación de control biológico con <i>Beauveria bassiana</i>					X	X	X	X	X	X	X	X
Trampeo de adultos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fertilización de las plantaciones					X				X			X
Manejo de la sombra			X	X	X	X						
Muestreo de incidencia de Broca en grano					X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de granos brocados o graniteo					X	X	X	X	X	X	X	X
Cosecha	X	X									X	X
Pepena y Repela		X	X	X	X							

X: colocación de trampas, opcional.

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop
W0502, Washington DC 20577
Correo electrónico: fontagro@iadb.org