

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Evolución de la infestación de broca (*Hypothenemus hampei*) y
minador (*Perileucoptera coffeella*), plagas de café, en la variedad
caturra, con respecto a la variación climática de los distritos de San
Luis de Shuaro y Villa Rica**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Luis Miguel ZASIGA CARRERA

Asesor:

Mg. Ladislao Cesar ROMERO RIVAS

Oxapampa – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Evolución de la infestación de broca (*Hypothenemus hampei*) y
minador (*Perileucoptera coffeella*), plagas de café, en la variedad
caturra, con respecto a la variación climática de los distritos de San
Luis de Shuaro y Villa Rica**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Javier Justo GONZALES ARTEAGA

PRESIDENTE

Mg. Esteban Luis NAVARRO ESPINOZA

MIEMBRO

Dr. Francisco TONGO PIZARRO

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 075-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
ZASIGA CARRERA, Luis Miguel

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Oxapampa

Tipo de trabajo
Tesis

Evolución de la infestación de broca (*Hypothenemus hampei*) y minador (*Perileucoptera coffeella*), plagas de café, en la variedad caturra, con respecto a la variación climática de los distritos de San Luis de Shuaro y Villa Rica

Asesor
Mag. Romero Rivas, Ladislao Cesar

Índice de similitud
13%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 21 de agosto de 2024



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.08.2024 08:39:28 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis padres Humberto Zasiga y Claudia Carrera, hermanos Paolo y Jesús y novia Yeralyn; asimismo, a mis sobrinas Claudia, April, Caroline e hija Sheryl, quienesme brindaron su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, su palabra me encamino, resaltando el versículo 55 en el capítulo 15 del libro de San Juan: “Porque separados de Mi nada podéis hacer”.

Agradecer las enseñanzas de los docentes y apoyo de los administrativos del Programa de Estudios de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión sede Oxapampa.

Al personal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) dirección operativa Oxapampa por apoyarme en la realización de esta investigación a través del proyecto “Desarrollo de un sistema de alerta temprana de plagas priorizadas en el cultivo del cafeto en la provincia de Chanchamayo”.

A la plana dirigenal de la empresa A2 Technic S.A.C. por la facilidad de las estaciones meteorológicas ADCON Telemetry y financiar esta investigación a través del proyecto “Desarrollo de un sistema de alerta temprana de plagas priorizadas en el cultivo del cafeto en la provincia de Chanchamayo”.

A Horst y Gretel por la facilidad de las parcelas de cafetos ubicadas en sus fundos “Santa Martha” y “Santa Josefa”.

A mi maestro Ing. MSc. Ladislao Cesar Romero Rivas, por su apoyo, aporte y paciencia que tuvo para la culminación de esta investigación.

A la Ing. Marisela Regina Yabar Larios, por su apoyo incondicional para la realización de esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el fundo Santa Martha, distrito de Villa Rica - Pasco y en el fundo Santa Josefa, distrito de San Luis de Shuaro - Junín. El objetivo fue evaluar la infestación de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) y del minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*) en sus condiciones climatológicas propias. La investigación fue descriptiva y correlacional, las variables fueron, para broca: número de granos brocados, posición de ingreso de la broca, estado biológico de la broca, infestación de broca, captura de brocas adultas por trampas caseras y para minador: número de hojas minadas. Para ello se recolectaron semanalmente 20 granos al azar de 10 plantas de café al azar en el caso de broca y en caso de minador se recolectaron 10 hojas de café de 10 plantas de café al azar en los fundos mencionados. Los resultados fueron, para broca: el mayor número de granos brocados fue de 145 y 142 en los fundos Santa Martha y Santa Josefa respectivamente; para la posición de ingreso de la broca la más observada fue la "D" en ambos fundos; en cuanto a la biología los estados más observados fueron huevo con 85 y 87 para el fundo Santa Martha y Santa Josefa en el mes de mayo y junio respectivamente; con respecto a la captura de brocas adultas se registró un 27.33 % y 28.16 % para los fundos Santa Martha y Santa Josefa respectivamente. Para el minador: el número de hojas minadas fue de 53% y 57% para los fundos Santa Martha y Santa Josefa respectivamente. Con respecto a los factores climáticos (temperatura, humedad, humedad de hoja, precipitación y radiación), intervinieron en el desarrollo tanto de broca y minador del café solo en la época de verano (mayo-octubre).

Palabras clave: infestación, café, broca, minador, clima, Villa Rica, San Luis de Shuaro.

ABSTRACT

The present work was carried out in the Santa Martha farm, district of Villa Rica - Pasco and in the Santa Josefa farm, district of San Luis de Shuaro - Junín. The objective was to evaluate the infestation of the coffee borer (*Hypothenemus hampei*) and the leaf miner (*Perileucoptera coffeella*) in their own climatic conditions. The research was descriptive and correlational, the variables were, for the borer: number of brocaded grains, entry position of the borer, biological state of the borer, borer infestation, capture of adult borers by homemade traps and for leafminers: number of leaves. mined. For this purpose, 20 random beans from 10 random coffee plants were collected weekly in the case of broca and in the case of leafminer, 10 coffee leaves were collected from 10 random coffee plants in the aforementioned farms. The results were, for broca: the highest number of brocaded grains was 145 and 142 in the Santa Martha and Santa Josefa farms respectively; for the entry position of the bit, the most observed was the "D" in both farms; Regarding biology, the most observed states were eggs with 85 and 87 for the Santa Martha and Santa Josefa farms in the month of May and June respectively; Regarding the capture of adult borers, 27.33% and 28.16% were registered for the Santa Martha and Santa Josefa farms, respectively. For the miner: the number of mined leaves was 53% and 57% for the Santa Martha and Santa Josefa farms, respectively. With respect to climatic factors (temperature, humidity, leaf wetness, precipitation and radiation), they intervened in the development of both borer and coffee miner only in the summer season (may-october).

Keywords: infestation, coffee, borer, leafminer, climate, Villa Rica, San Luis de Shuaro.

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) es una planta originaria de Etiopía en el continente africano, que se cultiva en los países tropicales y subtropicales. Esta planta pertenece a la familia de las Rubiaceae, requiere condiciones climatológicas adecuadas, siendo ideal su producción entre los 1 200 y 1 800 m.s.n.m., con temperaturas entre 19 y 21,5 °C, y alta precipitación. En climas fríos, con temperatura menor a 19 °C, las variedades se desarrollan menos, afectando la producción; en climas cálidos con temperatura promedio mayor a 21,5 °C, la vida productiva es más corta, la cosecha más temprana y concentrada. En estas condiciones el ataque de las plagas puede ser más severo, especialmente la broca del café y minador, que tienen la capacidad de adaptarse a esas condiciones ambientales.

La broca (*Hypothenemus hampei*) que daña el grano y se reproduce dentro del endospermo, causa pérdida parcial o total del grano y en muchos casos su caída prematura; además, reduce la calidad de la bebida, el cual puede generar el crecimiento de *Aspergillus* sp., y producir micotoxinas como la Ocratoxina A, el cual es un agente cancerígeno.

Generalmente el control de esta plaga es mediante aplicaciones químicas, debido a las limitadas labores preventivas, que no permitiría aplicar control biológico como *Beauveria bassiana* y otras estrategias de protección a los enemigos naturales de esta plaga de café, para reducir sus poblaciones.

Por otro lado, otra plaga de importancia económica en este cultivo es el minador de las hojas (*Perileucoptera coffeella*), que reduce drásticamente la actividad fotosintética de las hojas y deja vulnerable al ataque de otros patógenos ya que las larvas minan y hacen galerías dentro del parénquima de las hojas. Considerando las condiciones climatológicas, de temperatura, humedad y precipitación, teniendo en cuenta que a mayor temperatura y humedad estas dos plagas del café (broca y minador de café) se desarrolla mejor y hay mucha más infestación en los frutos y hojas, sin embargo, las precipitaciones deben ser nulas, para que se observe en campo dichos

ataques mencionados, también se debe tener en cuenta la dinámica de la broca del café y el minador de las hojas, y por ello, determinar la incidencia de estas plagas para analizar su comportamiento en un periodo determinado.

Se debe conocer los efectos de las variaciones climáticas sobre la presencia de estas dos plagas en el cultivo del café. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la evolución de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) y del minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*), plagas del cultivo del cafeto en la variedad caturra, en las condiciones climatológicas de dos sectores cafetaleros de selva alta.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	2
	1.3.1. Problema general	2
	1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
	1.4.1. Objetivo general.....	3
	1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas – científicas	7
	2.2.1. El Café (Coffea arabica)	7
	2.2.2. Fenología del café	7

2.2.3.	La broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	8
2.2.4.	Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la broca del café ..	9
2.2.5.	Penetración de la broca en los frutos de café	11
2.2.6.	Daños	13
2.2.7.	Evaluación de la plaga de broca del café.....	15
2.1.1.	Métodos de control de la broca.....	16
2.2.8.	Minador del cafeto (<i>Perileucoptera coffeella</i>)	23
2.2.9.	Efectos climáticos que influyen en el desarrollo sobre el minador de la hoja de café	24
2.3.	Definición de términos conceptuales	29
2.4.	Enfoque filosófico – epistémico	31

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	32
3.2.	Nivel de investigación.....	32
3.3.	Característica de la investigación	33
3.4.	Método de investigación.....	33
3.4.1.	Técnicas de instrumentos de recolección de datos	33
3.4.2.	Fase preliminar	33
3.4.3.	Fase de levantamiento de datos	38
3.5.	Diseño de investigación.....	45
3.6.	Procedimiento del muestreo.....	45
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	46
3.9.	Orientación ética	46

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	47
------	---	----

4.1.1.	Número de granos brocados, % de infestación, posición de ingreso y estado biológico de la broca en café variedad caturra en los fundos Santa Martha y Santa Josefa.....	47
4.1.2.	Captura de brocas adultas	69
4.2.	Discusión de resultados	87
4.2.1.	Número de granos brocados, % de infestación, posición de ingreso y estado biológico de la broca, en café de los fundos Santa Martha y Santa Josefa.....	87
4.2.2.	Posición de ingreso de la broca dentro del en relación a los factores climáticos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa	89
4.2.3.	Captura de brocas adultas en los fundos Santa Martha y Santa Josefa	90
4.2.4.	Número de hojas minadas y % de infestación de minador en café en relación a los factores climáticos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa.....	90

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación geográfica de los fundos evaluados	33
Tabla 2 Características meteorológicas de los fundos	35
Tabla 3 Características de los campos evaluados en el fundo Santa Martha	35
Tabla 4 Características de los campos evaluados en el fundo Santa Josefa	36
Tabla 5 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación	49
Tabla 6 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y número de granos brocados	50
Tabla 7 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación	50
Tabla 8 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación	50
Tabla 9 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación	51
Tabla 10 Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación	51
Tabla 11 Correlación lineal de infestación de broca entre factores climáticos.....	60
Tabla 12 Capturas de brocas adultas en relación a los factores climáticos (temperatura, humedad, precipitación y radiación) variedad caturra, en el fundo Santa Martha- Alto Entaz-Villa Rica- Oxapampa-Pasco	70
Tabla 13 Capturas de brocas adultas en relación a los factores climáticos (temperatura, humedad, precipitación y radiación) variedad caturra, fundo Santa Josefa- Palomar-San Luis de Shuaro-Chanchamayo-Junín.....	74
Tabla 14 Número de hojas minadas y porcentaje de infestación en los fundos Santa Martha y Santa Josefa	78
Tabla 15 Correlación lineal de infestación de minador entre los factores climáticos ..	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Fundo Santa Martha, área de evaluación de café.....	34
Gráfico 2 Fundo Santa Josefa, área de evaluación de café	34
Gráfico 3 Número de granos brocados-fundo Santa Martha en relación a la temperatura y la radiación.....	54
Gráfico 4 Número de granos brocados-fundo Santa Martha en relación a la humedad y la precipitación	55
Gráfico 5 Número de granos brocados fundo Santa Josefa en relación a la temperatura y la radiación.....	58
Gráfico 6 Número de granos brocados fundo Santa Josefa con relación a la humedad y precipitación.....	59
Gráfico 7 Estado biológico de la broca (huevo-larva-prepupa-pupa y adulto) en el fundo Santa Martha	65
Gráfico 8 Estado biológico de la broca (huevo-larva-prepupa-pupa y adulto) en el fundo Santa Josefa.....	68
Gráfico 9 Captura de brocas adultas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Martha	71
Gráfico 10 Captura de brocas adultas en relación a la humedad y la precipitación en el fundo Santa Martha.....	72
Gráfico 11 Captura de brocas adultas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Josefa.....	75
Gráfico 12 Captura de brocas adultas en relación a la humedad y la precipitación en el fundo Santa Josefa	76
Gráfico 13 Número de hojas minadas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Martha	80
Gráfico 14 Número de hojas minadas en relación a la humedad, humedad de hoja y la precipitación en el fundo Santa Martha	81

Gráfico 15 Número de hojas minadas en relación a la temperatura y la radiación en el fondo Santa Josefa	84
Gráfico 16 Número de hojas minadas en relación a la humedad, humedad de hoja y la precipitación en el fondo Santa Josefa	85

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo del café en la variedad Caturra enfrenta desafíos significativos debido a la infestación de plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y el minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*), que afectan la productividad y calidad del grano. Estas plagas representan una amenaza constante para los caficultores de la selva alta, ya que su incidencia está estrechamente vinculada a factores climáticos como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación. En los distritos de San Luis de Shuaro y Villa Rica, dos zonas cafetaleras de gran importancia en la producción nacional, se han reportado variaciones en la dinámica poblacional de estas plagas en relación con cambios en las condiciones climáticas. Sin embargo, aún existen vacíos de conocimiento respecto a cómo estos factores ambientales influyen en la evolución y severidad de las infestaciones a lo largo del tiempo. La falta de estudios detallados que correlacionen la variabilidad climática con el comportamiento de *H. hampei* y *P. coffeella* dificulta la implementación de estrategias de manejo integrado eficaces y adaptadas a las condiciones específicas de cada zona. Dado que la variabilidad climática puede modificar la fenología de las plagas y su capacidad de daño, es fundamental evaluar su

evolución en función de las condiciones ambientales predominantes. Comprender estos patrones contribuirá a optimizar las prácticas de manejo y control, reduciendo las pérdidas económicas y promoviendo la sostenibilidad de la producción cafetalera. Por lo tanto, esta investigación busca argumentar la influencia de la variación climática en la evolución de la infestación de la broca del café y el minador de las hojas en la variedad Caturra en los distritos de San Luis de Shuaro y Villa Rica.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se centrará exclusivamente en los sectores de Alto Entaz y Palomar comprendidos en distritos de Villa Rica y San Luis de Shuaro respectivamente. La información recopilada y los resultados obtenidos estarán específicamente relacionados con las condiciones climáticas y la incidencia de las plagas en estos sectores. El estudio se llevó a cabo entre mayo de 2017 y abril de 2018. Se analizaron específicamente los factores climáticos relevantes para la proliferación de estas plagas, como la temperatura, humedad relativa del ambiente, radiación, precipitación y humedad de hoja. Las recomendaciones y conclusiones derivadas de la investigación estarán dirigidas principalmente a los productores de cafetos en los distritos de Villa Rica y San Luis de Shuaro.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la variación climática en la evolución de la infestación de la broca del café y el minador de las hojas en la variedad Caturra en los distritos de San Luis de Shuaro y Villa Rica?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cómo influyen las variaciones climáticas de los sectores cafetaleros de Villa Rica y San Luis de Shuaro en la prevalencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) sobre plantas de cafeto?

¿Cuál es el impacto específico de las condiciones climatológicas en el comportamiento del minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*) en el cultivo de cafetos, centrándose en los agroecosistemas de Villa Rica y San Luis de Shuaro?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la evolución de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) y del minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*), plagas del cultivo del cafeto en la variedad caturra, en las condiciones climatológicas de dos sectores cafetaleros de selva alta.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de las variaciones climáticas en la prevalencia de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*), en los sectores cafetaleros de Villa Rica y San Luis de Shuaro, durante un periodo de estudio específico.

Analizar el impacto de las condiciones climatológicas en el comportamiento del minador de las hojas (*Perileuoptera coffeella*) en el cultivo de cafeto, focalizando la investigación en los agroecosistemas de Villa Rica y San Luis de Shuaro.

1.5. Justificación de la investigación

El cafeto es un cultivo de gran relevancia económica en los distritos de Villa Rica y San Luis de Shuaro; en consecuencia, la infestación de plagas como la broca y el minador tienen consecuencias significativas en la productividad y comprometen la calidad del grano, lo que afecta directamente a la economía local y regional. Además, la variación climática podría tener una potencial influencia en la distribución y la intensidad de estas plagas. Comprender la relación entre la variación climática y la infestación de broca y minador en cafeto en los distritos específicos de Villa Rica y San Luis de Shuaro permitirá desarrollar estrategias de manejo efectivas y adaptadas a las condiciones

locales, teniendo en cuenta las características climáticas particulares de los distritos.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la realización del estudio, se presentó la falta de datos climáticos históricos detallados y específicos para los sectores de Alto Entaz y Palomar dificulta la realización de una línea base.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Bustillo (2006), realizó un trabajo sobre el manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia, y encontró que los agentes climáticos como la humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad, se encontró entre 90% y 93,5% de H.R. La emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades altas entre 90 - 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C y se incrementa considerablemente entre 20-25°C. La broca, no emerge de los frutos durante los periodos secos generando una gran descendencia la cual inicia su salida cuando comienzan las lluvias. Durante los periodos lluviosos se presenta una emergencia muy continua, pero en cantidades muy bajas por efecto de las precipitaciones la broca no se reproduce en grandes cantidades dentro de los frutos.

Constantino (2017), afirma que la broca del café es un insecto que se desarrolla de acuerdo con la temperatura y la altitud, que las diferencias de temperatura registradas entre las condiciones de el Niño y la Niña. Estos cambios de temperatura favorecen o limitan el incremento y desarrollo de la

broca del café, por lo tanto, existe una relación entre la dinámica de infestación de la broca y la altitud, siendo mayor el desarrollo del insecto en localidades bajas (1200- 1300 m.s.n.m.), con temperaturas medias superiores a 21°C, y el desarrollo es menor en sitios por encima de 1.600 m, con temperaturas medias por debajo de 20 °C.

Cárdenas et al. (2007), afirman en un trabajo que realizó sobre la biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela, que los huevos de la broca recién puestos son de color blanco, luego toman un color marrón claro y arrugado externamente al acercarse a la eclosión. Las larvas son de color blanco crema, tipo vermiforme y el cuerpo cubierto de setas, se determinó que la larva duró un tiempo mínimo de 35 días, tiempo. La pupa es de color blanco recién transformada, poco a poco se van oscureciendo sus alas y las partes bucales, luego toma un color marrón claro, antes de pasar al estado adulto y finalmente Los adultos son de color marrón claro y blando recién salidos de la pupa, luego se van oscureciendo hasta llegar a ser completamente negros y duros.

Montes et al. (2012), mencionan en un trabajo que realizó en infestación de broca fue afectada por cambios de temperatura y precipitación, se observó que la infestación se incrementó en periodos prolongados de sequía, tal relación se presentó entre junio y septiembre, cuando la infestación de la plaga incrementó de 3,6% a 5,2% y la temperatura promedio aumentó de 18,8°C a 19,4°C con presencia de bajas precipitaciones 68,5 mm - 47,9 mm.

Constantino et al. (2011), comentan en un trabajo que realizó acerca del minador de las hojas de cafeto, que es una plaga potencial por efectos del cambio climático, descubrió que las temperaturas por el fenómeno natural el Niño, que por cada grado que aumenta se obtiene una generación más, este fenómeno afecta directamente al comportamiento del minador, haciéndolo una plaga potencial que afecta severamente al café, de igual manera la altitud donde

atacaba esta plaga era a los 1300 m.s.n.m., gracias a este trabajo se pudo descubrir que ahora ataca a altitudes desde los 1500 a 1700 m.s.n.m., esta plaga se prevalece en estaciones de verano, por lo que los autores recomiendan un control biológico, etológico y cultural.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. El Café (*Coffea arabica*)

Según el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA, 2018) el café, producto bandera de agroexportación por su importancia económica, social, industrial y laboral. Amaya (2009), señala que este cultivo es el soporte económico de muchos países y el segundo producto más comercializado del mercado mundial, además, el café es importante porque permite la generación de empleo a nivel nacional y mantiene la estabilidad social.

CIIA (2017), menciona que la amazonia del Perú (ecosistema tropical forestal lluvioso o selva alta) aloja a más de doscientas mil familias dedicadas a la producción del café. Las condiciones climáticas como sequías o intensas lluvias favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades que merman hasta el 40% de la producción de café. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2006) menciona entre las plagas más importantes de café a la Broca del café (*Hypothenemus hampei*), y el minador de la hoja de café (*Perileucoptera coffeella*).

2.2.2. Fenología del café

El Centro Nacional de Investigación del Café (Ramírez y García, 2021) indica que el fruto de café tiene cuatro etapas: Etapa I: Esta etapa cubre desde la floración hasta 50 días aproximadamente, es una etapa de crecimiento lento. Etapa II: Transcurre entre los 50 y 120 días en promedio, el fruto crece de manera acelerada y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa, mayor requerimiento de agua y nutrientes. Etapa III: Transcurre entre los 120 y 180 días, la semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere

consistencia sólida y gana peso, mayor requerimiento de agua. Etapa IV: Transcurre entre los 180 y los 224 días, el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

2.2.3. La broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Bustillo (2006), comenta que la broca es originaria del África ecuatorial y fue introducida al continente americano a principios del siglo pasado, en la actualidad se encuentra prácticamente en todos los países productores de café. Por otro lado, Cárdenas (2007) afirma que, la broca es considerada la plaga que más daño causa económicamente al cultivo del café, ya que sus ataques son directamente a los frutos, ocasionando pérdidas considerables al disminuir tanto el peso de la cosecha como la calidad del grano, así como pérdida de la inocuidad y calidad de la bebida, debido a la posible presencia de Ocratoxinas.

a. Biología de la broca del café

Bustillo y Posada (2002) mencionan que, los adultos son muy pequeños, color negro brillante, cuerpo alargado y ligeramente curvado en la región ventral, presentan dimorfismo sexual para el tamaño, la hembra adulta mide 1,7 mm de largo y 0,7 mm de ancho, con alas posteriores membranosas de color oscuro y antenas con 3 segmentos entre la clava y la base del flagelo; los machos, miden 1,1 mm de largo y 0,7 mm de ancho; con el dorso prominentemente más curvado, con vestigios de alas posteriores y antenas con 2 segmentos entre la clava y la base del flagelo.

CLA (2017) afirma que, los huevos de la broca de café son de color blanco, forma elíptica, brillosos y pequeños (0,5 a 0,8 mm de longitud), la hembra pone en promedio dos huevos por día y a lo largo de su vida produce 75 huevos; el período activo de postura es de alrededor de 130 días y comprende largos intervalos de tiempo en los que no hay oviposición; periodo de incubación del huevo aproximado 4 días, las larvas tienen una longitud entre 0,72 y 0,84 mm, al principio se alimentan desagregando

partículas pequeñas de la cámara donde nacen; al cabo de unos días, cuando las larvas están en pleno crecimiento, la semilla ya perdió casi totalmente su peso.

Por otro lado, Acacio (2008) menciona que, las pupas son blanquecinas y se desarrollan dentro de una cámara pupal, miden 1,84 x 0,7 mm en las hembras y 1,35 x 0,5 mm de largo en los machos, muy cerca a transformarse en adultos; las pupas tienen las partes del cuerpo bien diferenciadas, su coloración es amarillo pálido a pardo amarillento.

2.2.4. Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la broca del café

a. Temperatura y humedad

Lizardo (2017) menciona que, cuando la temperatura es menor o igual a 15 °C, el ataque de la broca del cerezo de café es menor y su ovoposición es prácticamente nula, sin embargo, es importante recalcar que a medida que la temperatura va subiendo la eficiencia en la biología de esta plaga también incrementa, el incremento de temperatura favorece a su crecimiento poblacional, ya que el ciclo de vida es más corto, por ende, el número de generaciones al año es mayor.

Montes et al., (2012) mencionan que, en climas fríos, con temperatura menor que 19 °C, el café se desarrolla menos, afectando la producción; en climas cálidos con temperatura promedio > 21,5 °C, la vida productiva es más corta, la cosecha más temprana y concentrada. En estas condiciones se incrementan la plaga broca del cerezo del café. Si se presentan sequías excesivas, ocurre defoliación de la planta y se incrementa el ataque de broca del cerezo del café.

Lizardo (2017) menciona que, la fecundidad de la broca es otro

aspecto de la biología de este insecto que es afectado por la temperatura, los periodos de ovoposición son más largos entre temperaturas que oscilan entre 20 y 23 °C donde las hembras colonizadoras pueden llegar a colocar casi los 300 huevos en su ciclo, pero esta eficiencia se ve reducida ya que a temperaturas mayores el número de huevos se reduce, pero como esta plaga compensa el hecho de que a temperaturas más altas tengan una menor fecundidad pues, el incremento de temperatura favorece su crecimiento poblacional, ya que el ciclo de vida es más corto, por ende, el número de generaciones al año es mayor.

Bustillo (2006) afirma que, la emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades altas entre 90 - 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20 °C (90-100% H.R.), se incrementa considerablemente entre 20-25 °C ya que la humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca.

Acacio (2008) afirma que, la influencia de la humedad del aire sobre la ecología de la broca limita su presencia en las cerezas secas, ya sea las que quedaron en el árbol o las que cayeron a tierra; la humedad excesiva causa la pudrición de los cerezos afectados que se encuentran en el suelo, mientras que la humedad baja conduce a su secamiento, lo que reduce en primer lugar su multiplicación, la detiene y finalmente le provoca la muerte. El insecto se desarrolla mejor en plantaciones sombreadas con alta humedad relativa y temperatura, en general, los cafetales de zonas bajas y con fuerte sombreadamiento, son los más atacados por la "broca del café".

Lizardo (2017) afirma que, otro factor muy influyente es el calentamiento global porque ocasiona la dispersión de esta plaga a regiones donde antes no existía, ya que la temperatura de estas

regiones ha ido incrementando poco a poco, acercándose a temperaturas óptimas para el desarrollo de la broca del café, motivo por el cual esta plaga ha ido conquistando pisos altitudinales mayores. Las condiciones ambientales que influyen en el desarrollo de la broca son la temperatura y la humedad. La rapidez o lentitud de la maduración del fruto o la duración del ciclo de vida de la broca y sus interacciones dependen de las condiciones de altas o bajas temperaturas promedio de cada zona cafetalera.

b. Altitud

Acacio (2008) afirma que, la altura óptima para el desarrollo de la broca es de 800 a 1 000 m.s.n.m.; generalmente a más de 1 500 m.s.n.m., esta plaga no ocasiona problemas económicos.

Constantino (2017) menciona que, entre las altitudes de 1 280 y 1 700 m.s.n.m. el porcentaje de infestación de un solo fruto brocado en el suelo incrementa la infestación en el árbol de 4,6% hasta 41% en un ciclo productivo durante un período normal, ya que en los frutos brocados y caídos en el suelo puede vivir durante 130 días, es decir, que durante períodos secos el desarrollo de la broca es mayor y más rápido, en comparación a un período lluvioso donde el desarrollo de la broca es menor.

2.2.5. Penetración de la broca en los frutos de café

Acacio (2008) afirma que, los frutos abandonados en el arbusto del café emergen las hembras para reproducir las infestaciones iniciales, fecundadas por aquellos provenientes de los frutos caídos (a partir de diciembre a marzo en Perú y de octubre a diciembre Brasil), luego de abandonar el grano del café donde se desarrollan; las hembras caminan hacia las ramas, hojas y buscan frutos en condiciones de ser atacado, durante la mayor parte de la cosecha de café buscan granos sanos que perforar.

Hernández (2012) afirma que, las hembras de la broca son las que inician el daño al perforar los frutos, solamente la hembra vuela y pasa de un cafeto a otro perforando y penetrando los frutos verdes y maduros, una vez que llega al endospermo forma galerías donde depositan sus huevos, donde emergen las larvas y destruyen gran parte de la semilla, dentro de las cámaras se alimentan del cerezo las larvas y los adultos (la reproducción dentro del cerezo).

Por otro lado, Bustillo (2006) menciona que, el adulto macho de la broca tiene solo función reproductora, éste es de menor tamaño, se encuentra siempre en el interior de los cerezos y nunca los deja; además, es incapaz de perforar el cerezo, debido a que sus alas se encuentran atrofiadas no puede volar.

Catalán (2012) afirma que, la broca del café perfora los frutos por la cicatriz de la corola (prefiere frutos preferentemente maduros), una vez dentro las hembras ponen huevos, que eclosionan y se desarrollan al interior del cerezo, el desarrollo del huevo a adulto demora 29 días y dependiendo de la temperatura puede variar de 24 a 61 días. Las hembras adultas pueden vivir de 81 a 282 días, siendo el promedio 156 días. Los adultos machos solo viven de 40 a 50 días. Las hembras durante su vida depositan hasta 70 huevos. La relación de hembra a macho es 9:1 la ovoposición cesa cuando termina la campaña de producción. Las hembras, después de fecundadas, son las que abandonan el fruto infestado (caminando y volando) y luego se dirigen a nuevos frutos. De una campaña a otra la broca permanece refugiada en el interior de los frutos caídos o los que no fueron cosechados.

Al hacer observaciones sobre el tiempo que una hembra demora en penetrar un fruto se encontró que éste varía de acuerdo con el estado de desarrollo del fruto así: frutos verdes 5 horas 36 minutos; frutos pintones 5 horas 54 minutos; frutos maduros de 4 horas 50 minutos y frutos secos 11 horas 21

minutos, lo anterior indica que hay una tendencia de la broca a penetrar con mayor rapidez en los frutos maduros (Bustillo, 2006).

SENASA (2006) afirma que, los momentos principales de ingreso de la broca en el cerezo del café son el Momento A y B, los granos picados se negrean y se caen, en esta etapa, las brocas son susceptibles a cualquier acción que se realizará, en el Momento C y D, los daños son irreparables y afecta la calidad de tasa que se comercializará, incluso a veces existe rechazo de los compradores o pagos inferiores, en esta etapa la broca se mantiene escondida dentro del fruto por lo que se hace imposible controlarla y es imposible matarla sin dañar o contaminar el cerezo, el medio ambiente y nuestra salud. Al respecto, Benavides et al. (2002) propusieron otra terminología llamada posición y menciona, que la posición A, indica que las brocas están perforando y tenían la parte de su cuerpo aún afuera del fruto, la posición B, indica que el insecto está totalmente dentro del fruto, pero no ha iniciado con la perforación de la almendra, la posición C, indica que la plaga ha comenzado con la perforación de la almendra y finalmente la posición D indica, que la broca está totalmente establecida dentro del fruto y presenta progenie.

Arcila (s.f.) señala que, si la broca ataca frutos de café menores a 90 días, entre el 23 % y 50 % de éstos caen y en aquellos frutos que quedan en el árbol, más del 60 % de las brocas los abandonan o mueren por causas naturales y no dañan la almendra. Un porcentaje de las brocas vivas que lograron ingresar al fruto queda en el canal de penetración esperando a que la almendra alcance la consistencia óptima para iniciar la puesta de huevo.

2.2.6. Daños

Ramírez & García (2021) menciona que, la broca sobrevive en el cultivo después de la cosecha y se desarrolla en los cerezos caídos que quedan durante la cosecha anterior. Con las primeras lluvias, la broca sale de estos frutos, especialmente los presentes en el suelo y vuela buscando como colonizar

nuevos cerezos (verdes) generalmente las primeras brocas colonizadoras no encuentran frutos apetecibles. Por lo tanto, una parte muere y la otra se refugia en los cerezos secos que han quedado sobre las ramas. Con el tiempo, los nuevos frutos crecen y se vuelven atractivos para la broca. Dos poblaciones distintas de broca los colonizan: las últimas migraciones de broca provenientes de las cerezas secas del suelo y las poblaciones refugiadas en las cerezas secas de las ramas. En este último caso, la broca no necesita volar para dispersarse: puede salir caminando.

Bustillo (2006) afirma que, normalmente los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca cuando su peso seco es cercano a un 27 % o mayor, lo cual se logra cuando el fruto alcanza más de 150 días de desarrollo, lo que depende de la altitud, cuando el insecto inicia el ataque sobre frutos no muy desarrollados (<150 días) el tiempo de exposición en el canal de penetración es muy prolongado, ya que debe esperar a que la consistencia de las almendras sea la adecuada para iniciar su ovoposición, volviéndola vulnerable al tratamiento con insecticidas químicos y biológicos durante este tiempo, cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50% de los frutos afectados se caen de las ramas y muchos de ellos toman un color característico de madurez; pero si el ataque ocurre después de los tres meses de edad, la caída de frutos es menor al 23,5%, la pérdida de peso del café pergamino seco por causa de la broca fue en promedio de 18,1 %, y los frutos que fueron atacados tempranamente se maduran prematuramente, lo cual repercute en un manchado del pergamino de los granos sanos.

Constantino et al. (2011) mencionan que, el daño lo causa la hembra al perforar los frutos de café hasta el endospermo donde construye una cámara para depositar entre 150-200 huevos, de los cuales emergen las larvas que destruyen gran parte de la semilla, causando la pérdida parcial o total del grano, la pérdida de peso y la depreciación en la calidad del grano. La hembra

fundadora que tiene una longevidad de 150 días permanece dentro del fruto de café con toda su progenie y si los frutos se caen al suelo, el insecto continúa reproduciéndose durante dos o más generaciones. Los machos de la broca son ápteros y ocurren en una proporción de 1:10 hembras por lo que permanecen todo el tiempo dentro de los frutos apareándose con sus hermanos siendo los frutos secos y sobre maduros que quedan después de la cosecha los que representan el mayor riesgo de reinfestaciones posteriores en el árbol.

Bustillo (2006) afirma que el insecto, una vez se establece en un fruto apto para su desarrollo, permanece en su interior ovipositando y cuidando de su progenie. Para el tiempo que los frutos completan su desarrollo como mínimo ha producido una generación, y en el interior de los frutos se pueden encontrar. La broca daña la almendra del fruto del café debido al proceso de alimentación de sus estados inmaduros dentro del fruto. Un fruto seco puede albergar desde unos pocos adultos de broca hasta un gran número, y allí permanecen hasta que las condiciones ambientales le sean favorables para su reproducción. Cuando el período de lluvias llega, se inicia la emergencia de las brocas. Como consecuencia EC (2017) menciona que, esta plaga causa pérdidas en la producción y los rendimientos del café debido a que los frutos infestados por el insecto se caen, pierden peso y pueden ser atacados por enfermedades. En adición a esta merma el café adquiere un mal aspecto lo que influye de manera determinante en la calidad del grano cosechado y el precio que se obtiene por éste. Se ha estimado que la broca puede reducir de producción hasta en un 40% de su peso.

2.2.7. Evaluación de la plaga de broca del café

Para la evaluación de la broca del cerezo del café se recorrerá en tres formas ("S", "X" y "W"), se ingresa al campo dejando tres filas para evitar el efecto de borde, inmediatamente se inicia la evaluación la que tenemos enfrente, cada cierto trecho se escoge diez plantas de café en producción al

azar, en cada planta se evalúa 20 cerezos de café, para lo cual se divide cada cafeto en tres partes (superior, medio e inferior), en la parte superior se revisa al azar 5 cerezos, en la parte media 10 cerezos y en la parte inferior 5 cerezos, para luego observar los estagdos biológicos de broca (huevo, larva, prepupa, pupa y adulto) dentro del cerezo del café. Finalmente se colocan todos los granos brocados en bolsas de plásticos, señalando la fecha, el lugar de recolección y la parte del café donde se hallaron los cerezos brocados SENASA (2006).

2.2.8. Métodos de control de la broca

a. Control cultural

Si los volúmenes de café son pequeños pueden colocarse en una olla con agua hirviendo durante 30 minutos. Si se dispone de un silo para el secado del café puede entonces someterse a temperaturas de secado de 55°C durante una hora. Otra alternativa es hacer una fosa en la finca para depositar los frutos cubriéndolos con una capa de tierra de unos 10 cm. Los frutos sobremaduros y especialmente los frutos secos, constituyen el reservorio de donde surgen las poblaciones que pueden dañar la siguiente cosecha. Estos resultados son el soporte de la recomendación acerca de la recolección exhaustiva de frutos sobremaduros y secos (repase), después de la cosecha, como práctica fundamental para mantener niveles bajos de daño por broca del café en la finca (Bustillo, 2006). A partir de la floración del café es indispensable evaluar los cafetales para detectar los focos de broca, cosechar oportunamente todos los frutos maduros, iniciando la cosecha por lugares más infestados, recolectar semanalmente y tratar con agua hirviendo los frutos de árboles altamente atacados por la "broca", inclusive los que se encuentren en el suelo, no regar la pulpa fresca en el cafetal sino

hasta su descomposición en un mismo sitio, tapar la pulpa inicialmente con un plástico para que se caliente y mate la broca, beneficiar y podar oportunamente el cafeto, realizar la raspa después de la cosecha, realizar el recojo de los granos caídos en el suelo (Acacio, 2008).

Catalán (2012) afirma que, el recojo y quema de todos los frutos que quedan en las ramas y el suelo después de la cosecha (siguiente campaña) se denomina “raspa”. Se sugiere eliminar los cafetales abandonados, donde no realizan la “raspa” o la cosecha y constituyen un centro de crianza de la “broca de café”, no se debe apilar la pulpa del café por mucho tiempo, sino compostarla inmediatamente, porque los adultos se refugian y permanecen por mucho tiempo en este lugar. SENASA (2006) indica que, se pone los cerezos de la raspa y el rebusque en un lugar que se pueda cubrir con un plástico con aceite y dejar ahí a pleno sol.

b. Control etológico

SENASA (2006) afirma que, es la utilización de técnicas de captura de insectos plaga, mediante las cuales se aprovecha el comportamiento y hábitos de vida del insecto para su control. Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes sexuales, alimenticios y atrayentes visuales.

Catalán (2012) menciona que, el uso de trampas caseras a base de etanol y metanol mezclados con la esencia concentrada de café son muy buenas en la captura de broca del café. Las trampas pueden ser construidas en botellas de plástico de gaseosas de tamaño variable, pero de preferencia en botellas de 2 litros.

b.1. Construcción de trampas caseras

SENASA (2006) considera los siguientes pasos para la elaboración e instalación de trampas caseras en los campos de café: Primero limpiar bien la botella de gaseosa y el frasco difusor, recortar la botella de gaseosa un rectángulo de 20 x 13 cm, a 13 cm sobre el fondo de la botella, medir 30 cm de alambre, hacer dos orificios con un clavo caliente, en la base de la botella, para permitir el paso del alambre, con el cual se fijará la botella en la estaca, desde la boca o tapa de la botella medir 21 cm (en la parte no recortada), y hacer dos orificios con ayuda de un clavo caliente, para amarrar el frasco difusor, finalmente hacer un orificio de 3 mm en el centro de la tapa de jebe del frasco difusor, con un clavo caliente, para que el atrayente pueda difundir y dispersarse.

b.2. Mezcla del líquido atrayente (1 litro)

SENASA (2006) menciona que, para la mezcla se utilizará los siguientes insumos: $\frac{1}{2}$ litro de Metanol industrial, $\frac{1}{2}$ litro de alcohol de farmacia y 6 g de café soluble por litro (o 10 g de café tostado y molido).

b.3. Instalación de las trampas

Moreno et al. (2010) menciona que, en los lugares más afectados la opción más recomendada ha sido el Manejo Integrado de la Broca (MIB). Entre las alternativas del MIB, el trampeo es el método más práctico, además de ser sencillo, económico y coherente con el medio ambiente. En general las trampas constituyen un elemento muy útil no solo para el control, también para el monitoreo de la plaga dentro de los cafetales, para la instalación de las trampas se fijan en estacas, de manera

que queden instaladas a una altura de 120 cm sobre el suelo. Es preferible usar estacas, y no colgarlas directamente en las trampas, dado que así se las encuentra con mayor facilidad para realizar el cambio del líquido, Las botellas deben ser colocadas con la boca para abajo, para facilitar el recambio del líquido de captura.

b.4. Colocación de trampas en los cafetales

Fernández y Cordero (2005) afirman que, en una hectárea de café con ataque de broca se pueden colocar entre 20 y 50 trampas y se deben estar revisando frecuentemente, para ver si se están liberando adecuadamente los alcoholes y cambiarles el agua. Algo sumamente importante es cuándo colocarlas en el cafetal, determinándose que, para su mayor efectividad, se deben colocar después de la cosecha, en la época seca, es decir cuando no haya cerezos dentro de la plantación.

c. Control biológico: *Beauveria bassiana*

Acuña y Betanco (2007) mencionan que, los hongos entomopatógenos son agentes de control biológico que tiene la capacidad de infectar activamente una gran diversidad de insectos, están ampliamente distribuidos en diferentes ecosistemas por lo que se pueden utilizar para el control de plagas insectiles, son inocuos para animales de sangre caliente, plantas y demás componentes del ecosistema.

Cárdenas et al. (2007) afirman que, para que el hongo ataque la broca, sus esporas deben entrar en contacto con el cuerpo del insecto. Luego de la adhesión, éstas germinan y penetran en la cavidad hemocélica del insecto y se reproduce mediante el micelio matando la broca. Finalmente, bajo condiciones de alta humedad

produce sus cuerpos fructíferos sobre el cuerpo del insecto y dispersa las conidias para ampliar su infección a otras poblaciones que se encuentren en los cafetales, un cadáver de broca con buena esporulación puede producir unos 10 millones de esporas lo que facilita su dispersión y establecimiento en los cafetales; cuando se observa una mota o moho blanco sobre el cuerpo de la broca en el campo, ha ocurrido un proceso infeccioso en el insecto por *Beauveria bassiana*. Esto ocurre al penetrar la broca el fruto y entrar en contacto con las esporas del hongo. Si el insecto ya ha entrado al fruto es difícil que el hongo lo pueda infectar.

Bustillo (2006) afirma que el ciclo de vida de *Beauveria bassiana* sobre la broca en campo dependiendo de las condiciones ambientales esto puede tomar entre 15 a 30 días, el efecto patogénico de *Beauveria bassiana*, se estudió bajo diferentes aspectos en condiciones de cafetales. Arcila et al. (2006) menciona que, al evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* en diferentes niveles de infestación de la broca, se encontró que es independiente del porcentaje de infestación de broca en relación con la sombra; ya que se observó una tendencia al incrementarse la eficacia del hongo cuando hay mucha sombra. Sin embargo, posiblemente no fue más evidente debido al auto sombrío que normalmente tiene el café en altas densidades; la eficacia de *Beauveria bassiana* en el control de la broca relacionada con la posición de la rama en el árbol fue muy buena.

c.1. Formas de aplicación de *Beauveria bassiana*

SENASA (2006) afirma que, puede aplicarse el hongo de la siguiente manera: Primero debe esparcirse el hongo durante la época de cosecha. Al mismo tiempo debe esparcir la base de

los árboles para infectar las brocas que salgan de los frutos caídos, luego se identifica los sectores más afectados por broca y el momento A y B que son de mayor vulnerabilidad de la broca, el cual se inicia aproximadamente a las 8 semanas después de la floración, se debe aplicar el hongo *Beauveria bassiana*, en cantidad de 2 kg por hectárea, de forma localizada, este insumo debe tener una concentración de $1,6 \times 10^{13}$, el cual es disuelta en 200 litros de agua, se deja reposar por 6 horas y se aplica en todos los sectores cafeteros donde se inicia el ataque de broca. Catalán (2012) menciona que, el hongo ocasiona enfermedad en el insecto y mata en corto tiempo. Para conseguir mayor eficiencia debe aplicar en las tardes porque es allí donde se da el vuelo de las hembras y además porque el hongo es sensible a la radiación solar.

d. Control químico

Bustillo (2006) menciona que, el uso de insecticidas es eficaz para el tratamiento de focos de broca; sin embargo, este método de control se debe hacer siguiendo criterios técnicos, aplicándolos en el momento oportuno de ataque de la plaga con equipos de aspersión calibrados, operarios capacitados y utilizando la formulación apropiada de categoría toxicológica para no causar efectos al ecosistema cafetero, para el control de la broca sólo se debe llevar a cabo cuando técnicamente se requiera, o sea se justifique por los niveles de infestación, en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y con dosis recomendada. Por otro lado, Tabares et al. (2008) afirman que el control químico es un componente muy importante del MIB (manejo integral de broca), pero el uso de insecticida para el control de la plaga se debe

llevar a cabo como último recurso, cuando técnicamente se justifique, debido a los niveles de infestación, en forma localizada, en el momento oportuno y con la tecnología de aplicación recomendada.

Por otro lado, también Bustillo (2006) menciona que los principales productos químicos comerciales utilizados con mayor eficacia en el control de *H. hampei* como, pirimifos metil, fenitrothion, clorpirifos, fenthion, de categoría toxicológica III y con una actividad biológica que no supera los 15 días, lo cual hace recomendable su uso en programas de manejo integrado en donde los insecticidas son uno de los componentes del control de la broca, sólo son eficaces en el control de la broca cuando ésta se encuentra penetrando los frutos y su uso obedece a un esquema de MIP (manejo integral de plagas) donde priman los criterios técnicos para evitar efectos adversos al ecosistema cafetero.

La Asociación Nacional del Café (ANACAFE, 2022), menciona que, los buenos resultados dependen de: uso de insecticidas específicos (Endosulfan y Clorpirifos), dosis técnicamente recomendadas, primero Endosulfan: 1,2 L/ manzana y Clorpirifos: 1,5 L/ manzana, la época oportuna de aplicación es de 75-90 días después de la floración principal, para una mayor acción del producto se recomienda la calibración de equipo y buena cobertura en aplicación. En el Perú SENASA (2006) recomienda, los siguientes plaguicidas registrados para el control de esta plaga como: Bifenthrin, Imidacloprid, Chlorpyrifos, Fipronil, Thiamethoxam, Lambda- Cyhalothrin, Carbofuran.

2.2.9. Minador del cafeto (*Perileucoptera coffeella*)

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA 2014) afirma que, fue descubierto por primera vez en las islas caribeñas de Guadalupe y Martinica en 1842, parece ser originario de la isla Reunión. Se distribuye en cafetales del neotrópico: México, América Central, América del Sur y El Caribe. Por otro lado, Rueda et al. (2016) mencionan que, el minador es considerado una de las plagas más graves para el café en la región neotropical, debido a que cuando sus poblaciones alcanzan niveles altos, las defoliaciones pueden ser superiores al 67%, por lo tanto, las mermas en la producción pueden ser hasta del 52%. Sin embargo, CEPICAFE (2010) menciona que, el minador de la hoja del café también ocasiona daños en la producción y en la longevidad de las plantas; las mayores pérdidas en la producción en ataques muy severos son aproximadamente de 30% en infestación, originadas por la destrucción de las hojas y posterior defoliación.

a. Biología y comportamiento

Rueda et al. (2016) afirma que, su infestación ocurre durante todos los meses del año, presenta dimorfismo sexual, con una relación de sexos 1:1, de color blanco plateado, antenas filiformes más largas que el cuerpo, las alas anteriores presentan los márgenes anales flecosos y una mancha o anillo negro rodeado de un halo amarillo brillante. Un día después de la emergencia, los adultos se aparean y dos días después de la cópula, la hembra inicia la ovoposición con preferencia en las hojas maduras de la parte media e inferior de la planta. El apareamiento es diurno. Su ciclo de vida, en función de los cambios de temperatura, varía entre 30 a 45 días.

El adulto: Es una mariposa pequeña, mide aproximadamente 3 mm de largo y con las alas extendidas 4 mm de extremo a extremo. Es de color gris con una mancha más oscura en la punta del ala anterior (SENASA, 2006).

Por otro lado, Mendoza (1995) afirma que, el minador de la hoja del café

posee alas anteriores y presentan márgenes con flecos y una mancha negra rodeada de un halo amarillo brillante. El macho, por lo general, es ligeramente más pequeño que la hembra. Los adultos son de hábito nocturnos y solo se ve volar en los días nublados, durante el día permanecen posados en el envés de las hojas, al anochecer vuelan activamente y se posan en el haz de las hojas, preferentemente maduras y sanas, la hembra vive de 2 a 3 semanas durante las cuales pone alrededor de 70 huevos. El macho vive entre 10 a 12 días.

SENASA (2006) afirma que las pupas, se encuentran cubiertas por dos bandas de seda blanca unidas en medio, que representa la forma de una letra "H" mayúscula, las cuales pueden medir 3 mm de largo, las larvas, son de color perla, con la cabeza y parte del tórax de color negro, miden cerca de 5 mm en pleno desarrollo, finalmente los huevos, son redondos, aplanados y son puestos en el haz de la hoja; son casi microscópicos.

2.2.10. Efectos climáticos que influyen en el desarrollo sobre el minador de la hoja de café

a. Temperatura y humedad

Acuña y Betanco (2007) mencionan que, el minador de la hoja del café es una plaga prevaleciente en climas cálidos, la población de esta plaga incrementa rápidamente a temperaturas mayores de 22°C y cuando la humedad relativa esta entre 80 y 90%; lugares de alta circulación de aire y mucho sol son favorables a la plaga. Por otro lado, Constantino et al. (2014) afirman que, en cafetales situados por los 1 300 m.s.n.m., en zonas con humedades relativas entre 75% y 85% y temperaturas entre 22 y 25°C, afectando plantaciones de café de todas las edades, a plena exposición del sol y bajo sombra. Sin embargo, durante los últimos años se han venido presentando ataques de esta plaga en localidades entre 1 500 y 1

700 m de altitud, además el minador de las hojas del café es una especie que se presenta en estaciones de verano.

Constantino et al. (2014) mencionan que, cuando se incrementa la temperatura entre 1 y 2 °C de la establecida y hay una variación del 15% en la precipitación, pueden causar cambios de adaptación en las poblaciones de insectos entre los diferentes rangos altitudinales, como son en el comportamiento, un ejemplo de esto es el minador de las hojas del café, es una especie estacional que prevalece en períodos de verano y durante eventos climáticos como el fenómeno del Niño, el factor determinante en este aumento poblacional ha sido la temperatura ya que por cada grado que se aumente, se obtiene una generación adicional al año, si la temperatura promedio es de 18°C es posible tener seis generaciones al año, mientras que con 22°C se obtiene diez generaciones, por lo tanto el aumento de la temperatura incrementa los niveles de la plaga y el daño del cafetal.

b. Daños

Acuña y Betanco (2007) afirman que, el minador del café es un parásito obligado del café; significa que se alimenta, se desarrolla y completa su ciclo de vida, solamente sobre las hojas de la planta de café. El desarrollo del minador puede ser diferente, según la variedad de café. Por otro lado, Mendoza (1995) menciona que, el minador es una especie monófaga que solo ataca a hojas del género *Coffea*.

Garza (2001) menciona que, las pequeñas mariposas hembras hacen diminutas picaduras en el haz de las hojas con ovopositor puntiagudo, y se alimenta de la savia en alrededor de ocho de cada diez de estas picaduras y depositan huevecillos en las otras dos, los machos son incapaces de picar las hojas, pero ocasionalmente se

alientan de las fuentes de alimentos disponibles realizadas por la actividad de las hembras; estas picaduras causan una apariencia punteada y amarilla a las hojas, las cuales se observan fácilmente en infestaciones fuertes, los daños por las larvas y las hembras adultas ocasionan problemas secundarios de estrés de las plantas, pérdida de humedad y quemaduras de los frutos por la falta de follaje. Por otro lado, SENASA (2006) afirma que en un período de 15 días una hembra es capaz de poner alrededor de 75 huevos. Las larvas recién eclosionadas penetran los tejidos del follaje, donde se alimentan de todo el tejido de la hoja. En ataques severos, hay una gran destrucción del tejido de las hojas, acompañado por una considerable defoliación o caída temprana de las hojas.

Según Acuña y Betanco (2007) afirman que, ataca principalmente en tierras bajas y el daño se inicia cuando la larva emerge del huevo y penetra directamente en los tejidos foliares de los cuales se va alimentando, formando una mancha irregular conocida como mina, provocando así una disminución en el área fotosintética de la planta, cada larva puede llegar a dañar de 1 a 2 cm² de área foliar y en conjunto puede causar el necrosamiento del 90% de la hoja.

Mendoza (1995) menciona que, los daños son causados por la larva, que consume entre 1 a 2 cm² de área foliar; sin embargo, al concurrir varias larvas en una sola hoja puede causar el necrosamiento hasta de un 90% de la hoja, provocando defoliación y disminución del área útil que interviene en la producción del fruto. La cutícula o epidermis de arriba de la mina se necrosa y se seca, por lo cual es fácil levantarla con la uña sin romper la lámina foliar, el ataque del minador es más acentuado en épocas secas, en plantaciones sin sombras y en zonas bajas con escasa precipitación.

Por otro lado, Rueda et al. (2016) afirma que, una sola larva de minador de la hoja de café consume entre 1 y 2 cm² de área foliar. Al concurrir varias en una sola mina pueden causar el necrosamiento hasta de un 90% de la hoja. Se estima que una pérdida del 61% de las hojas causa una reducción del 70% de materia seca en el tronco, 60% en las raíces y 50% de la actividad fotosintética en el resto de las hojas encontraron que rangos del 26 - 36% del área foliar dañada causan efectos negativos en la fisiología de la planta.

SENASA (2006) menciona que, la larva barrena o abre agujeros en el tejido de la hoja y vive en una galería o túnel que hace en el parénquima, la larva madura abandona la parte muerta y se dirige al envés de la hoja, donde construye, un capullo sedoso de color blanco el cual vivirá una semana más, antes de transformarse en mariposa el ataque de minador es más severo en condiciones de alta humedad y alta temperatura, es decir, en cafetales situados por debajo de 1 300 m.s.n.m.

Como consecuencia del ataque de minador de la hoja de café las hojas afectadas por el minador muestran una o varias manchas irregulares de color café claro, a las cuales se les denomina lesiones o minas. Al frotar con los dedos la superficie dañada de la hoja, ésta se separa en dos capas y, en los ataques nuevos, puede observarse entre ellas a un pequeño gusanito blanco de 2 a 5 mm. Las hojas con minas viejas pierden la parte afectada, observándose su superficie despellejada y con agujeros donde antes estaban las lesiones (SENASICA, 2014).

Según Catalán (2012) afirma que, las minaduras que ocasiona el minador de la hoja de café son en forma de ampolla y al comienzo son verde claras, pero luego se vuelven de color pardo o marrón

oscuro. Ante infestaciones intensas puede causar defoliación, disminución del rendimiento y la calidad del grano.

c. Evaluación de la plaga de minador

Según SENASA (2006) menciona que, con el propósito de explicar dinámica de infestación del minador de la hoja del café, se evalúa el daño de minador en las hojas de café de la siguiente manera: se escoge diez plantas de café, en cada planta que se escoge se seleccionan diez hojas de café, para lo cual se divide la planta de café en tres partes (superior, medio e inferior), en cada parte se toma tres hojas de café al azar en la parte superior, cuatro hojas de café en la parte media del café y tres hojas de café en la parte inferior para dar un porcentaje de infestación de minador de la hoja de café en cada planta evaluada, utilizando la siguiente fórmula:

$$\%HM = \frac{THM \times 100}{TH}$$

Donde: %HM = Porcentaje de hojas minadas o infestación, THM = Total de hojas minadas y TH = Total de hojas.

d. Control

Se elimina permanentemente la sombra al inicio de la época lluviosa. Es importante hacer mención del buen empleo de los muestreos y la aplicación de insecticidas selectivos, los cuales deben aplicarse en lo posible donde se encuentren los focos de infestación y de esa manera mantener las poblaciones de enemigos naturales. También es importante regular las podas para reducir las poblaciones de minador (SENASA, 2006).

e. Control cultural

La poda de la sombra después del inicio de la época lluviosa disminuye la intensidad del daño. Es importante mantener los niveles adecuados de fertilización para tener plantas vigorosas que puedan contrarrestar el daño. Los cafetales que se encuentran a la orilla de carreteras se ven más afectados, ya que el polvo reduce o destruye los parasitoides del minador. Se recomienda la utilización de barreras contravientos para reducir la entrada del polvo (SENASA, 2006).

f. Control químico

Se recomienda que una vez alcanzado los niveles críticos se realicen aplicaciones dirigidas de insecticidas sistémicos al follaje o el uso de productos a base de abamectina. También se pueden realizar aplicaciones de insecticidas sistémicos dirigidas al suelo, especialmente cuando la planta se encuentre en una etapa de mayor actividad fisiológica. Las dosis químicas que se recomienda son las siguientes: Aplicaciones de Lebaycid 50% CE, de 0,8 a 1,2 l/ha; Lorban 4E. LE, de 1,0 a 1,5 L/ha (SENASA, 2006).

2.3. Definición de términos conceptuales

Aislado: un individuo de espora o cultivo. Utilizado para indicar la presencia y colección de un microorganismo obtenido en diferentes tiempos.

Clima: condiciones atmosféricas (humedad, viento, temperatura, etc.), que caracterizan a un lugar cualquiera, durante un período de tiempo.

Control físico: actividades físicas para controlar plagas. Pudiendo ser: mecánico, de redes y mallas, de temperatura, atrayentes físicos y otros.

Control químico: uso de plaguicidas específicos para el control de plagas.

Control biológico: uso de microorganismos, como insectos, nemátodos, hongos y virus para controlar malezas y otras plagas.

Cosecha: acción de desprender el fruto de la planta con fines económicos o alimenticios, puede ser manual o mecánica.

Cultivo: técnica realizada en un laboratorio para el crecimiento de tejidos, células, microorganismos bajo condiciones adecuadas y manejadas en un medio químico.

Edad biológica: fase o estadio de desarrollo de organismos, relacionado a un patrón de desarrollo, típico de una especie en particular o en estudio.

Endoparásito: organismo que ingresa y/o penetra en el hospedante y se alimenta en su interior.

Hábitat: lugar determinado de forma natural donde aparece un organismo.

Malezas: vegetación desarrollada espontáneamente en un cultivo que afecta negativamente la producción de la misma.

Plaga: conjunto de organismos animales o vegetales que atacan y destruyen las plantas y/o cultivos.

Poda: acción de cortar y eliminar las ramas superfluas de especies arbóreas, arbustivas y plantas menores con el objetivo de que se desarrollen con más vigor.

Trampa casera: envases de colores pegajosas, son de bajo costo, no contaminan el ambiente y son de fácil fabricación, para la captura y control de plagas.

Vector: todo agente biótico que pueda ser portador de un agente infeccioso que constituya un riesgo para un cultivo en específico.

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

El enfoque bajo el que se rigió el presente trabajo fue EMPIRISTA-INDUCTIVO donde buscaremos las relaciones causa – efecto a través de repeticiones de eventos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de estudio es cuantitativo descriptivo, ya que consiste en recolectar y analizar datos numéricos. Este método es ideal para identificar tendencias y promedios, realizar predicciones, comprobar relaciones y obtener resultados generales de poblaciones grandes.

En esta investigación se analizó a detalle cómo los cambios climáticos afectan el comportamiento, la distribución y la dinámica de las poblaciones de broca y minador en cafetos en los distritos de Villa Rica y San Luis de Shuaro.

3.2. Nivel de investigación

Esta investigación tuvo el nivel aplicado, que es una forma de encontrar soluciones a problemas o cuestiones específicas. Estos problemas o cuestiones por esta investigación tienen como fin resolver problemas particulares de tipo agrícola. Este nivel de investigación se utilizó ya que contribuye al conocimiento científico sobre la ecología de broca y minador en cafeto y su interacción con el ambiente, lo cual es importante para la sostenibilidad de la producción cafetalera.

3.3. Característica de la investigación

La característica principal de esta investigación de nivel descriptiva, implico recopilar información detallada y precisa sobre la situación de broca y minador en plantaciones de cafetos a lo largo de once meses y su relación con las condiciones climáticas en los fundos Santa Martha y Santa Josefa.

3.4. Método de investigación

En la investigación se analizó datos recopilados en diferentes momentos sobre la infestación de broca y minador, como: registros de incidencia de cada plaga, condiciones climáticas y prácticas de manejo, para identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo.

3.4.1. Técnicas de instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se utilizó la técnica de observación para estimar la infestación de broca y minador; además, se empleó un formato para recolección de datos de incidencia de broca y minador.

3.4.2. Fase preliminar

Se reconocieron los fundos Santa Martha y Santa Josefa ubicados en los sectores de Alto Entaz en el distrito de Villa Rica provincia de Oxapampa región Pasco (Gráfico 1) y en el sector Palomar, distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo región Junín (Gráfico 2). Las coordenadas y piso altitudinal de cada fundo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

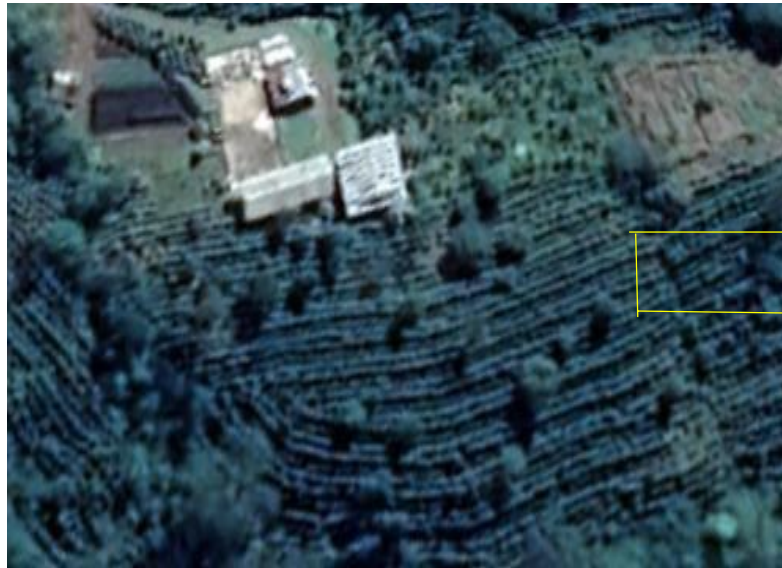
Ubicación geográfica de los fundos evaluados

Ubicación	Fundo Santa Martha Sector Alto Entaz	Fundo Santa Josefa Sector Palomar
Latitud	10°46'51" S	10°46'42" S
Longitud	75°16'29"W	75°14'29" W
Altitud (m.s.n.m.)	1 475	1 231

Nota: A² Tecnick S.A.C

Gráfico 1

Fundo Santa Martha, área de evaluación de café



Nota: A² Tecnick S.A.C.

Gráfico 2

Fundo Santa Josefa, área de evaluación de café



Las características meteorológicas en los fundos Santa Martha y Santa Josefa durante el experimento presentaron, temperaturas promedio de 20,54 y 20,72 °C, precipitación anual promedio de 591,2 y 578,6 mm y humedad relativa promedio de 89,0 y 87,8 % respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2*Características meteorológicas de los fundos*

Datos meteorológicos	Fundo Santa Martha	Fundo Santa Josefa
Temperatura promedio (°C)	20,54	20,72
Precipitación promedio (mm/año)	591,20	578,60
Humedad promedio (%)	89	87,82

El experimento se realizó desde el 22/05/17 en el fundo Santa Martha y 05/06/17 en el fundo Santa Josefa, hasta culminar en ambos fundos el 09/04/18, durante la etapa de cosecha (campaña 2017 y campaña 2018).

En los fundos Santa Martha y Santa Josefa se realizaron evaluaciones de dos principales variedades de café; caturra y catimor con las características que se detalla a continuación:

a. Fundo “Santa Martha”

Propiedad de la señora Grete Mick Habisht, ubicada en el sector de Entaz. Se encontraban sembradas en el campo dos variedades, caturra y catimor, en parcelas de 40 y 45% de pendiente respectivamente, con un área de evaluación de 2500 m² (cuarto de hectárea) cada una, en donde las plantas tenían un distanciamiento entre hilera de 2,0 m y entre planta de 1,0 m (Tabla 3).

Tabla 3*Características de los campos evaluados en el fundo Santa Martha*

Características de campo	Parcela 1	Parcela 2
Variedad	Caturra	Catimor
Área (ha)	0.25	0.25
Pendiente (%)	40	45
Distanciamiento (m)	2 x 1	2 x 1

b. Fundo “Santa Josefa”

Propiedad de la señora Traudel Mick Gehrman, ubicada en el sector de Palomar. Se encontraban sembradas en el campo dos variedades, caturra

y catimor, en parcelas de 40 y 45% de pendiente respectivamente, con un área de evaluación de 2500 m² (cuarto de hectárea) cada una, en donde las plantas tenían un distanciamiento entre hilera de 2,0 m y entre planta de 1,0 m (Tabla 4).

Tabla 4

Características de los campos evaluados en el fundo Santa Josefa

Características de campo	Parcela 1	Parcela 2
Variedad	Caturra	Catimor
Área (ha)	0.25	0.25
Pendiente (%)	60	65
Distanciamiento (m)	2 x 1	2 x 1

c. Manejo de los campos evaluados

El experimento se realizó en los fundos Santa Martha y Santa Josefa, en la etapa de cosecha (campaña 2017) desde el 23/05/2017 y 05/06/2017 respectivamente, hasta la siguiente campaña de cosecha que fue el 09/04/2018, en ambos fundos. Se realizaron las siguientes labores agrícolas previas a la evaluación:

c.1. Control biológico con *Beauveria bassiana*

Se usó este control biológico en las dos parcelas de investigación, la cual se aplicó para la plaga de broca solo una vez, durante todo el tiempo de investigación. La aplicación se realizó en la etapa de llenado de fruto, sobre las ramas productivas, donde se encontró broca atacando a los frutos. Los materiales y la dosis que se utilizó de *B. bassiana* sobre arroz fue de 900 g + 0,5 l de aceite vegetal (Anexo N° 01). Se asperjó 50 ml de la solución de hongo por cada árbol, asegurando un buen cubrimiento. Esta actividad se realizó el 19 de diciembre del 2017 para ambos fundos.

c.2. Control químico

En ambos fundos y para las plagas broca y minador que atacaron en la etapa de llenado de fruto, se utilizó Clorpirifos (EXAQ EC) a la dosis de 250 ml/200 l de agua (cuando la infestación fue baja y 500 ml cuando la infestación fue alta), cada planta de café recibió de 30 a 40 ml de la solución de Clorpirifos (EXAQ EC). Esta actividad se realizó del 16 al 19 de octubre del 2017 en Santa Martha y del 23 al 25 de octubre de 2017 en Santa Josefa.

c.3. Podas

En Santa Martha, en la etapa de descanso se realizó dos tipos de poda, sistemática y de selección, la poda sistemática se realizó en filas intercaladas donde con una motosierra, se cortó el tallo principal a una altura de 60 cm para su rebrote, esta actividad se realizó del 04 al 06 de setiembre del 2017; la poda de selección que consiste en la eliminación de las ramas improductivas, enfermas, secas con una tijera de podar, se realizó del 12 al 16 de febrero de 2018.

En Santa Josefa, en la etapa de descanso también se realizaron dos tipos de poda, sistemática y de selección, la poda sistemática se realizó a una altura de 40 cm para su rebrote y la poda de selección para eliminar ramas improductivas, enfermas y secas, se realizó del 07 al 09 de setiembre del 2017.

c.4. Control de malezas

En ambos fundos, se controló las malezas cada dos meses, con herbicidas como glifosato y paraquat (Herbosato y Wesquat respectivamente), el control se inició en mayo del 2017 para adelante. La dosis para ambos herbicidas fue de 1l/200l de agua + 250 g de ácido cítrico (para bajar el pH del agua ya que esta se encontraba a 5,5, y se bajó a 3,5 - 4).

c.5. Fertilización

Se fertilizó en tres ocasiones en el fundo Santa Martha (28 junio y 22 noviembre del 2017 y 18 enero del 2018) y una en el fundo Santa Josefa (08 de enero de 2018), utilizando en ambos fundos la formula 18N- 12P- 12K- 4Mg- 6S, aplicando a cada planta 80 g (Fundo Santa Martha) y 60 g de la mezcla (Fundo Santa Josefa). En ambos fundos se aplicó dolomita, siendo la dosis 40 g para plantas en renovación y 80 g para plantas en producción.

3.4.3. Fase de levantamiento de datos

a. Obtención de muestras en etapa de raspa

En ambos fundos, al final de la cosecha, se realizó la raspa que consistió en recoger todos los granos (verdes y maduros) de café de la parcela, con la finalidad de que no sea infestado por la broca y se mantenga el insecto de una campaña a otra; inmediatamente se colocaron los cerezos en un cilindro de plástico con agua con la finalidad de ahogar a los insectos presentes en algunos granos, después de 4 horas se removieron para que todos los cerezos entren en contacto con el agua, luego se tapó y dejó por un día. Finalmente, se llevó los granos, a un lugar alejado de las parcelas de café, donde se puso en un pozo de 20 x 8 m, cada dos días se removió para que entre en contacto el sol con los cerezos. Esta actividad se realizó el 21 al 25 de agosto del 2017 en el fundo Santa Martha y del 14 al 18 de agosto en el fundo Santa Josefa.

b. Obtención de muestras en etapa de llenado

En ambos fundos, en la etapa de llenado de fruto, se colocó trampas caseras para broca. Para armar las trampas se utilizaron seis botellas de plástico de tres litros, doce frascos pequeños de vidrio desechables (capacidad de 100 ml, lavados con detergente 50 g y

legía 2 ml), alambre de amarre número 16, bisturí o cuchillo, hipodérmica desechable, detergente, agua, cernidor de plástico; se cogieron las botellas de plástico y se les hizo una abertura de aproximadamente 8 cm x 10 cm, luego se colocó en el interior, el frasco de vidrio sujetado con un alambre de amarre; todo esto se colgó en ramas de la parte media de la planta de café, finalmente se colocó el atrayente en los frascos de vidrio y se vertió el detergente (solo una pisca) en el agua contenida en el frasco de plástico, para romper la tensión superficial del agua y las brocas del cerezo del café que caigan sobre ella se hundan y se asfixien.

Para la preparación del atrayente se utilizó, etanol (10%), metanol (10%) y esencia de café (10%) (Anexo N° 2), los cuales fueron mezclados en un recipiente y vertidos en el frasco de vidrio con una hipodérmica desechable, hasta la mitad del frasco, para que las brocas puedan ser atraídas.

En la parcela de investigación se colocaron seis trampas, 2 en la parte inferior, 2 en la parte media y 2 en la cabecera de la parcela de investigación, fueron marcados para facilitar su rápida ubicación (Anexo N° 03).

Semanalmente se contabilizaron las brocas adultas de café que eran capturadas en las trampas Formato N° 1 (Anexo N° 4); para esto, se utilizó un cernidor de plástico y una pinza, en el cernidor se vertió el contenido de las trampas y con la ayuda de la pinza se contó el número de adultos de broca caídas por trampa (Anexo N° 5).

Semanalmente se cambió el atrayente y el agua con detergente. Todas estas actividades se realizaron, en el fundo Santa Martha desde el 23/10/2017 al 29/01/2018 y en el fundo Santa Josefa desde el 25/10/2017 al 29/01/2018.

c. Variables evaluadas

Para las evaluaciones en cada fundo, se recorrió el área experimental en forma de “S” y se tomaron 20 cerezos, para broca y 10 hojas, para minador. Las variables fueron:

c.1. Para broca

Número de granos brocados

En la etapa de cosecha de grano, en ambos fundos, en diez plantas de café al azar, se tomaron 20 cerezos, 6 cerezos en la parte superior, 8 en la parte media y 6 en la parte inferior por planta (en total 10 plantas de café=200 granos) y se observaron el número de granos brocados para luego registrarlo en el formato 2 (Anexo N° 06). Finalmente, se procedió a colocarlos en bolsas de plástico con etiquetas que indicaban el lugar y fecha de recolección, las evaluaciones fueron semanalmente.

Porcentaje de infestación de la broca

Con los resultados obtenidos del número de granos brocados se calculó el % de infestación con la fórmula propuesta por Constantino et al. (2011), y se registró en el Formato N° 3 (Anexo N° 07).

$$\% = \frac{\text{TFI} \times 100}{\text{TF}}$$

Donde:

%. Porcentaje de infestación

TFI: Total de frutos infestados

TF: Total de frutos

Posición de ingreso de broca en el grano

Con los granos brocados extraídos de la planta, se observaron la posición de ingreso de la broca en el grano, registrándose en el formato N° 2, las posiciones consideradas fueron:

A: inicio de la perforación

B: broca en el canal de perforación

C: inicia la perforación de la almendra

D: broca dentro de la almendra con descendencia.

Para determinar el grado de avance que tuvo la penetración en el grano, las evaluaciones se hicieron semanalmente y en la etapa de cosecha de grano.

Estado biológico de la broca

Cada grano brocado obtenidos de las plantas de café se llevaron a laboratorio y se seccionó por la parte central y abrió con cuidado el grano, para observar en un estereoscopio y determinar el estado biológico de la broca: huevo, larva, prepupa, pupa y adulto (Anexos 8, 9, 10, 11 y 12) para luego ser contabilizado en el formato 2, este procedimiento se realizó semanalmente.

Captura de brocas adultas

En la etapa de llenado de grano, en la parcela se instalaron seis trampas caseras, utilizando botellas de plástico de 3 L, con una abertura de 8 cm x 10 cm en la parte media, como una especie de ventana cuadrada, para luego colocar los frascos con la mezcla atrayente (Metanol+ etanol+ esencia de café), cada trampa se colocó en la parte media de la planta de café, sujetados de la parte del pico de la botella a la planta, esta

evaluación se realizó cada semana y se contabilizó las brocas capturadas en el formato 1.

c.2. Para minador

N° de hojas minadas

Se seleccionaron 10 plantas al azar, en un recorrido de “S”, en cada planta se tomaron al azar 10 hojas (3 en la superior, 4 en la parte media y 3 en la parte inferior), del total de hojas se evaluaron las hojas minadas y se registraron en el formato 3 (Anexo N° 12), esta evaluación se hizo cada semana.

Porcentaje de infestación de minador

Una vez que se contó el número exacto de hojas minadas se procedió a calcular el porcentaje de infestación semanalmente en gabinete, con la fórmula que propuso Constantino et al. (2011):

$$\% = \frac{\text{THM} \times 100}{\text{TH}}$$

Donde:

?: Total de hojas minadas

THM: Total de hojas minadas

TH: Total de hojas

c.3. Factores climatológicos

Los registros de cada variable meteorológica se realizaron cada quince minutos y subidos al sistema de A2 Tecnick S.A.C, para esta investigación se tomaron promedios semanales de los dos fondos de investigación.

Temperatura (°C)

Esta variable se obtuvo por un termómetro que registra las variaciones de clima durante todo el día.

Humedad de suelo (%)

Se registró con un sensor en el suelo, a diferentes profundidades, cada 10 cm la humedad y cada 15 cm la temperatura, mide directamente el nivel hídrico de la planta.

Radiación solar (w/m²)

Se obtuvo con un piranómetro, instrumento meteorológico para medir la radiación solar de la superficie de la Tierra, en kilovatios por metro cuadrado, en un campo de 180 grados.

Humedad relativa (%)

Se registró mediante el Higrómetro, que es un aparato para medir la humedad relativa o contenido de vapor de agua en el aire.

Humedad de hoja (u)

Se registró mediante un sensor, dentro de ella posee un simulador de una hoja que tiene pistas de cobre que están expuestos al aire libre, teniendo un rango de 0 a 4 seco que significa que no hay condiciones para la infección de enfermedad y de 5 a 10 mojado que significa que hay condiciones propicias al desarrollo de la infección.

Precipitación pluvial (mm)

Se registró con un pluviómetro que se emplea en las estaciones meteorológicas para el recojo y medición de la precipitación. Se usa para medir la cantidad de precipitaciones caídas en un lugar durante un tiempo determinado.

d. Descripción de la estación meteorológica

Se utilizaron dos estaciones meteorológicas automatizadas que fueron instaladas en el fundo "Santa Martha" Villa Rica – Oxapampa

– Pasco y en el fundo “Santa Josefa” en San Luis de Shuaro – Chanchamayo - Junín, las evaluaciones fueron cada 2 horas bajo el software Support Software add VANTAGE Professional. Los mismos que contaron con los siguientes sensores de medición:

d.1. Temperatura de aire (°C)

- Medición temperatura: -40 °C... + 60 °C / -40 ° F... + 140 ° F,
- Precisión a + 20 °C \pm 0,1 °C.

d.2. Humedad de suelo (%)

- Temperatura del rango de medición -20 °C... + 60 °C
- Longitudes 30, 60, 90, 120, 150 cm

d.3. Radiación solar (w/m²)

- Sensibilidad \sim 75 μ V / Wm²
- Rango espectral 400... 1 100 nm
- Max. Irradiación 2 000 W / m²
- Respuesta de temperatura +/- 0,15 % / °C
- Temperatura de funcionamiento -30 °C... 70 °C

d.4. Humedad relativa (%)

- Rango de medición 0... 100 % H
- Precisión a + 20 °C \pm 1 % H de 0 – 90 % H \pm 2 % H de 90 % - máx. H

d.5. Humedad de hoja (u)

- Rango de medición: -20 °C... + 60 °C; 0... 100 % H

d.6. Precipitaciones pluviales (mm)

- Resolución en mm 0,2
- Orificio en 200 cm²

3.5. Diseño de investigación

El trabajo de investigación no utiliza diseño estadístico metodológico, se recopilo muestras de las cuales se obtuvieron datos de estudio para su respectiva ordenación, tabulación e interpretación.

3.6. Procedimiento del muestreo

Se inició con una idea general de dónde comenzar, con números relativamente pequeños de unidades de observación. Cada muestra o conjunto de muestras fue cuidadosa e intencionalmente seleccionada para obtener información profunda y detallada sobre el asunto de interés para la investigación.

La muestra seleccionada fue seriada, es decir, las colectas subsiguientes fueron elegidas basándose en los ya seleccionados y en la información que proporcionaron.

Se utilizaron informantes para facilitar la selección de muestras apropiadas y con abundante información.

La muestra fue ajustada durante la realización del trabajo de investigación. Los nuevos conceptos de la realidad ayudaron a enfocar el proceso de muestreo.

La recolección de muestras continuó hasta alcanzarse la saturación. El trabajo de muestreo final incluyó una búsqueda de casos confirmantes y desconfirmantes.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación y el instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas para la evaluación de capturas de brocas adultas, para la evaluación del estado biológico de la broca y para infestación de broca y minador

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa Citrix (SENASA) y también el programa Excel.

3.9. Orientación ética

Todos los trabajos realizados en la presente tesis se sujetaron bajo los principios de estandarización, probidad y confidencialidad, con el objetivo de obtener datos fidedignos que reflejen la realidad fitosanitaria del cultivo del café en los distritos de Villa Rica y San Luis de Shuaro.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Número de granos brocados, % de infestación, posición de ingreso y estado biológico de la broca en café variedad caturra en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

La primera evaluación de infestación de broca registró 135 granos brocados en Santa Martha (Anexo 13) y 130 granos brocados en Santa Josefa (Anexo 14), luego en la cosecha plena de grano (42 y 28 días después de la primera evaluación en el fundo Santa Martha y Santa Josefa) se registró un incremento de 145 con 72,5 % de infestación y 142 granos brocados con 71 % de infestación respectivamente (Tabla 5), esto se debería al alimento disponible que tuvo la plaga por la época seca y las condiciones climáticas favorables para esta, observando que 42 días después disminuyeron a 70 granos brocados con 35 % de infestación en el fundo Santa Martha, asimismo 35 días después disminuyeron a 78 granos brocados con 39 % de infestación en el fundo Santa Josefa por la finalización de la cosecha. Desde el término de la cosecha el 7 y 14 de agosto de 2017 en el fundo Santa Josefa y Santa Martha hasta el 26 de noviembre de 2017, trascurrieron 111 y 104 días respectivamente, no hubo ninguna evaluación por encontrarse en llenado de fruto la planta de café (Tabla

6). A partir del 23/1/2017 hasta el 09/04/2018 nuevamente se registran las infestaciones de café (Tabla 7 al 10).

Con respecto a la posición de ingreso de la broca, en los fundos Santa Martha y Santa Josefa, el mayor registro fue en la etapa de ingreso "D" a los 133 y 105 días después de la primera evaluación, respectivamente (Tabla 5 y 10). Desde el término de la cosecha en los fundos Santa Martha y Santa Josefa, 14 y 7 de agosto de 2017 (Tabla 5) las plantas entraron en descanso, estaquillado, floración y llenado de grano hasta el 22/10/2017 respectivamente (Tabla 6). La posición de ingreso A (inicio de la perforación de la broca en grano) se inició el 23/10/2017 y durante 28 días se observó esta posición en ambos campos (Tabla 7). Luego de 7 días (27/11/2017) se presentó la posición B (broca en el canal de perforación) durante 49 días en ambos fundos (Tabla 8). Y finalmente, después de 7 días (22/01/2018) se observó la posición C (inicia la perforación de la almendra) durante 28 y 35 días en los fundos Santa Martha y Santa Josefa (Tabla 9 y 10).

Y para el estado biológico de la broca, en el fundo Santa Martha el estado que más se observó fue huevos en número de 85 (22/05/2017) y en Santa Josefa se halló 97 huevos el 05/06/2017 (Tabla 5); seguidamente 28 días después de la primera evaluación se registraron las tasas más altas de larva con 78 para Santa Martha y 81 para Santa Josefa (Tabla 5) en plena cosecha. Luego de 35 y 28 días después de la primera evaluación, en los fundos Santa Martha y Santa Josefa, la etapa de prepupa tuvo 76 y 60 individuos, respectivamente (Tabla 5); para pupa y adulto se observaron más en la última evaluación de la campaña de 2017, con 96 pupas y 94 adultos y 87 pupas y 87 adultos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa. Sin embargo, reaparece la broca con todos sus estados biológicos en la siguiente campaña 2018 desde 22/01/2018 hasta el 09/04/2018 (Tablas 9 y 10) durante 77 días en ambas parcelas de investigación (Fundo Santa Martha y Santa Josefa) siendo el más

alto registro en la última evaluación con 64 huevos; 31 larvas; 9 prepupas; 11 pupas; 21 adultos en Santa Martha y 59 huevos; 45 larvas; 8 prepupas; 9 pupas; 22 adultos en Santa Josefa (Tabla 10).

Tabla 5

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en 200granos	Posición de ingreso	% de infestación	Estado de broca en 200granos	Posición de ingreso	% de infestación
MAY	22/05/2017	Cosecha: Rebusque	85 hu- 45 lar-22 pre-16 pu- 22 ad	D	67,5 %	No se registro	0	0
	29/05/2017		76 hu-58 lar-26 pre-18 pu-25 ad	D	56 %	No se registro	0	0
	05/06/2017		71 hu-68 lar-46 pre-43 pus-34 ad	D	62,5 %	87 hu-62 lar-38 pre-22 pu-33 ad	D	65 %
JUN	12/06/2017	Cosecha: Plena	68 hu- 71 lar-57 pre-48 pu- 39 ad	D	67,5 %	82 hu-68 lar-42 pre-33 pu-39 ad	D	67,5 %
	19/06/2017		63 hu-78 lar-66 pre-53 pu-47 ad	D	60 %	71 hu-74 lar-56 pre-48 pu-43 ad	D	70 %
	26/06/2017		60 hu-57 lar-76 pre-62 pu-57 ad	D	50,5 %	66 hu-81 lar- 60 pre-53 pu-47 ad	D	71 %
JUL	03/07/2017	Cosecha: raspa	58 hu-59 lar-67 pre-71 pu-68 ad	D	72,5 %	53 hu- 68 lar- 52 pre-62 pu-57 ad	D	55 %
	10/07/2017		56 hu-47 lar-57 pre-78 pu-71 ad	D	59,5 %	44 hu-59 lar- 46 pre-71 pu-68 ad	D	60 %
	17/07/2017		45 hu-37 lar-43 prep-87 pu-89 ad	D	65,5 %	32 hu-43 lar-39 pre-78 pu- 71 ad	D	57 %
AGO	24/07/2017	Cosecha: raspa	37 hu-21 lar-39 pre-90 pu-87 ad	D	56 %	45 hu- 37 lar-28 prep-87 pu-87 ad	D	50,5 %
	07/08/2017		32 hue-22 lar-28 pre-94 pus-91 ad	D	44,5 %	37 hu- 29 lar-19 prep-96 pu-90 ad	D	39 %
	14/08/2017		23 hu-18 lar-14 pre-96 pu-94 ad	D	35 %	Fin de cosecha	0	0

Nota: D= broca dentro de la almendra con descendencia; hu=huevo; lar=larva; pre=prepupa; pu=pupa y ad=adulto/broca.

Tabla 6

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y número de granos brocados

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en el grano	Posición de ingreso	N° de granos brocados	Estado de broca en el grano	Posición de ingreso	N° de granos brocados
AGO	21/08/2017	Descanso	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	28/08/2017		S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
SET	04/09/2017	Estaquillado	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	11/09/2017		S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	18/09/2017		S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	25/09/2017		S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	02/10/2017		Floración	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
OCT	09/10/2017	Llenado de fruto	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.
	16/10/2017		S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.	S.E.

Nota: S.E.= Sin evaluación.

Tabla 7

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación	Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación
OCT	23/10/2017	Floración	Adulto	A	0	Adulto	A	0
	30/10/2017		Adulto	A	0	Adulto	A	0
NOV	06/11/2017	Llenado de fruto	Adulto	A	0	Adulto	A	0
	13/11/2017		Adulto	A	0	Adulto	A	0
	20/11/2017		Adulto	A	0	Adulto	A	0

Nota: A= inicio de la perforación.

Tabla 8

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de Infestación	Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de Infestación
NOV	27/11/2017	Floración	Adulto	B	33 %	Adulto	B	31 %
	04/12/2017		Adulto	B	30 %	Adulto	B	28,5 %
DIC	11/12/2017	Llenado de fruto	Adulto	B	29,5 %	Adulto	B	27,5 %
	18/12/2017		Adulto	B	31,5 %	Adulto	B	33 %
	25/12/2017		Adulto	B	33,5 %	Adulto	B	34,5 %
ENE	01/01/2018	Llenado de fruto	Adulto	B	34,5 %	Adulto	B	32 %
	08/01/2018		Adulto	B	35,5 %	Adulto	B	37,5 %
	15/01/2018		Adulto	B	44,5 %	Adulto	B	41 %

Nota: B= broca en el canal de perforación.

Tabla 9

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación	Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación
ENE	22/01/2018	Llenado de fruto	14 hu-9 lar-4 pre-2 pu-3 ad	C	40,5 %	22 hu-12 lar-3 pre-3 pu-5 ad	C	39,5 %
	29/01/2018		18 hu-11 lar-3 pre-3 pu-4 ad	C	39 %	17 hu-13 lar-2 pre-4 pu-4 ad	C	35,5 %
FEB	05/02/2018		23 hu-12 lar-3 pre-4 pu-6 ad	C	39,5 %	14 hu-11 lar-3 pre-3 pu-5 ad	C	41 %
	12/02/2018		26 hu-15 lar-2 pre-3 pu-5 ad	C	38,5 %	21 hu-14 lar-4 pre-4 pu-4 ad	C	35,5 %
	19/02/2018		29 hu-18 lar-4 pre-5 pu-4 ad	C	40 %	25 hu-12 lar-3 pre-5 pu-5 ad	C	44 %

Nota: C= inicia la perforación de la almendra, hu=huevo; lar=larva; pre=prepupa; pu=pupa y ad=adulto/broca.

Tabla 10

Estado fenológico de café variedad caturra, estado biológico dentro del grano, posición de ingreso y porcentaje de infestación

Mes	Fecha de evaluación	Etapa fenológica	Fundo Santa Martha			Fundo Santa Josefa		
			Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación	Estado de broca en 200 granos	Posición de ingreso	% de infestación
FEB	26/02/2018	Llenado de fruto	33 hu-19 lar-3 pre-4 pu-7 ad	D	43,5 %	27 hu-17 lar-3 pre-4 pu-5 ad	C	42 %
	05/03/2018		37 hu-19 lar-2 pre-6 pu-8 ad	D	45 %	31 hu-22 lar-4 pre-6 pu-6 ad	D	46,5 %
MAR	12/03/2018	Maduración	41 hu-22 lar-3 pre-6 pu-12 ad	D	43 %	36 hu-27 lar-3 pre-4 pu-7 ad	D	39,5 %
	19/03/2018		48 hu-24 lar-4 pre-8 pu-15 ad	D	49 %	41 hu-31 lar-4 pre-7 pu-10 ad	D	45,5 %
26/03/2018	54 hu-27 lar-7 pre-9 pu-17 ad		D	50 %	46 hu-37 lar-4 pre-8 pu-10 ad	D	49 %	
ABR	02/04/2018		Cosecha: rebusque	58 hu-29 lar-9 pre-9 pu-19 ad	D	60,5 %	48 hue-39 lar-5 pre-8 pu-16 ad	D
	09/04/2018	64 hu-31 lar-9 pre-11 pu-21 ad		D	56 %	59 hu-45 lar-8 pre-9 pu-22 ad	D	55 %

Nota: D= Broca dentro de la almendra con descendencia, hu=huevo; lar=larva; pre=prepupa; pu=pupa y ad=adulto/broca.

A. Número de granos brocados y % de infestación-fundo Santa Martha en relación a los factores climáticos

La primera evaluación se realizó en la cosecha de grano (rebusque-22/05/2017) y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 20,5 °C, radiación de 108,4 w/m², humedad de 93,9 % y precipitación de 1,7 mm (Gráficos 3 y 4, Anexo 13), observándose 135 granos brocados y con un 67,5 % de infestación (Anexo 13), 42 días después (03/07/2017) las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 17,6 °C; radiación de 116,17 w/m²; humedad de 89,3 % y precipitación de 0 mm (Gráficos 3 y 4, Anexo 13) y se observaron 145 granos brocados (Anexo 13) con 72,5 % de infestación en la plena de la cosecha (Tabla 5), siendo ésta la más alta infestación que se pudo encontrar. A 42 días de la evaluación anterior (14/08/2017), las condiciones climáticas fueron: temperatura de 21,5 °C, radiación de 218,5 w/m², humedad de 79 % y precipitación de 3,9 mm (Gráficos 3 y 4, Anexo 13) y se encontró la mínima cantidad de granos brocados en número de 70 (Anexo 13) con un porcentaje de infestación de 35 % (Tabla 5) esto se debería a la disminución de granos en la planta de café por la cosecha final (raspa).

En la siguiente campaña 2018 (Gráficos 3 y 4, Tabla 7) durante 28 días (desde el 23/10/2017 hasta el 20/11/2017) no se registraron infestaciones ya que los granos aún estaban verdes y no tenían la suficiente consistencia para que la broca ingrese al grano; 7 días después (27/11/2017) las condiciones climáticas fueron: temperatura 19,56 °C, radiación de 179,31 w/m², humedad de 87,59 % y precipitación de 24,6 mm (Gráficos 3 y 4, Anexo 13), registrándose 66 granos brocados (Anexo 13) con un 33 % de infestación (Tabla 8). Luego de 112 días después de la última evaluación de la campaña anterior (19/03/2018) las condiciones climáticas fueron

temperatura de 22,46 °C, radiación de 151,99 w/m², humedad de 92,49 % y precipitación de 30 mm (Gráficos 3 y 4, Anexo 13), observándose 98 granos brocados (Anexo 13) con un porcentaje de infestación de 49 % (Tabla 10) y el último registro a los 121 días después del inicio de la evaluación de la presente campaña (09/04/2018) se presentó la máxima cantidad de granos brocados con 112 (Anexo 13) y con 56 % de infestación (Tabla 10).

Gráfico 3

Número de granos brocados-fundo Santa Martha en relación a la temperatura y la radiación

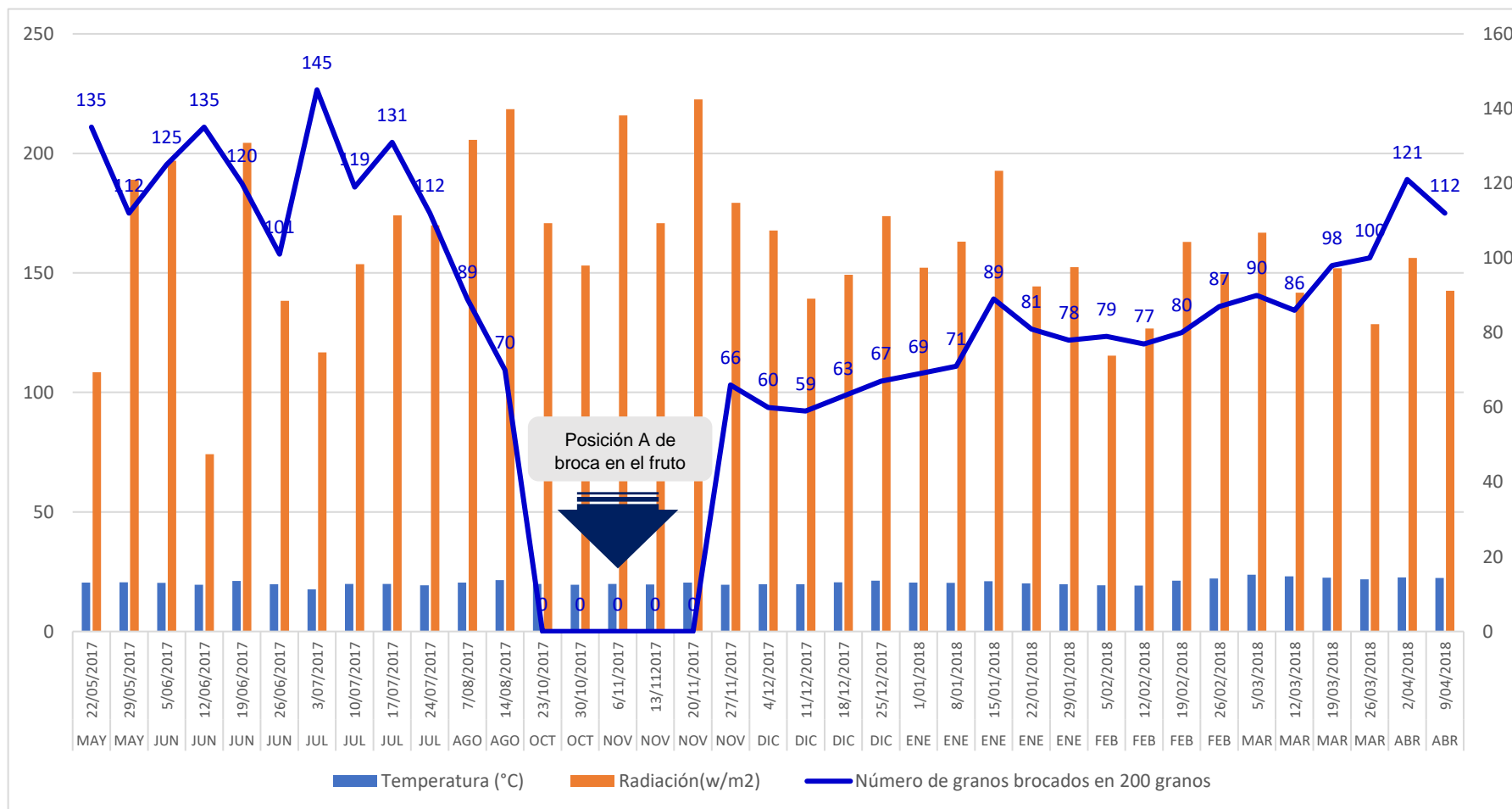
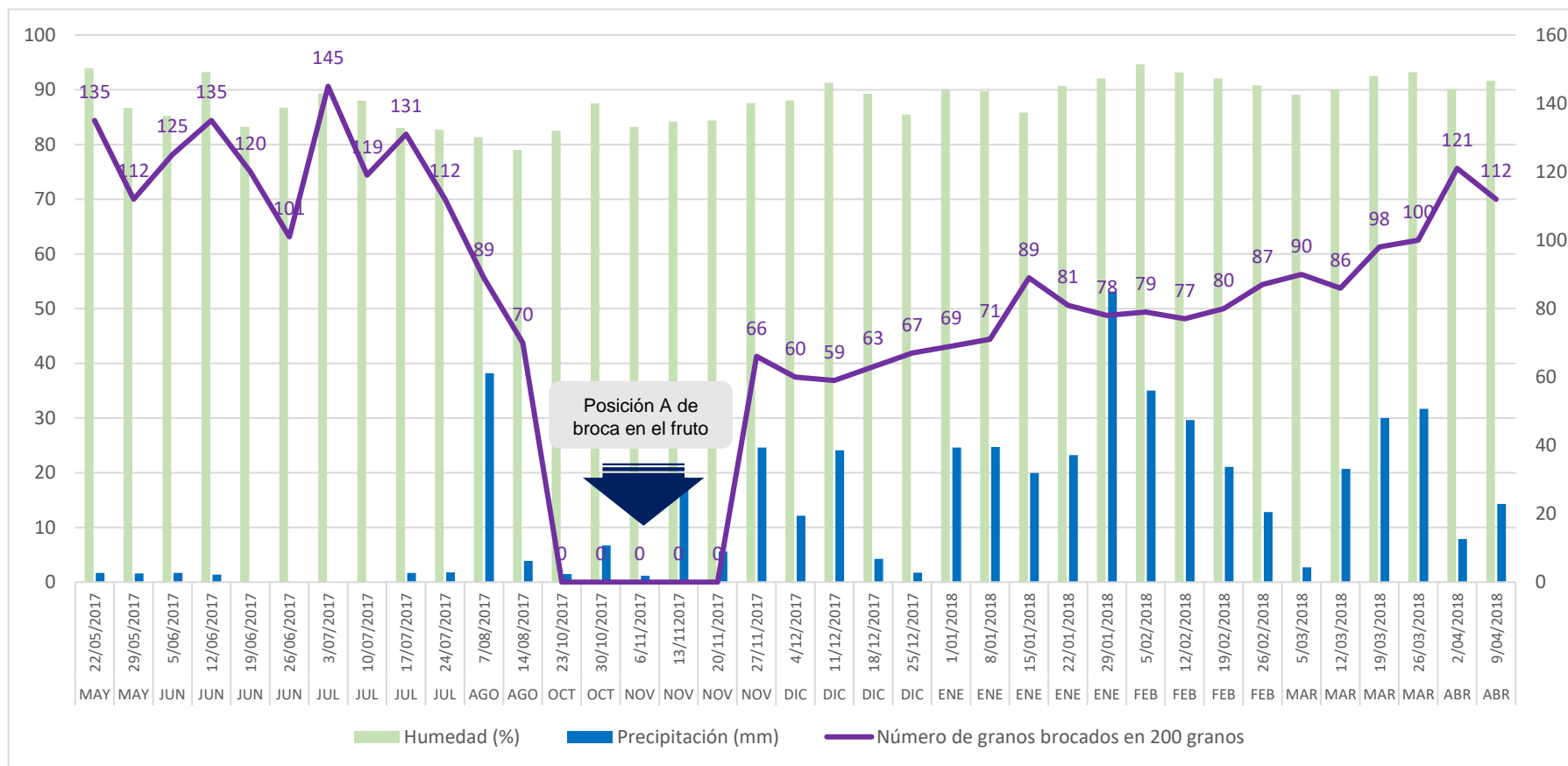


Gráfico 4

Número de granos brocados-fundo Santa Martha en relación a la humedad y la precipitación



B. Número de granos brocados y % de infestación-fundo Santa Josefa en relación a los factores climáticos

La primera evaluación se realizó en la cosecha de grano (rebusque-05/06/2017) y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura 20,2 °C, radiación de 143,27 w/m², humedad de 87,97 % y precipitación de 0,7 mm (Anexo 14), y se observaron 130 granos brocados con un 65 % de infestación (Gráficos 5 y 6, Anexo 14), 21 días después (26/06/2017) de la primera evaluación las condiciones climáticas que se registraron fueron de temperatura de 19,34 °C; radiación de 128,87 w/m²; humedad de 89 % y precipitación de 10,7 mm (Anexo 14) y se observaron 142 granos brocados (Gráficos 5 y 6, Anexo 14) con un porcentaje de infestación de 71 % (Tabla 5) en la plena de la cosecha siendo ésta la más alta infestación que se observó y 42 días posteriores (07/08/2017) las condiciones climáticas que se hallaron fue: temperatura 20,3 °C, radiación de 183,46 w/m², humedad de 82,74 % y precipitación de 0 mm (Gráficos 5 y 6, Anexo 14) y se encontró la mínima cantidad con 78 granos brocados con un 39 % de infestación (Gráficos 5 y 6, Anexo 14) esto se debería a la disminución de granos en la planta de café por la cosecha final (raspa).

En la siguiente campaña 2018 (Tabla 7, Gráficos 5 y 6) durante 28 días (desde el 23/10/2017 hasta el 20/11/2017) no se registraron infestaciones ya que los granos aún estaban verdes y no tenían la suficiente consistencia para que la broca ingrese al grano; luego de 7 días (27/11/2017) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 19,7 °C, radiación de 119,34 w/m², humedad de 90,46 % y precipitación de 75,1 mm (Gráficos 5 y 6, Anexo 14) registrándose 62 granos brocados (Anexo 14) con un porcentaje de infestación de 31 % (Tabla 8). Luego de 98 días (05/03/2018) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 20,91 °C, radiación de 166,13 w/m², humedad de 88,87 % y precipitación de 21,6 mm (Gráficos 5 y 6,

Anexo 14), observándose 93 granos brocados (Anexo 04) con una infestación significativa de 46,5 % (Tabla 10); y después de 35 días (09/04/2018) el número granos brocados fue de 110 (Anexo 14) con un porcentaje de infestación de 55 % (Tabla 10).

Gráfico 5

Número de granos brocados fundo Santa Josefa en relación a la temperatura y la radiación

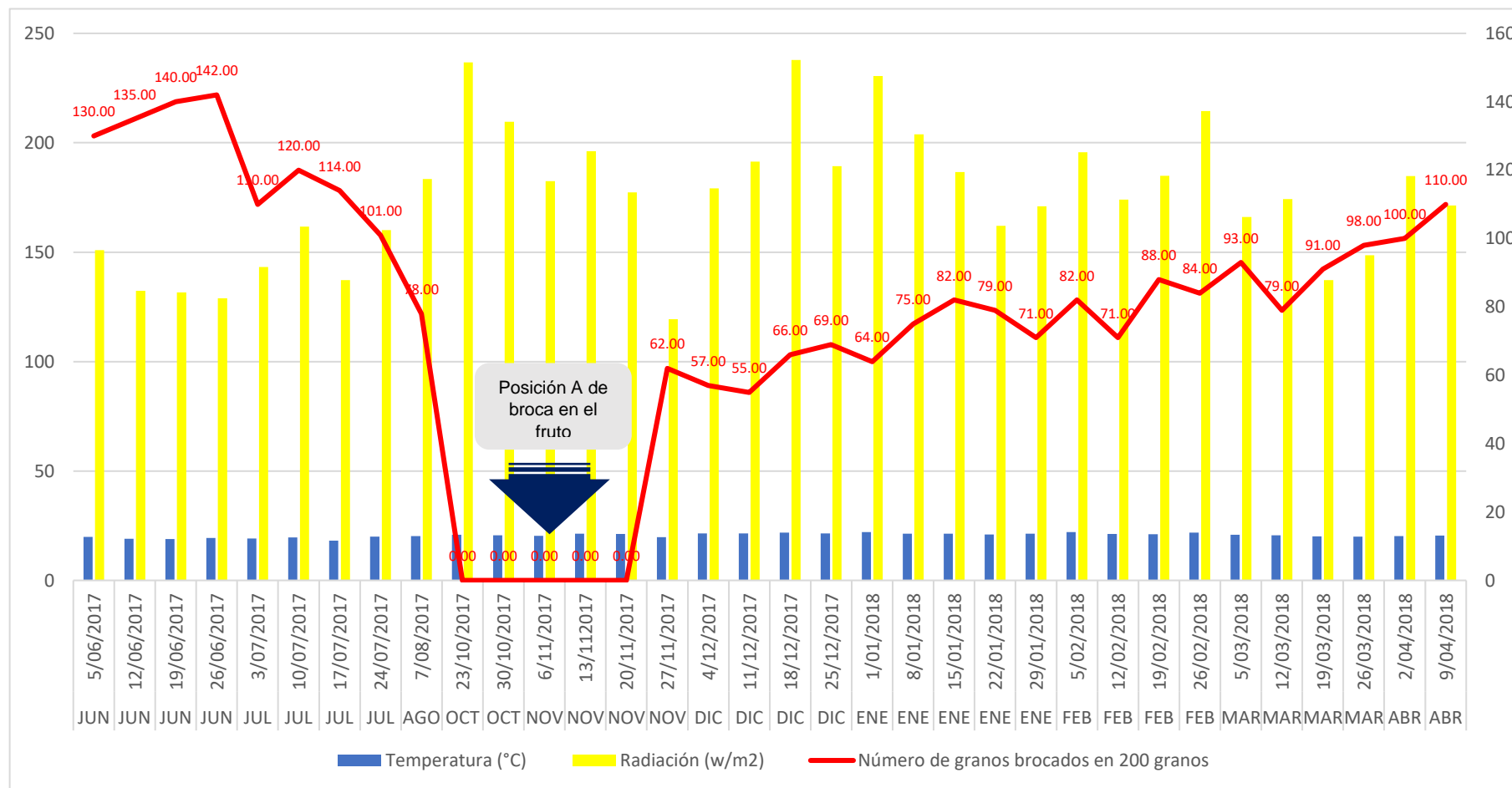
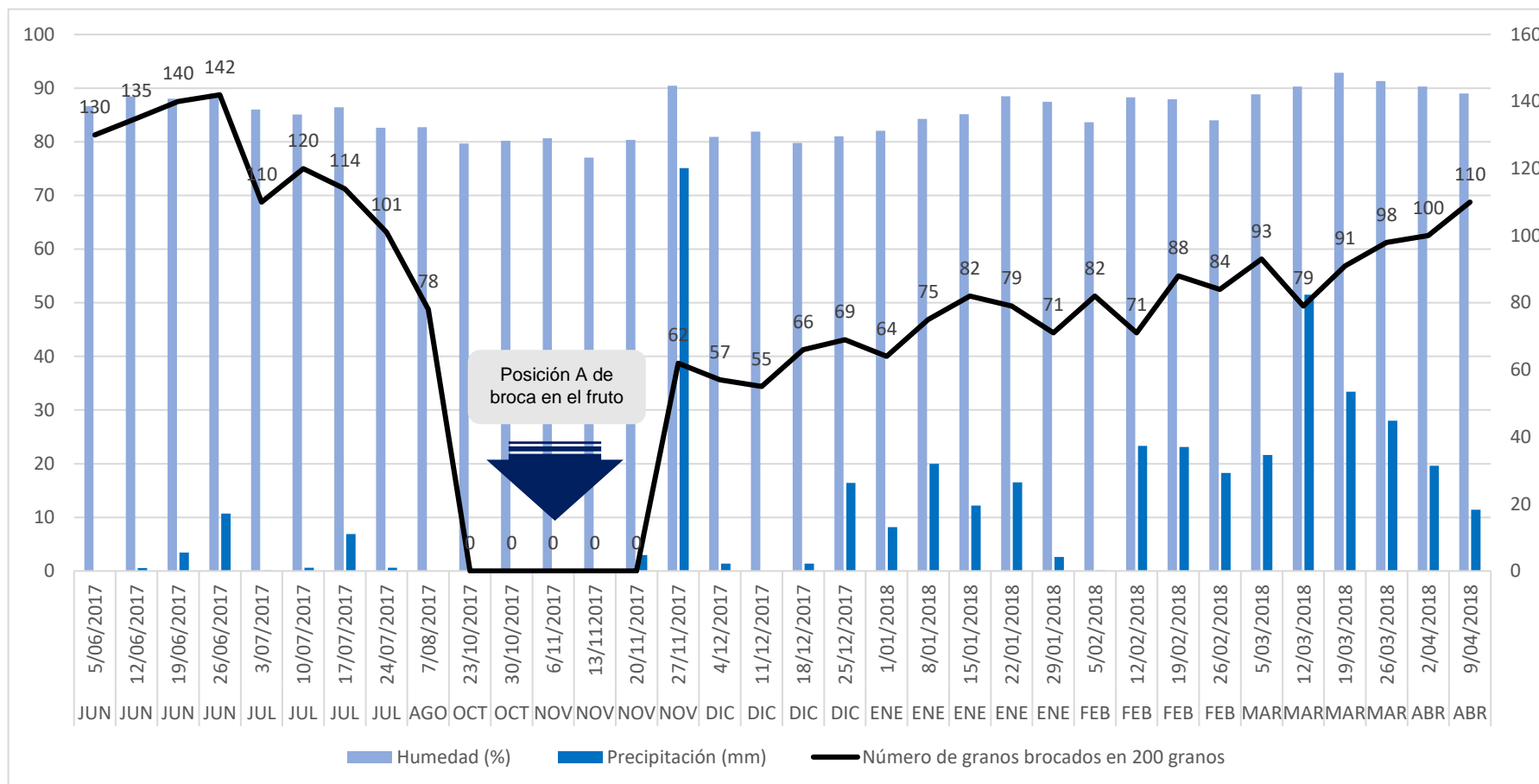


Gráfico 6

Número de granos brocados fundo Santa Josefa con relación a la humedad y precipitación



C. Correlación de infestación y los factores climáticos en los fundos

Santa Martha y Santa Josefa

En el fundo Santa Martha los factores climáticos registrados no correlacionan con la infestación de broca, siendo los coeficientes de correlación de infestación con temperatura de 0,0134; radiación de 0,1435; humedad de 0,0813 y precipitación de 0,0149 (Tabla 11).

En el fundo Santa Josefa los factores climáticos registrados tampoco correlacionan con la infestación de broca, siendo los coeficientes de correlación de infestación con temperatura de 0,0143; radiación de 0,359; humedad de 0,4113 y precipitación de 0,0045 (Tabla 11).

En conclusión, no existe correlación o es muy baja entre la infestación por broca y los factores climáticos en ambos fundos, ya que ninguna variable se acerca a 1. Se observó que la infestación no es afectada directamente por los factores climáticos probablemente porque el rango de variación de estos factores este dentro de los requerimientos de la broca, sin embargo, existen otros condicionantes para el incremento de broca como la presencia o ausencia de alimento.

Tabla 11

Correlación lineal de infestación de broca entre factores climáticos

Infestación vs Clima	Correlación Lineal (Santa Martha)	Correlación Lineal (Santa Josefa)
Temperatura	$R^2 = 0,0134$	$R^2 = 0,0143$
Radiación	$R^2 = 0,1435$	$R^2 = 0,359$
Humedad	$R^2 = 0,0813$	$R^2 = 0,4113$
Precipitación	$R^2 = 0,0149$	$R^2 = 0,0045$

Nota: Si se acercara cualquier factor climático estudiado a 1, indicaría que se factor es determinante para el desarrollo biológico de la broca, se consideraría tomar medidas de precaución contra esta plaga.

D. Posición de ingreso de la broca dentro del grano con relación a los factores climáticos en el fundo Santa Martha

Se inició las evaluaciones en la época de cosecha-rebusque (22/05/2017) y las condiciones climáticas que se registraron durante la evaluación fueron: temperatura de 20,5 °C, radiación de 108,4 w/m², humedad de 93,9 % y precipitación de 1,7 mm (Anexo 13) encontrándose el insecto en la posición de ingreso D (Tabla 5) durante 84 días hasta el final de la cosecha (14/08/2017) (Gráfico 7).

A partir del 23/10/2017 se observó la posición de ingreso A (Tabla 7) y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 19,84 °C, radiación de 170,8 w/m², humedad de 82,5 % y precipitación de 1,5 mm (Anexo 13), esta posición se encontró durante 28 días (20/11/2017) (Tabla 7). Luego de 7 días (27/11/2017) pasó a la posición de ingreso B (Tabla 8) teniendo las condiciones climáticas: temperatura 19,56 °C, radiación de 179,31 w/m², humedad de 87,59 % y precipitación de 24,6 mm (Anexo 13) fue observado por 49 días (15/01/2018) (Gráfico 7). Después de 7 días (22/01/2018) pasó a la posición de ingreso C (Tabla 9) y las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 20,11 °C, radiación de 144,31 w/m², humedad de 90,69 % y precipitación de 23,23 mm (Anexo 13) se observó por 28 días (19/02/2018). Luego de 7 días (26/02/2018) pasó a la posición de ingreso D (Tabla 10) y las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 22,1 °C, radiación de 149,49 w/m², humedad de 53,34 % y precipitación de 12,8 mm (Anexo 13) encontrándose por 42 días (09/04/2018).

E. Posición de ingreso de la broca dentro del grano con relación a los factores climáticos en el fundo Santa Josefa

Se inició las evaluaciones en la época de cosecha-rebusque (05/06/2017) y las condiciones climáticas que se registraron en la primera evaluación

fueron: temperatura de 19,90 °C, radiación de 150,86 w/m², humedad de 86,63 % y precipitación de 0 mm (Anexo 14) encontrándose al insecto en la posición de ingreso D (Tabla 5) por 63 días (Gráfico 8) hasta el final de la cosecha (07/08/2017) (Tabla 7).

Desde el 23/10/2017 se observó la posición de ingreso A (Tabla 7) y las condiciones climáticas que se registraron en la primera evaluación fueron: temperatura de 20,9 °C, radiación de 236,73 w/m², humedad de 79,7 % y precipitación de 0 mm (Anexo N° 14), esta posición se encontró durante 28 días (20/11/2017) (Gráfico 8). Luego de 7 días (27/11/2017) pasó a la posición de ingreso B (Tabla 8) registrándose las condiciones climáticas siguientes: temperatura de 19,7 °C, radiación de 119,34 w/m², humedad de 90,46 % y precipitación de 75,1 mm (Anexo 14) observándose 49 días (15/01/2017) (Gráfico 8). Después de 7 días (22/01/2018) pasó a la posición de ingreso C (Tabla 9) y las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 21,01 °C, radiación de 161,99 w/m², humedad de 88,51 % y precipitación de 16,5 mm (Anexo 14) observándose por 35 días (26/02/2018). Y 7 días después (05/03/2018) pasó a la posición de ingreso D (Tabla 10) y las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 20,91 °C, radiación de 166,13 w/m², humedad de 88,87 % y precipitación de 21,6 mm (Anexo 14) encontrándose por 35 días (09/04/2018).

F. Estado biológico de la broca en relación a los factores climáticos en el fundo Santa Martha

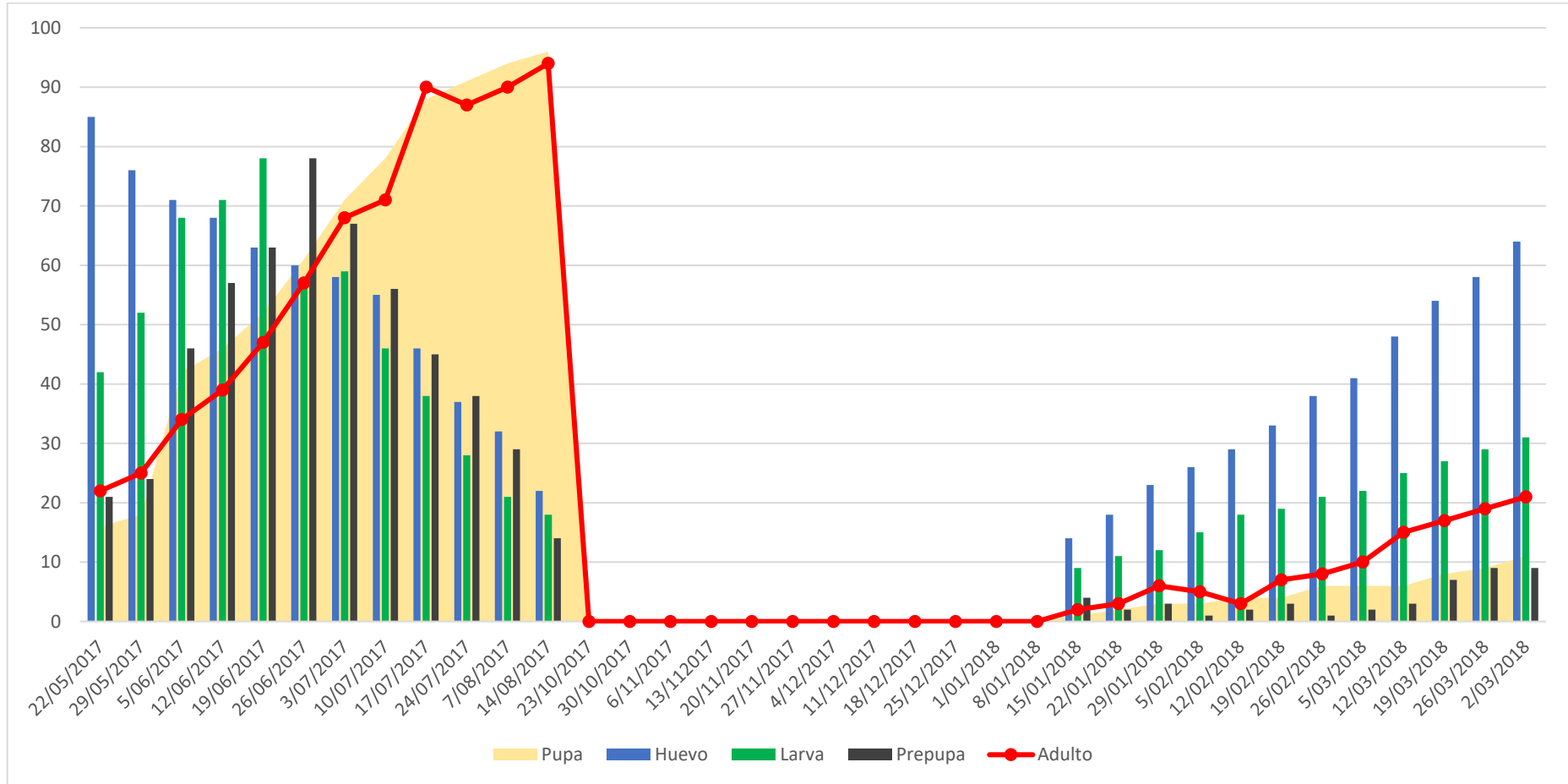
Se inició las evaluaciones en la cosecha de grano (rebusque-22/05/2017) y las condiciones climáticas que se registraron en la primera evaluación fueron de temperatura de 20,5 °C, radiación de 108,4 w/m², humedad de 93,9 % y precipitación de 1,7 mm (Anexo 13), observándose 85 huevos, 45 larvas, 22 prepupas, 6 pupas y 22 adultos (Tabla 5) en 135 granos brocados (Anexo 13), la etapa de huevo fue en descenso hasta el final de la campaña

2017 (14 de agosto) y a medida que pasa su siguiente fase biológica. Por otro lado, la etapa de larva fue en ascenso llegando a 78 larvas en 120 granos brocados (Anexo 13) después de 28 días (19/06/2017) de la primera evaluación y las condiciones climáticas fueron: temperatura de 21,1 °C, radiación de 204,4 w/m², humedad de 83,2 % y precipitación de 0 mm (Anexo 13). La etapa de prepupa más alta que se pudo observar fue después de 35 días (26/06/2017) de la primera evaluación con 76 individuos y las condiciones climáticas registradas fueron: temperatura 19,8 °C, radiación de 138,3 w/m², humedad de 86,7 % y precipitación de 0 mm (Anexo 13). Las etapas de pupa y adulto más altas que se registraron fueron de 96 y 94 respectivamente al final de la campaña 2017 (14 de agosto).

Sin embargo, reaparecen todos los estados biológicos en la siguiente campaña 2018 el 22/01/2018 (Tabla 9) y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 20,11 °C, radiación de 144,31 w/m², humedad de 90,69 % y precipitación de 23,23 mm (Anexo 13), registrándose 14 huevos, 9 larvas, 4 prepupas, 2 pupas y 3 adultos en 81 granos brocados (Anexo 13). Seguidamente luego de 56 días (19/03/2018) se registró temperatura de 22,46 °C, radiación de 151,99 w/m², humedad de 92,49 % y precipitación de 30 mm (Anexo 13) observándose 48 huevos, 24 larvas, 4 prepupas, 8 pupas y 15 adultos (Tabla 10) en 98 granos brocados (Anexo 13); y en la última evaluación (09/04/2017) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 22,4°C, radiación de 142,51 w/m², humedad de 91,6 % y precipitación de 14,3 mm (Anexo 3) observándose 64 huevos, 31 larvas, 9 prepupas, 11 pupas y 21 adultos (Tabla 10) en 112 granos brocados (Anexo 13).

Gráfico 7

Estado biológico de la broca (huevo-larva-prepupa-pupa y adulto) en el fundo Santa Martha



G. Estado biológico de la broca en relación a los factores climáticos en el fundo Santa Josefa

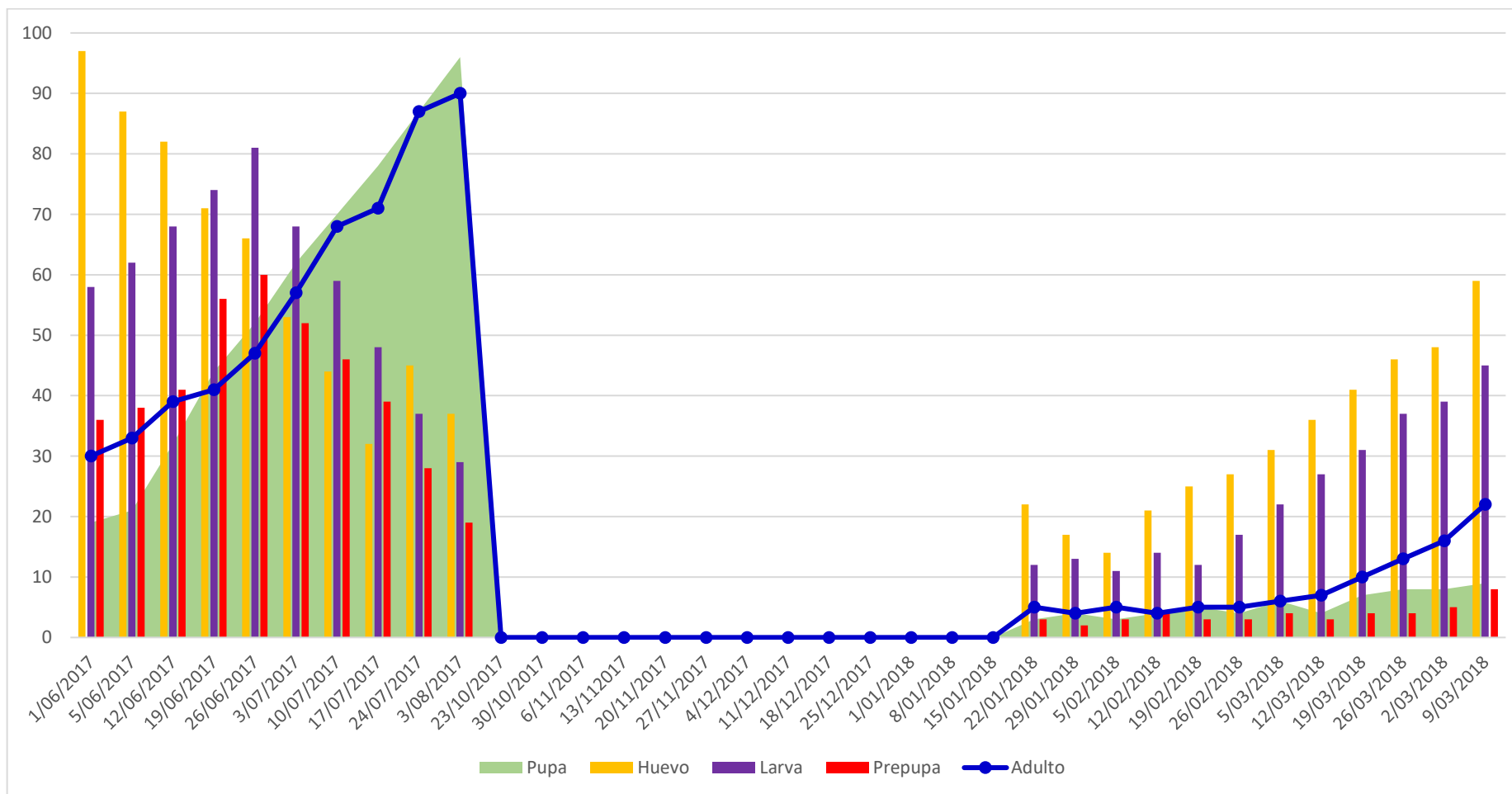
Se inició las evaluaciones en la cosecha de grano (rebusque-05/06/2017) y las condiciones climáticas que se registraron en la primera evaluación fueron de temperatura de 20,2 °C, radiación de 143,27 w/m², humedad de 87,97 % y precipitación de 0,7 mm (Anexo 14), observándose 87 huevos, 62 larvas, 38 prepupas, 22 pupas y 33 adultos (Tabla 5) en 130 granos brocados (Anexo 14) la etapa de huevo fue en descenso hasta el final de la campaña 2017 (14 de agosto) y a medida que pasa a su siguiente fase biológica. Seguidamente 21 días después de la primera evaluación (26/06/2017) las etapas de larva y prepupa fue en ascenso, llegando a 81 y 60 respectivamente (plena-cosecha) en 142 granos brocados (Anexo 14) después de 42 días (03/07/2017) de la última evaluación las etapas de pupa y adulto más altas que se registraron fueron de 96 y 90 respectivamente y las condiciones climáticas fueron de temperatura de 20,3 °C, radiación de 183,46 w/m², humedad de 82,74 % y precipitación de 0 mm (Anexo 14) en 78 granos brocados.

Sin embargo, reaparecen los estados biológicos en la siguiente campaña 2018 el 22/01/2018 (Tabla 9) las condiciones climáticas que se registraron fueron de temperatura de 21,01 °C, radiación de 161,99 w/m², humedad de 88,51 % y precipitación de 16,05 mm, registrándose 22 huevos, 12 larvas, 3 prepupas, 3 pupas y 5 adultos en 79 granos brocados (Anexo 14). Seguidamente luego de 63 días (26/03/2018) registrándose: temperatura de 19,96 °C, radiación de 148,56 w/m², humedad de 91,33 % y precipitación de 28 mm (Anexo 14) observándose 46 huevos, 37 larvas, 4 prepupas, 8 pupas y 10 adultos (Tabla 10) y en la última evaluación (09/04/2018) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 20,5 °C, radiación de 171,29

w/m², humedad de 89,01 % y precipitación de 11,4 mm (Anexo 14) observándose 59 huevos, 45 larvas, 8 prepupas, 9 pupas y 22 adultos (Tabla 10) en 110 granos brocados (Anexo 14).

Gráfico 8

Estado biológico de la broca (huevo-larva-prepupa-pupa y adulto) en el fundo Santa Josefa



4.1.2. Captura de brocas adultas

A. Fundo Santa Martha, captura de adultos en relación con los factores climáticos

Se inició las evaluaciones el 23/10/2017, en época de llenado de fruto con los siguientes factores climáticos: temperatura 19,56 °C, radiación de 179,31 w/m², humedad de 87,59 % y precipitación de 24,60 mm, registrándose 13,66 brocas adultas capturadas/semana (en las 6 trampas en total); luego de 21 días (13/11/2017) las condiciones climáticas que se presentaron fueron: temperatura 20,51 °C, radiación de 173,80 w/m², humedad de 89,26 % y precipitación de 4,23 mm (Tabla 12) registrándose la más alta captura de brocas adultas con 27,33 (en las 6 trampas en total) cómo se puede observar en los Gráficos 9 y 10; luego de 35 días (18/12/2017) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 20,11 °C, radiación de 144,31 w/m², humedad de 90,69 % y precipitación de 23,23 mm (Tabla 12) encontrándose la menor cantidad de brocas adultas capturadas con 8,33 (en las 6 trampas en total) cómo se puede observar en los Gráficos 9 y 10. Posteriormente, 7 días después (26/12/2017) la captura de brocas adultas ascendió ligeramente a 9,83 brocas adultas capturadas/semana. En todo el mes de enero de 2018 la captura más alta fue la tercera semana (15/01/2018) con 14,16 brocas adultas capturadas/semana y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 19,16 °C, radiación de 126,74 w/m², humedad de 93,14 % y precipitación de 29,63 mm (Gráficos 9 y 10); y el último registro (29/01/2018) fue de 9,83 brocas adultas capturadas/semana.

Tabla 12

Capturas de brocas adultas en relación a los factores climáticos (temperatura, humedad, precipitación y radiación) variedad caturra, en el fundo Santa Martha- Alto Entaz-Villa Rica- Oxapampa-Pasco

Mes	Fecha de evaluación	Media obtenida de 6 trampas	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Radiación (w/m ²)
OCT	23/10/2017	13,66	19,56	87,59	24,60	179,31
	30/10/2017	26,5	19,77	88,02	12,13	167,76
NOV	06/11/2017	19	19,81	91,28	24,10	139,18
	13/11/2017	27,33	20,51	89,26	4,23	149,20
	20/11/2017	11	21,24	85,47	1,73	173,80
	27/11/2017	12,83	20,41	90,10	24,63	152,21
DIC	04/12/2017	11,33	20,31	89,71	24,73	163,11
	11/12/2017	12,5	21,00	85,83	19,93	192,67
	18/12/2017	8,83	20,11	90,69	23,23	144,31
	26/12/2017	9,83	19,77	92,10	53,13	152,44
EN	08/01/2018	12	19,37	94,66	35,03	115,36
	15/01/2018	14,16	19,16	93,14	29,63	126,74
	22/01/2018	11,33	21,20	92,08	21,07	162,94
	29/01/2018	9,83	22,10	90,81	12,80	149,49

Gráfico 9

Captura de brocas adultas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Martha

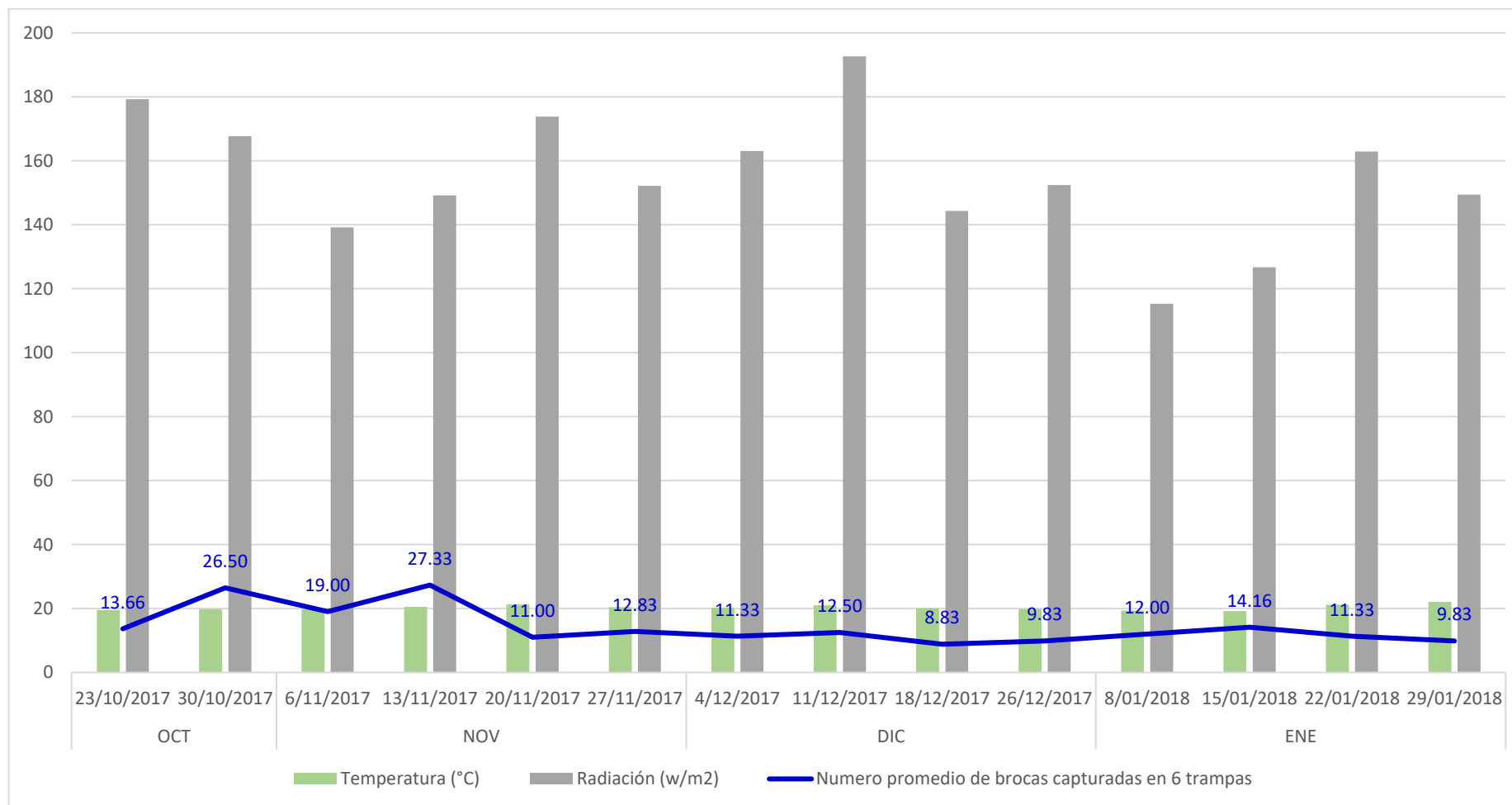
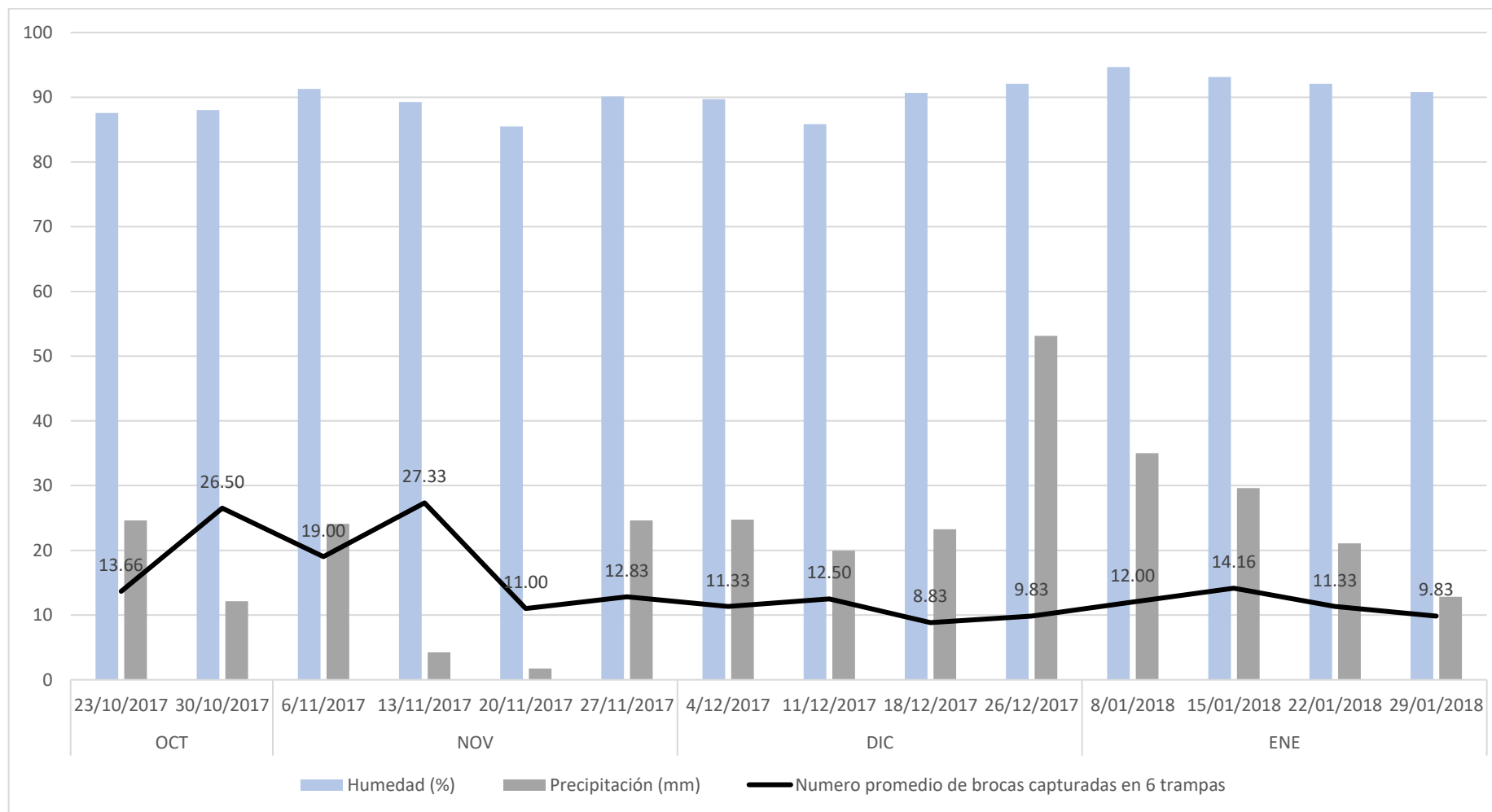


Gráfico 10

Captura de brocas adultas en relación a la humedad y la precipitación en el fundo Santa Martha



B. Fundo Santa Josefa, captura de adultos en relación a los factores climáticos

Se inició las evaluaciones el 25/10/2017 en época de llenado de fruto registrando los siguientes factores climáticos que fueron: temperatura de 20,6 °C, radiación de 144,8 w/m², humedad de 88,6 % y precipitación de 0 mm, con 13,33 brocas adultas capturadas/semana (en las 6 trampas en total) (Tabla 13) cómo se puede apreciar en los Gráficos 11 y 12, pasado 12 días después (06/11/2017) de la primera evaluación se observó la siguientes condiciones climáticas registraron que fueron de temperatura de 20,8 °C, radiación de 172,5 w/m², humedad de 85,2 %, y precipitación de 3 mm (Tabla 13) encontrándose la más alta captura de brocas con 28,16 (en las 6 trampas en total) cómo se puede observar en los Gráficos 11 y 12. Luego de 42 días (18/12/2017) las condiciones climáticas fueron: temperatura de 22,2 °C, radiación de 224,1 w/m², humedad de 86,7 % y precipitación de 8,20 mm (Tabla 13) registrándose la menor captura de brocas adultas con 9,5 (en las 6 trampas en total) cómo se puede observar en los Gráficos 11 y 12. En la segunda semana de enero 2018 (08/01/2018) la captura de brocas adultas registró 13,16 (en las 6 trampas en total-Tabla 13) y las condiciones climáticas que se registraron fueron: temperatura de 18,3 °C, radiación de 69,7 w/m², humedad de 99,50 % y precipitación de 12,20 m, cómo se puede observar en los Gráficos 11 y 12 y la menor captura de brocas fue de 9,33 (en las 6 trampas en total- Tabla 13) y las condiciones climáticas que se dieron fueron de temperatura de 21,3 °C, radiación de 136,9 w/m², humedad de 92,4 % y precipitación de 0,10 mm, cómo se puede observar en los

Gráficos 11 y 12; y el último registro (29/01/2018) fue de 9,33 brocas adultas capturadas/semana (Tabla 13).

Tabla 13

Capturas de brocas adultas en relación a los factores climáticos (temperatura, humedad, precipitación y radiación) variedad caturra, fundo Santa Josefa-Palomar-San Luis de Shuaro-Chanchamayo-Junín

Mes	Fecha de evaluación	Media obtenida de 6trampas	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Radiación (w/m ²)
OCT	25/10/2017	13,33	20,6	88,6	0,00	144,8
	30/10/2017	12,5	20,7	86,7	0,00	201,9
NOV	06/11/2017	28,16	20,8	85,2	3,00	172,5
	13/11/2017	21,16	20,3	89,5	75,10	161,9
	20/11/2017	22,16	20,5	88,6	1,40	169
	27/11/2017	14,83	22,6	82,9	0,00	205,1
	04/12/2017	13,5	19,4	95,2	1,40	92,4
DIC	11/12/2017	9,66	19,9	95,4	16,40	68,4
	18/12/2017	9,5	22,2	86,7	8,20	224,1
	26/12/2017	10	19,8	97,1	20,00	72,4
EN	08/01/2018	13,16	18,3	99,5	12,20	69,7
	15/01/2018	23	18,9	94,5	16,50	136,9
	22/01/2018	12,16	18,9	97,5	2,60	104,8
	29/01/2018	9,33	21,3	92,4	0,10	136,9

Gráfico 11

Captura de brocas adultas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Josefa

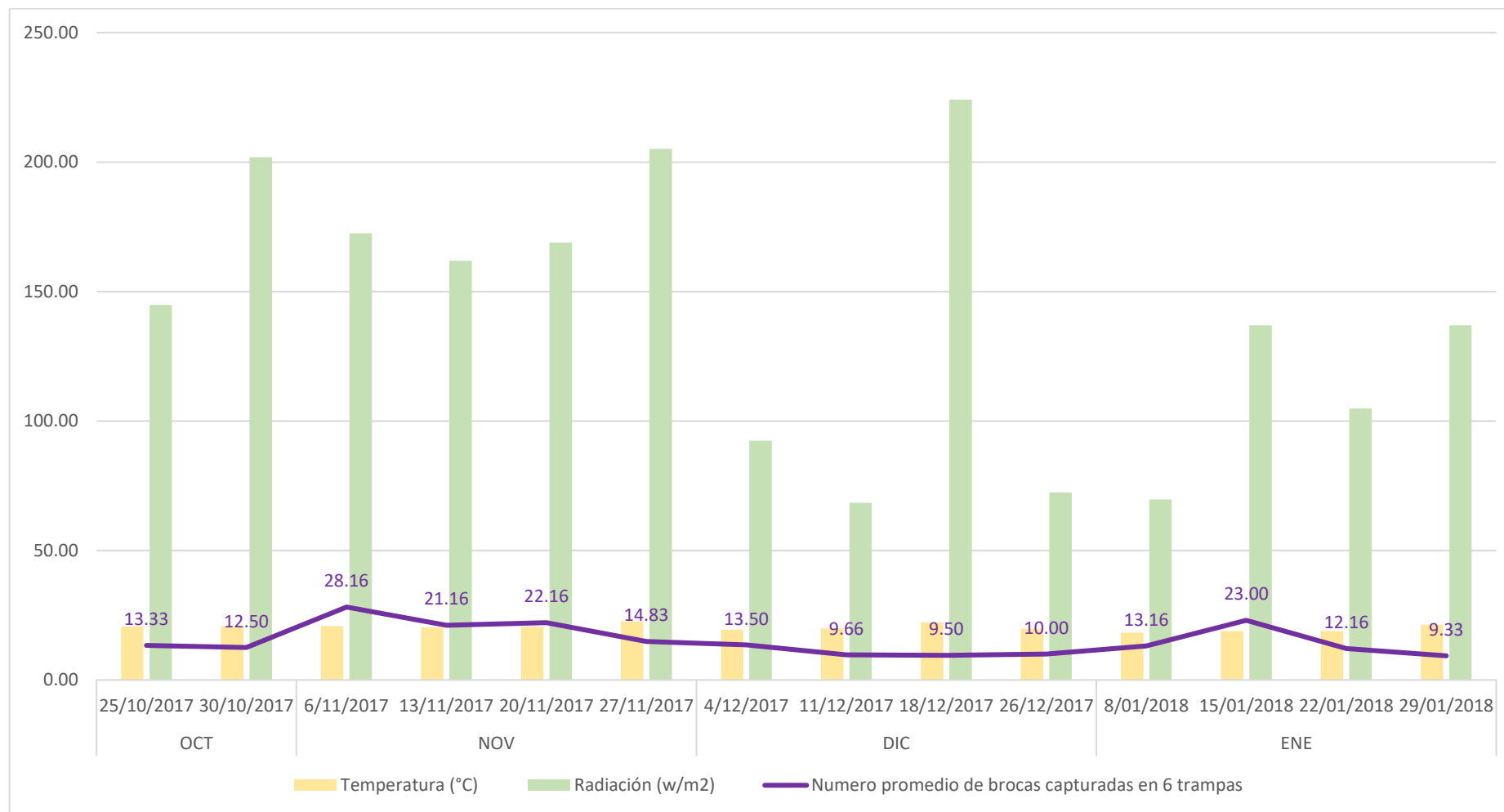
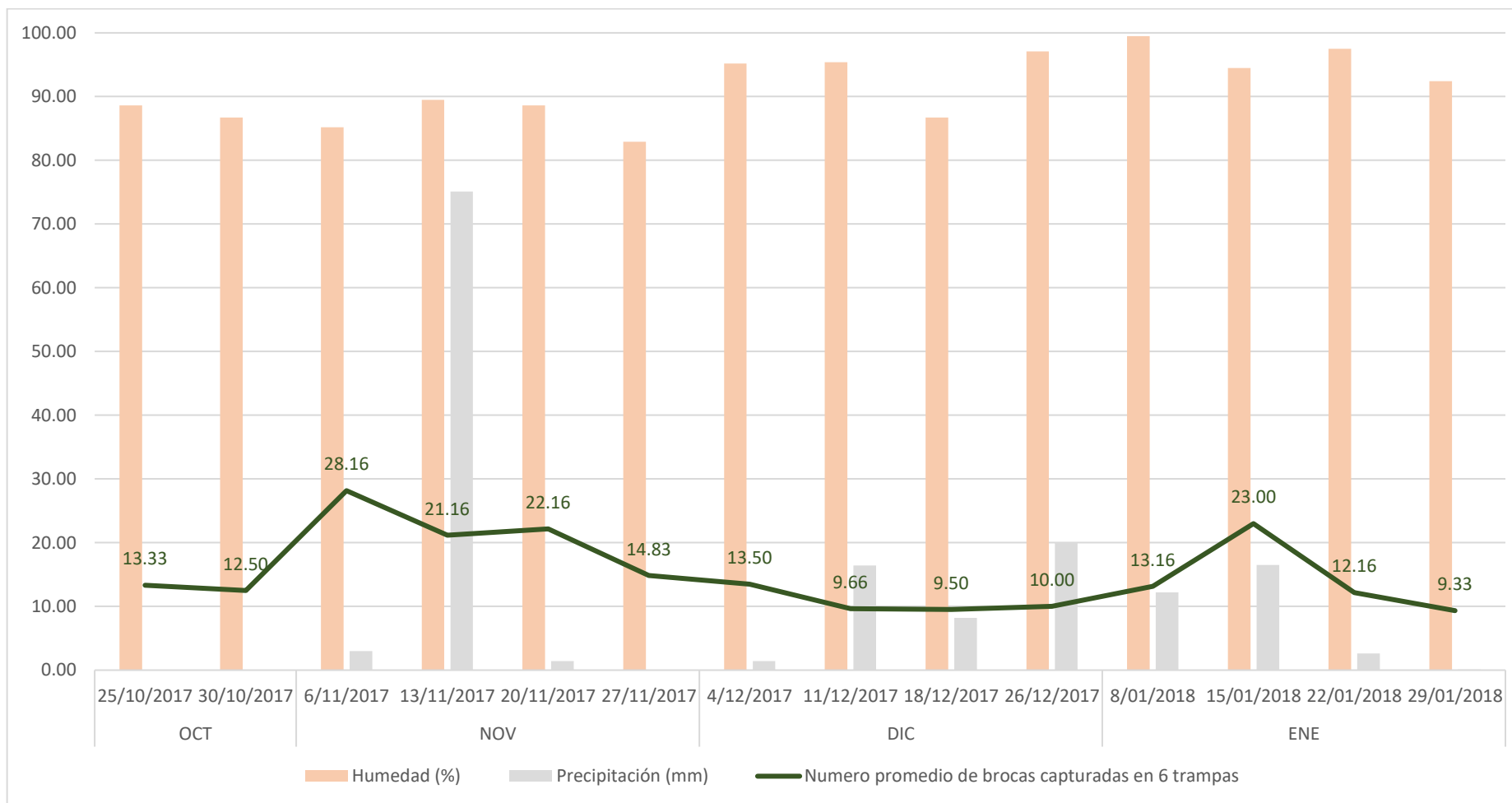


Gráfico 12

Captura de brocas adultas en relación a la humedad y la precipitación en el fundo Santa Josefa



C. Número de hojas minadas y % de infestación de minador en café variedad catimor en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

Desde el inicio de las evaluaciones el 23/05/2017 hasta el término de éstas el 09/04/2018 en los fundos Santa Martha y Santa Josefa se registraron las más altas infestaciones con 53 y 57 hojas, a los 62 y 41 días después de la primera evaluación, respectivamente (Tabla 14).

En el fundo Santa Martha, las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 18,37 °C, humedad relativa de 84,61 %, precipitación de 5,17 mm y radiación de 138,56 w/s (Anexo 15) encontrándose los más altos número de hojas minadas y el porcentaje de infestación a los 62 días después de la primera evaluación, con 53 hojas minadas y 53 % respectivamente.

Asimismo, en el fundo Santa Josefa, las condiciones climáticas registradas fueron temperatura de 19,09 °C, humedad de 86.03%, precipitación de 0,1 mm y radiación de 143,20 w/s (Anexo 16), observándose el más alto número de hojas minadas y el porcentaje de infestación a los 41 días de la primera evaluación con 57 hojas minadas y 57 % respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14

Número de hojas minadas y porcentaje de infestación en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

Mes	Semana	N° de hojas minadas	% Infestación	N° hojas minadas	% Infestación
		Santa Martha	Santa Martha	Santa Josefa	Santa Josefa
MAY	23/05/2017	32	32	38	38
	29/05/2017	34	34	40	40
JUN	05/06/2017	31	31	39	39
	12/06/2017	35	35	42	42
	19/06/2017	37	37	40	40
	26/06/2017	39	39	53	53
JUL	03/07/2017	43	43	57	57
	10/07/2017	46	46	56	56
	17/07/2017	51	51	54	54
	24/07/2017	53	53	50	50
	31/07/2017	49	50	51	51
AGO	07/08/2017	48	51	51	51
	14/08/2017	50	50	52	52
	21/08/2017	49	49	49	49
	28/08/2017	47	47	50	50
SET	04/09/2017	49	49	47	47
	11/09/2017	23	23	25	25
	18/09/2017	31	31	22	22
	25/09/2017	27	27	26	26
OCT	02/10/2017	31	31	28	28
	09/10/2017	34	34	31	31
	16/10/2017	36	36	33	33
	23/10/2017	19	19	17	17
	30/10/2017	21	21	22	22
NOV	06/11/2017	24	24	26	26
	13/11/2017	27	27	29	29
	20/11/2017	28	28	29	29

D. Número de hojas minadas y % de infestación de minador, en café fundo Santa Martha con relación a los factores climáticos

En plena cosecha (23/05/2017), el número de hojas minadas fue 32 con un porcentaje de infestación de 32 % y los factores climáticos registrados fueron: temperatura de 19,03 °C, humedad de 94,19 %, humedad de hoja 3,86 /hora, precipitación de 2,7 mm y radiación de 107,40 w/m²; luego de 62 días (24/07/2017), el número de hojas

minadas se incrementó a 53 con 53 % de infestación (Gráficos 13 y 14, Anexo 15), siendo estos sus más altos registros y los factores climáticos fueron: temperatura de 18,37 °C, radiación de 138,56 w/m², humedad de 84,61 %, humedad de hoja de 3,99 /horas y precipitación de 5,17 mm (Gráficos 13 y 14, Anexo 15); más tarde, 7 días después (31/07/2017) el número de hojas minadas desciende a 49 con 49 % de infestación. Luego, 42 días después (11/09/2017) descendió hasta 23 con 23 % de infestación a causa de la poda sistemática y de selección (Gráficos 13 y 14, Anexo 15). Siete días después, del 18/09/2017 hasta el 16/10/2017 se apreció un ligero incremento de 31 a 36 hojas minadas con un porcentaje de infestación de 31 % a 36 % (Anexo 15), luego después de 7 días (23/10/2017) desciende a 19 hojas minadas con 19 % de infestación debido al control químico que se realizó (Gráficos 13 y 14, Anexo 15).

Desde el 30/10/2017 hasta el 26/02/2018, el número de hojas minadas y el porcentaje de infestación se mantuvo con un mínimo de 21 % hasta un máximo de 31 % (Anexo 15), debido a que en este tiempo las lluvias son más frecuentes y el minador es arrastrado por este fenómeno natural que hace imposible realizar su desarrollo y sobre todo a que las hojas nuevas de café recién están tiernas a causa de las podas que se hicieron. Luego de 7 días (05/03/2018) el número de hojas minadas desciende a 30 con un 30 % de infestación (Anexo 15); 7 días después, hasta el final de las evaluaciones, el número de hojas minadas y el porcentaje de infestación se mantiene con un mínimo de 31 y un máximo de 35 (Gráficos 13 y 14, Anexo 15).

Gráfico 13

Número de hojas minadas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Martha

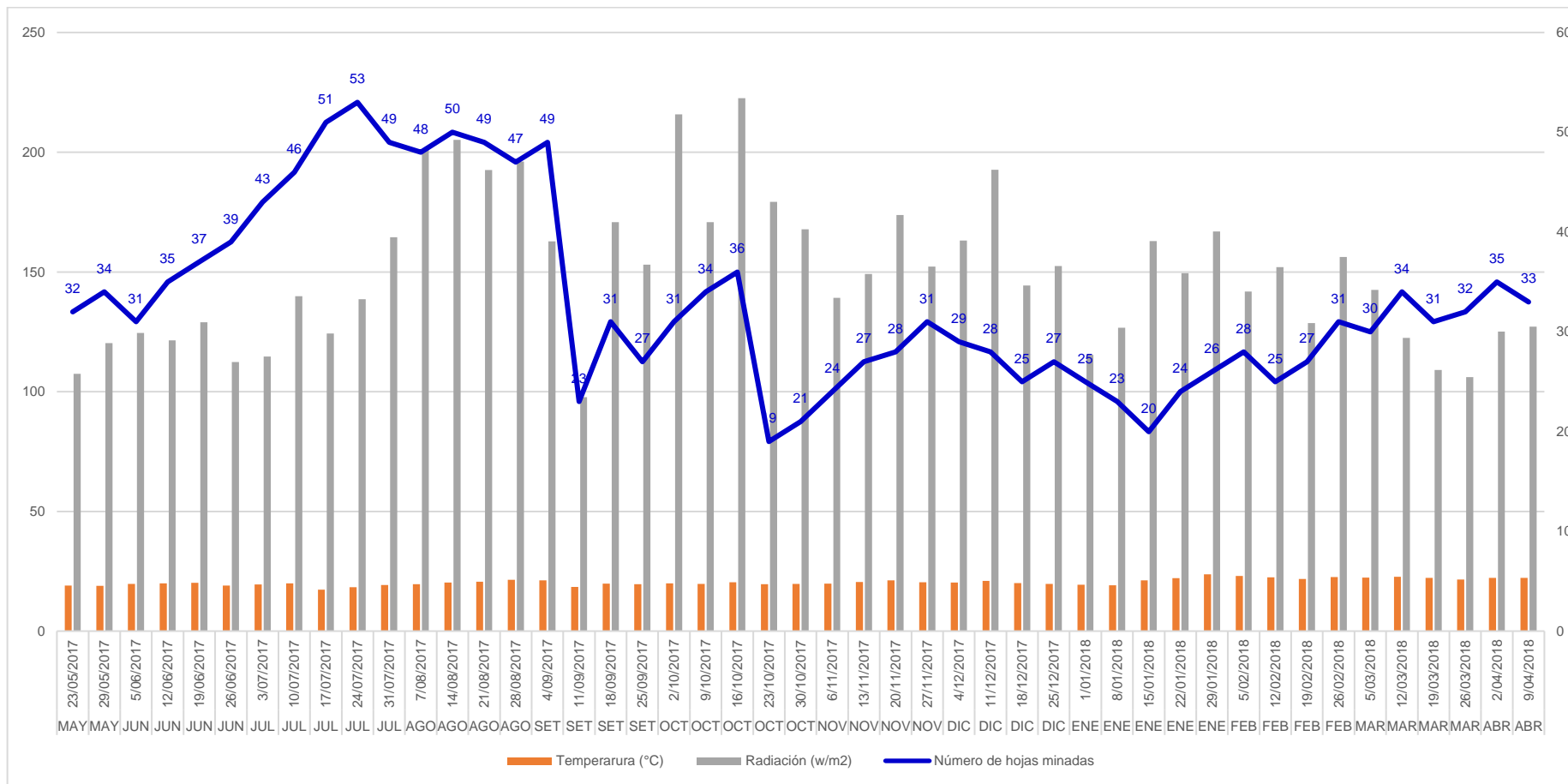
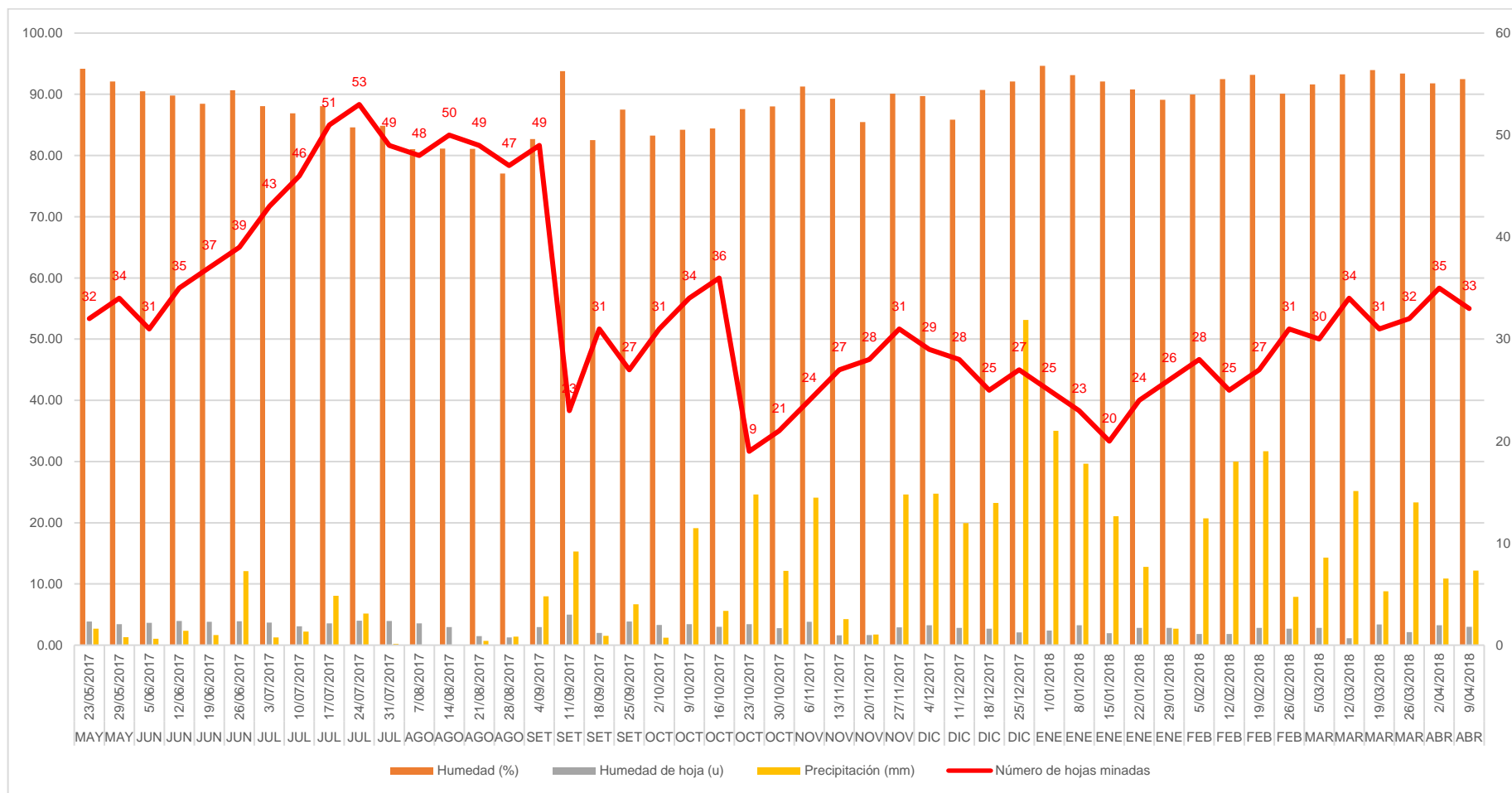


Gráfico 14

Número de hojas minadas en relación a la humedad, humedad de hoja y la precipitación en el fundo Santa Martha



E. Número de hojas minadas y % de infestación de minador, en café fundo Santa Josefa con relación a los factores climáticos

En plena cosecha (23/05/2017), el número de hojas minadas se inicia con 38 y el porcentaje de infestación fue 38 y los factores climáticos registrados fueron temperatura de 20,6 °C, humedad de 92,51 %, humedad de hoja 5/hora, precipitación de 7,4 mm y radiación de 135,69 w/m² (Gráficos 15 y 16, Anexo 16), luego de 7 días (29/05/2017) de la primera evaluación el número de hojas minadas incrementa a 40 con un 40 % de infestación; pasado 35 días después (03/07/2017) el número de hojas minadas y el porcentaje de infestación incrementa a 57 % (Anexo 16) siendo este su más alto registro y los factores climáticos fueron temperatura de 19,09 °C, radiación de 143,20 w/m², humedad de 86,03 %, humedad de hoja de 5,29/hora y precipitación de 0,1 mm (Gráficos 15 y 16, Anexo 16). Desde el 10/07/2017 hasta el 04/09/2017, el número de hojas y el porcentaje de infestación no descendía de 47 como mínimo hasta 54 como máximo, sin embargo 7 días después (11/09/2017) descendió hasta 25 hojas minadas con un 25 % de infestación a causa de la poda sistemática y de selección cómo se puede observar en los Gráficos 15 y 16. Luego 7 días después (18/09/2017) hasta el 16/10/2017, se aprecia un incrementó de 22 a 33 hojas minadas con un porcentaje de infestación de 22 a 33 %, para otra vez descender 7 días después (23/10/2017) de la última vez a 17 hojas minada y 17 % de infestación, debido al control químico que se realizó (Gráficos 15 y 16).

Desde el 30/10/2017 hasta 04/12/2017, el número de hojas y el porcentaje de infestación se mantuvieron, con un mínimo de 22 hasta un máximo de 33, esto se debería a que en este tiempo las lluvias son

más frecuentes y el minador es arrastrado por este fenómeno que hace imposible realizar su desarrollo. Y 7 días después (11/12/2017) de la anterior evaluación el número de hojas minadas desciende a 29 con un porcentaje de infestación de 29. Y 7 días después (18/12/2017) hasta el término de las evaluaciones (09/04/2018) el número de hojas minadas y el porcentaje de infestación se mantiene con un mínimo de 32 % y un máximo de 38 % (Gráficos 15 y 16, Anexo 16).

Gráfico 15

Número de hojas minadas en relación a la temperatura y la radiación en el fundo Santa Josefa

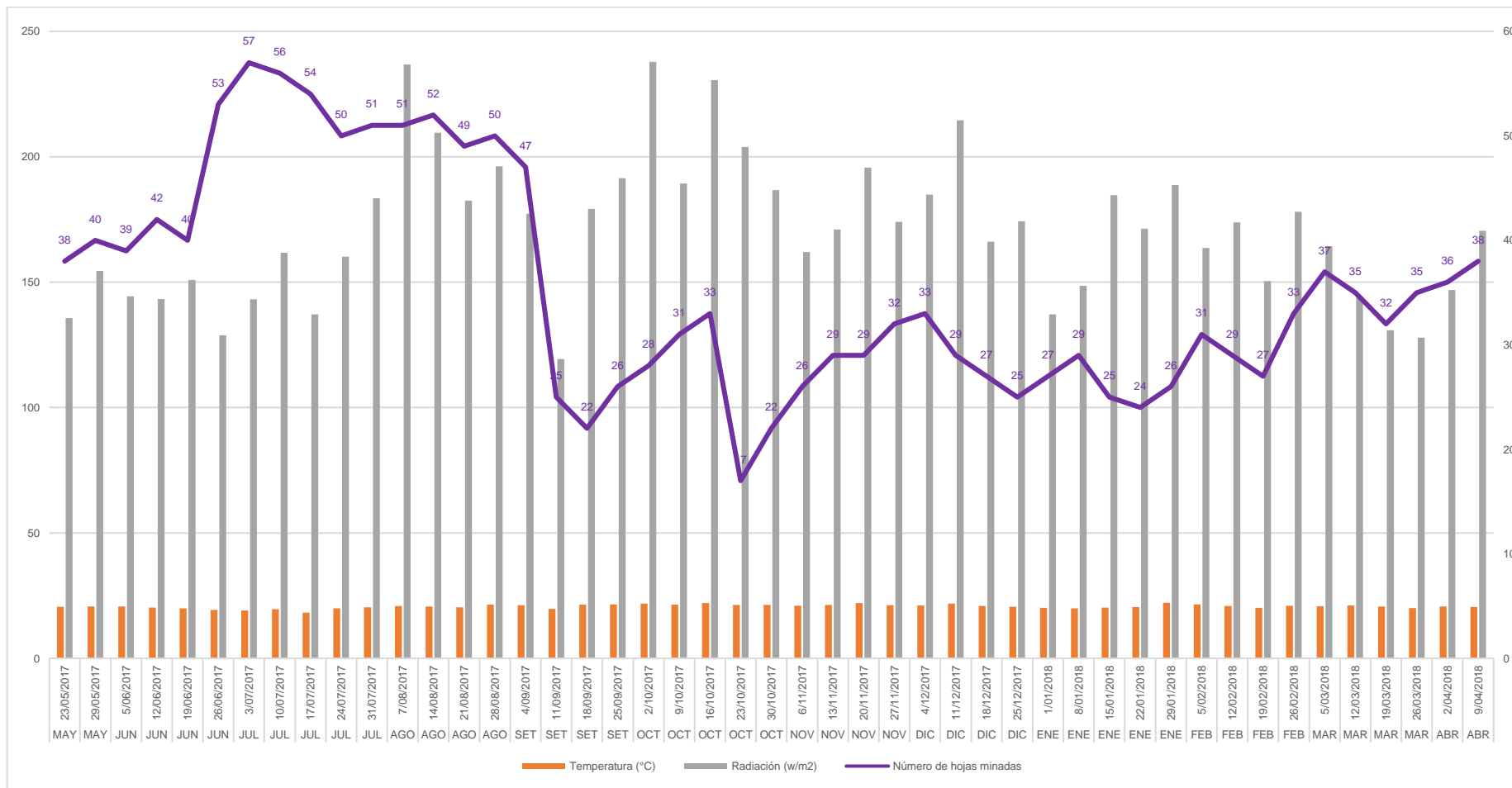
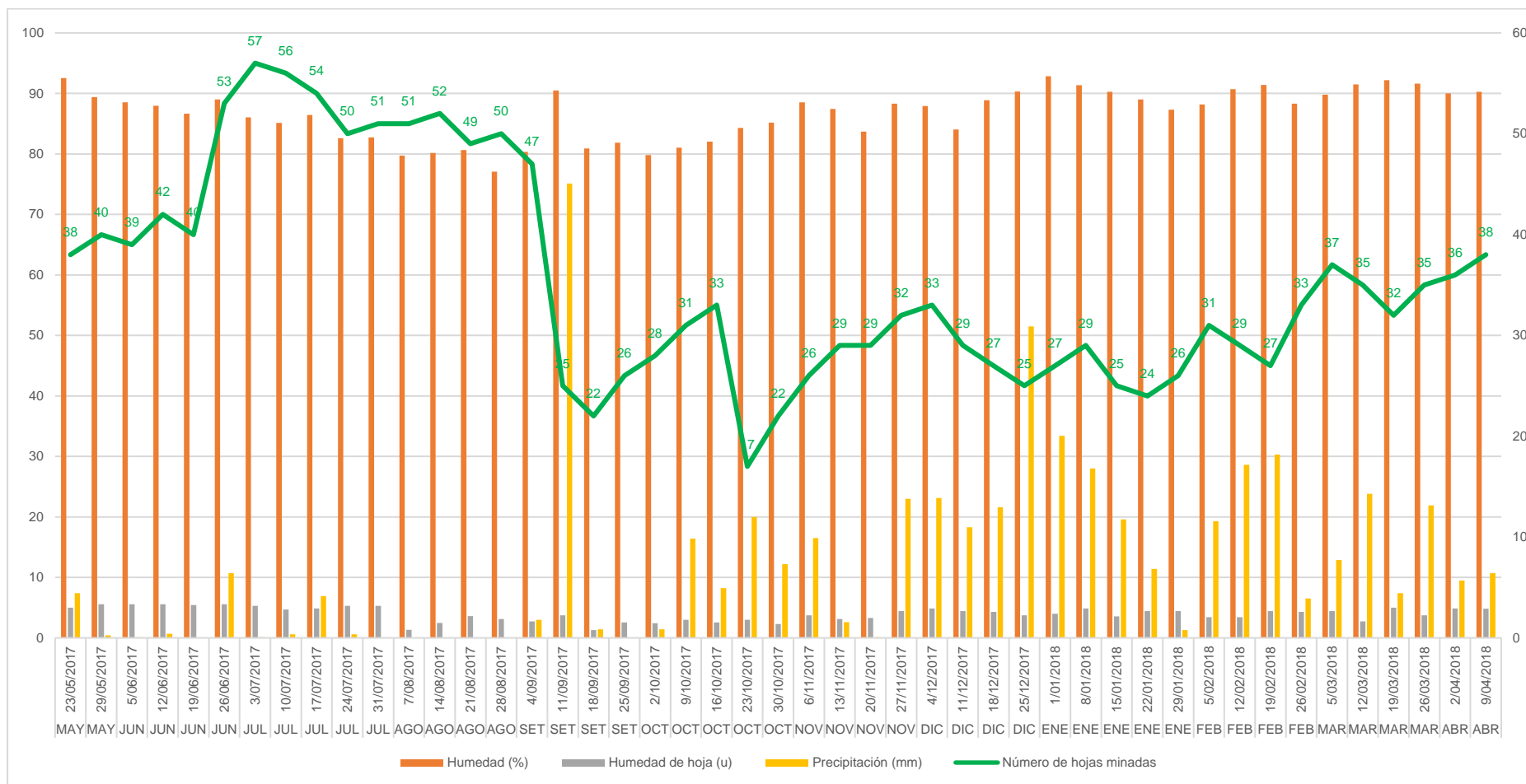


Gráfico 16

Número de hojas minadas en relación a la humedad, humedad de hoja y la precipitación en el fundo Santa Josefa



F. Correlación de infestación y los factores climáticos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

En el fundo Santa Martha los factores climáticos no correlacionan con la infestación de minador, siendo los coeficientes de correlación de infestación con temperatura de 0,0624; humedad relativa de 0,1409; humedad de hoja 0,0281; precipitación de 0,240 y radiación de 0,3021 (Tabla 15).

En el fundo Santa Josefa los factores climáticos tampoco correlacionan con la infestación de minador, siendo los coeficientes de correlación de infestación con temperatura de 0,2575; humedad relativa de 0,1409; humedad de hoja 0,077; precipitación de 0,240 y radiación de 0,0051 (Tabla 15).

En conclusión, no existe correlación o es muy baja entre la infestación por broca y los factores climáticos en ambos fundos, ya que ninguna variable se acerca a 1. Se observó que la infestación no es afectada directamente por los factores climáticos probablemente porque el rango de variación de estos factores este dentro de los requerimientos del minador, sin embargo, existen otros condicionantes para el incremento de minador como la presencia o ausencia de alimento.

Tabla 15

Correlación lineal de infestación de minador entre los factores climáticos

Infestación vs Clima	Correlación Lineal (Santa Martha)	Correlación Lineal (Santa Josefa)
Temperatura	$R^2 = 0,0624$	$R^2 = 0,2575$
Humedad	$R^2 = 0,3808$	$R^2 = 0,1409$
Humedad de hoja	$R^2 = 0,0281$	$R^2 = 0,0773$
Precipitación	$R^2 = 0,3021$	$R^2 = 0,2405$
Radiación	$R^2 = 0,0591$	$R^2 = 0,0051$

Nota: Si se acercara cualquier factor climático estudiado a 1, indicaría que ese factor es determinante para el desarrollo biológico del minador, para lo cual se debería tomar medidas de precaución contra esta plaga.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Número de granos brocados, % de infestación, posición de ingreso y estado biológico de la broca, en café de los fundos Santa Martha y Santa Josefa

En la presente investigación, en el fundo Santa Martha el más alto número de granos brocados fue de 145 con temperatura de 17,6 ° C y humedad de 89,3 % y en el fundo Santa Josefa el más alto número de granos brocados fue menor que el de Santa Martha con 142 granos a una temperatura de 19,34 ° C y humedad de 89 %, aunque la diferencia es mínima; estos resultados son considerados altos en las zonas de evaluación, probablemente favorecidos por las condiciones climáticas ligeramente bajas a los que menciona Bustillo (2006) que en una investigación realizada en café, la emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades altas entre 90-100 % y a temperaturas entre 20- 25°C.

Los resultados de la presente investigación fue que en el fundo Santa Martha el número de granos brocados más alta fue de 145 con temperatura de 17,6 ° C y precipitación de 0 mm (en el mes de julio-época seca) siendo la temperatura y la precipitación favorable para el alto número de granos brocados hallados; y en el fundo Santa Josefa, el número de granos brocados más alta fue de 142 siendo menor que Santa Martha con temperatura de 19,34 ° C y precipitación de 10,7 mm, observando que sólo la temperatura fue la más favorable para el alto registro de número de granos brocados, aunque la diferencia es muy ligera, los resultados son altos en estas zonas, siendo probable que hayan sido favorecidos por las condiciones climáticas ligeramente bajas mencionadas por Montes et al. (2012), que en una investigación de café la infestación e incidencia de broca en el departamento de Cauca (Colombia), observaron que la infestación se incrementó en periodos prolongados de sequía, tal relación se presentó entre junio y setiembre, cuando la infestación de la plaga

incrementó de 3,6% a 5,2% y la temperatura promedio aumentó de 18,8°C a 19,4°C con presencia de bajas precipitaciones 68,5 mm - 47,9 mm.

En la investigación realizada en los fundos ya mencionados, se observó la más alta infestación que se presentó 42 días después de la primera evaluación con 72,5 % en Santa Martha y 21 días después de la primera evaluación con 71 % en Santa Josefa, que probablemente se vio favorecido por las condiciones climáticas y al alimento que tuvo la broca en ese momento lo que reporta, por lo cual la infestación de broca fue alto y aún más alto de lo que reporta Montoya (1999), donde en una investigación en café evaluó mensualmente el porcentaje de infestación en *H. hampei* en dos lugares Chinchiná y Caldas-Colombia, en 198 árboles de café, en veinte ramas al azar; determinó que la máxima proporción de frutos perforados por la broca, se dio en el mes de octubre, con un nivel del 28,77% y en el período julio-agosto, la infestación estuvo entre el 15,1 % y 20 %. Asimismo, en esta investigación los resultados de infestación son más altas, la cual se debió por los factores climáticos en las zonas donde se realizaron las evaluaciones en la variedad caturra, siendo aún más altas que los resultados de Herrera (1976) y Chacmani (2009), en el distrito de Alomías Robles en Tingo María y en Huánuco, determinaron que la infestación de broca fue de 23 % en la variedad Typica y 18,6 % en la variedad caturra respectivamente.

Los resultados obtenidos en esta investigación indicaron que la infestación de broca se dio en niveles muy altos con un 72,5 % a temperatura de 17,6 °C y 71 % con temperatura de 19,34 °C, en los fundos Santa Martha y Santa Josefa a una altitud de 1 475 m.s.n.m. y 1 231 m.s.n.m. respectivamente, siendo un ataque bastante considerado en estas zonas de investigación a pesar de que fue ligeramente mayor el ataque de broca a una altitud mayor de lo que indica Constantino (2017) lo cual indica, que existe una relación entre la dinámica de infestación de la broca y la altitud, siendo mayor el

desarrollo del insecto en localidades bajas, por debajo de 1 200 m.s.n.m. con temperaturas superiores a 21 °C, y el desarrollo es menor en sitios por encima de 1 600 m.s.n.m., con temperaturas medias por debajo de 19 °C.

4.2.2. Posición de ingreso de la broca dentro del en relación a los factores climáticos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

Los resultados registrados en los dos lugares de investigación (Fundo Santa Martha y Santa Josefa), fueron las cuatro posiciones de ingreso de la broca (A, B, C y D), siendo la posición de ingreso D la más registrada en las campañas 2017 y 2018 con 133 y 105 días respectivamente, a pesar de que se hicieron labores culturales (recojo de granos en el suelo) y biológicos (*B. bassiana*), en las parcelas de investigación. Los resultados obtenidos de posiciones de ingreso de broca al grano de café son más de lo que reporta Benavides et al. (2013), que observó la posición de la broca en el grano sólo en "A" y en "B", en tres fincas del departamento de Caldas (Colombia) que investigó por dos años, eso se debió a que los controles fueron preventivos.

En esta investigación se encontraron que en el fundo Santa Martha los más altos registros de etapas biológicas de broca fueron 85 huevos con temperatura 20,5 °C; 78 larvas con temperatura de 21,1 °C ; 76 prepupas con temperatura de 19,8 °C ; 96 pupas con temperatura de 21,5 °C y 94 adultos con temperatura de 21,5 °C y en el fundo Santa Josefa los más altos registros de etapas biológicas de broca fueron 97 huevos a temperatura 20,2 °C; 81 larvas a temperatura de 19,34 °C ; 60 prepupas a temperatura de 19,34 °C; 96 pupas a temperatura de 20,3 °C y 90 adultos a temperatura de 20,3 °C. A pesar que posiblemente la temperatura contribuyó al desarrollo de los estados biológicos ya que se acercan a las temperaturas indicadas por Bustillo (2006) la cual menciona que, en una investigación de café realizada en Colombia, afirma que las temperaturas ideales para las etapas biológicas de broca son: huevo y larva a 23 °C, la etapa de prepupa y pupa a 25,8 °C y adulto a 24,5 °C.

4.2.3. Captura de brocas adultas en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

Los resultados que se obtuvieron en la investigación en los fundos Santa Martha y Santa Josefa fue de 27,33 y 28,16 adultos/semana en un cuarto de hectárea (6 trampas), la cual prueba la eficacia de las trampas y de la mezcla que se utilizó y que es corroborado por Fernández y Cordero (2005) en Venezuela, que evaluó la captura de brocas adultas semanalmente, con la mezcla de etanol + metanol + esencia de café en la proporción 3:1, teniendo como resultado una captura de 205,75 adultos/semana en 2 hectáreas de café (50 trampas). Asimismo se puede apreciar que los atrayentes utilizados en la investigación fueron muy eficaces y de gran ayuda para reducir la población de broca en campo tal como lo menciona Moreno et al. (2010), realizaron una investigación de atrayentes para la captura de brocas hembras con trampas artesanales, con la mezcla alcohol metílico + alcohol etílico (caña de azúcar) en una proporción 3:1, desarrollado en la provincia de Pinar del Río, en el occidente de Cuba, colocando 6 trampas en un área de dos hectáreas, en diciembre de 2002 hasta abril de 2003, teniendo como resultado el mayor valor de captura (205,75 adultos/semana), lo que confirma su eficacia en la atracción de hembras adultas de *H. hampei*.

4.2.4. Número de hojas minadas y % de infestación de minador en café en relación a los factores climáticos en los fundos Santa Martha y Santa Josefa

En la investigación presente en los fundos Santa Martha y Santa Josefa la más alta infestación se presentó la cuarta y primera semana de julio de 2017 con 53 % y 57 % de infestación respectivamente, esto debido probablemente por los factores climáticos favorables de las zonas evaluadas y por la falta de labores preventivos (cultural, etológico, químico entre otras) las cuales fueron de gran ayuda para la infestación de minador. Así como los resultados que

obtuvo Rueda et al. (2016) que evaluaron el porcentaje de infestación en minador durante los años 2013 y 2014 en Antioquia Colombia, halló que las máximas infestaciones fueron entre 9,92 y 82,72%.

Los resultados registrados en los fundos Santa Martha y Santa Josefa fueron de 53 % y 57 % de infestación respectivamente en la variedad catimor estos resultados obtenidos posiblemente se dieron por las condiciones climáticas favorables y por las escasas labores de prevención que se tuvieron en campo. Por otro lado, si se toman precauciones al enfrentar a esta plaga los resultados serán inferiores como menciona en una investigación Acuña y Betanco (2007), que evaluaron el porcentaje de infestación en minador, durante los años 2005 y 2006, en la zona norte y pacífico de Nicaragua, registro un porcentaje por encima del 10 % de incidencia durante todo el período en estudio.

En esta investigación se registró un 53 y 57 % de infestación de minador en los fundos Santa Martha y Santa Josefa, ubicado a 1 475 y 1 231 m.s.n.m. respectivamente; con temperaturas de 19,09 °C a 19,94 °C y humedades de 86,06 % a 89,79 % respectivamente y ambos lugares de investigación tenían una sombra de 20 %, posiblemente los factores climáticos, la altitud y la sombra que tenían las plantaciones fueron favorables para el desarrollo de minador en las hojas de café, así como menciona Constantino et al. (2011), en un estudio realizado sobre la infestación de minador, indica que a alturas de 1 500 a 1 700 m.s.n.m., con humedades entre el 75 % y 85 % y temperaturas entre 22 °C y 25 °C, son infestados por esta plaga, también afecta a plantaciones de café de todas las edades a plena exposición solar y bajo sombrero regulado.

CONCLUSIONES

1. El número de granos brocados y el porcentaje de infestación de broca registrado en el fundo Santa Martha fue de 145 granos y 72,5 % respectivamente y en el fundo Santa Josefa fue de 142 granos y 71 % respectivamente, en plena cosecha, siendo las variables climáticas y alimento favorables y determinantes para el desarrollo de broca en campo.
2. La posición de ingreso de la broca al grano, en su gran mayoría fue la "D", en la etapa de plena cosecha, a la 19 y 15 semana en los fundos Santa Martha y Santa Josefa respectivamente, en las campañas 2017 y 2018.
3. Los estadios encontrados en su gran mayoría fueron de huevo y adulto en Santa Martha y huevo y larva en Santa Josefa.
4. La mayor cantidad de brocas capturadas fueron a los 21 y 12 días después de la primera evaluación con promedios de 27,33 y 28,16 individuos, en los fundos Santa Martha y Santa Josefa respectivamente.
5. El mayor número de hojas minadas en el fundo Santa Martha fue de 53 el 24/07/2017 y en el fundo Santa Josefa el mayor número de hojas minadas fue de 57 el 03/07/2017.
6. En la correlación de broca y minador con respecto a los factores climáticos, no hubo correlación alguna o fue muy baja.

RECOMENDACIONES

1. Seguir realizando evaluaciones fitosanitarias en lugares donde los factores climáticos sean muy variados o cambiantes.
2. Continuar con investigaciones similares e incrementar el conocimiento de las infestaciones por estas plagas y el impacto que causan por las condiciones climáticas que se registran en la parcela de investigación, ya que teniendo informaciones solidas podremos controlar preventivamente y así mejorara la producción y productividad de este cultivo.
3. Sensibilizar mediante charlas a los agricultores de las zonas del distrito de Villa Rica, y San Luis de Shuaro, de tener una red amplia de estaciones meteorológicas con el fin de informar y saber el estado actual de las condiciones climáticas para realizar labores culturales que contrarresten el incremento de estas plagas en la parcela de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acacio Simon G. (2008). Control etológico de la broca de café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en café "catimor " instalado en tres localidades en Tingo María [Tesis, Agronomía]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/87>
- Acuña P & Betanco W. (2007). Evaluación de la incidencia natural de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) y *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua [Tesis de pregrado, producción vegetal]. Universidad Nacional Agraria. <https://acortar.link/HCxZNL>
- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). (2022). Manejo integrado de la broca (MIB). El Cafetal 1: 8-9. <https://acortar.link/X3Nd3M>
- Arcila A, Bustillo A & Chávez B. (2006). Estudio de la cepa Bb9205 aislamiento de *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. Cenicafé 5(3).
- Arcila Moreno A. (s.f.) Periodo crítico del ataque de la broca del café. Brocarta. <https://acortar.link/X7f5bY>
- Bacca T, Delgado WL, Lagos TC & Gutiérrez Y. (2021). Efecto de la altitud y del sombrío del café sobre la infestación por *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en Nariño, Colombia. Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural 25(2): 43-58. <https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.2.3>
- Benavides P, Bustillo A, Montoya E, Cárdenas E & Mejía C. (2002). Participación del control cultural, químico y biológico en el manejo de la broca del café. Revista Colombiana de Entomología 28(2): 161-165. <http://dx.doi.org/10.25100/socolen.v28i2.9642>
- Benavides P, Gil-Palacio Z, Constantino LM, Villegas C & Giraldo-Jaramillo M. (2013). Plagas del café: broca, minador, cochinillas harinosas, arañita roja y monalónion. En Manual del cafetero colombiano (pp. 215-260). Cenicafé 2.

- Bustillo AE & Posada FJ. (2002). Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. *Neotropical Entomology* 31 (4): 635-639. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000400018>
- Bustillo AE. (2006). Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 32(2): 101-116. <https://acortar.link/DFnRIN>
- Cárdenas M, Marcano Brito RV, Giraldo H & Aquino A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. *Entomotropica*. Vol. 22(2): 49-55. <https://acortar.link/kYNGEZ>
- Cárdenas Severo I. (2007). Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4589>
- Catalán W. (2012). Asistencia técnica dirigida en manejo integrado de plagas en el cultivo de café. Agrobanco. <https://acortar.link/hHUf9u>
- CEPICAFE (Central Piurana de Cafetaleros). (2010). Manejo fitosanitario en el cultivo de café. <https://acortar.link/YT1hzZ>
- Chacmani Rimachi W. (2009). Atractabilidad de tres variedades de café arabico al ataque de la "broca del café" (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en el distrito de Hermilio Valdizán - La Divisoria. [Tesis, Agronomía]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://acortar.link/7eydOY>
- CIIA (Centro Internacional de Investigación Agroforestal). (2017). Guía técnica de caficultura sostenible adaptada a cambio climático (1.^a ed.). <https://acortar.link/B5TSdb>
- Constantino LM, Flórez JC, Benavides P & Bacca RTL. (2011). Minador de las hojas del cafeto: una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Avances Técnicos Cenicafé* 409: 1-12. <https://doi.org/10.38141/10779/0409>

- Constantino LM, Gil ZN, Jaramillo A, Benavides P & Bustillo AE. (2014). Efecto del cambio y la variabilidad climática en la dinámica de infestación de la broca del café *Hypothenemus hampei* en la zona central cafetera de Colombia. Memorias 38 Congreso Sociedad Colombiana de Entomología: 106-121. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4683.9205>
- Constantino LM. (2017). La broca del café, un insecto que se desarrolla de acuerdo con la temperatura y la altitud. Brocarta 39. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21885.15844>
- CLA (CropLife Latin America). (2017). Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos. <https://acortar.link/1tY5q3>
- David G, Constantino LM, Montoya EC, Ortega OE, Gil ZN & Benavides P. (2014). Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. Revista Colombiana de Entomología 42(1): 4-11. <https://acortar.link/BDRCRD>
- EC (Ecos el Café). (2017). La broca insecto dañino del fruto del cafeto. <https://acortar.link/9HLIla>
- Fernández S & Cordero J. (2005). Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Bioagro 17(3): 143-148. <https://acortar.link/xoFruD>
- Garza E. (2001). El minador de la hoja *Liriomiza* spp y su manejo en la planicie huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://acortar.link/accd5j>
- Herrera L. (1976). Efecto del aldicarb, carbaryl, sevidan, endosulfan y BHC en el control de *Hypothenemus hampei* (Ferr). [Tesis, Agronomía]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2018). Tecnología del café. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/753>

- Mendoza J. (1995). El minador de la hoja del café (*Perileuoptera coffeella*), y su control. Boletín Divulgativo 247: 3-6. <https://acortar.link/OhIG2T>
- Montes C, Armando O & Amílcar R. (2012). Infestación e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en cultivo de café del departamento del Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 10(1): 98-108. <https://acortar.link/yRcY3S>
- Montoya E. (1999). Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. Centro Internacional de Investigaciones del Café. 50(4): 245-258. <https://acortar.link/wcDCG9>
- Moreno D, Álvarez A, Vázquez L & Alfonso J. (2010). Evaluación de atrayentes para la captura de hembras adultas de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con trampas artesanales. Fitosanidad. 14(3): 177-180. <https://acortar.link/t8KCKt>
- Ramírez D. & García F. (2021). Manejo del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) en el cultivo de café en Costa Rica. Agronomía Costarricense 45(2): 143-153. <https://acortar.link/p8fdWv>
- Rueda D, Constantino L, Montoya C, Ortega O, Gil Z & Benavides P. (2016). Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. Revista Colombiana de Entomología 42(1): 4-11. <https://acortar.link/SgXs6J>
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). (2006). Manual de procedimientos para la inspección fitosanitaria de predios seleccionados. Sub Dirección de Análisis de Riesgo y Vigilancia Fitosanitaria. <https://acortar.link/jzSuET>
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2014). Minador de la hoja de cafeto *Leucoptera coffeella* Guérin Méneville. Ficha técnica 55. <https://acortar.link/AEjSXu>

Tabares J, Villalba D, Bustillo A & Vallejo L. (2008). Eficacia de insecticidas para el control de broca del café usando diferentes equipos de aspersión. Cenicafé 59(3): 227-237. <https://acortar.link/jpTL4X>

ANEXOS

Instrumentos de Recogolección de Datos

Anexo 1. Formato N° 1 para la evaluación de capturas de brocas adultas

MES	Fecha de evaluación	N° de trampa y brocas caídas - Fundo					
		1	2	3	4	5	6

Anexo 2. Recolección de brocas capturadas



Anexo 3. Insumos para la preparación de *Beauveria bassiana*



Anexo 4. Insumos para la preparación de trampas caseras



Anexo 5. Colocación de trampas caseras



Anexo 7. Formato N° 3 para infestación de broca y minador

Unidad Básica de Gestión de Manejo Integrado de Plagas del Cafeto Formato: Evaluación de Plagas de Campo

Fecha de evaluación (D/M/A):		N° de Ficha de Evaluación*											
Apellido del Productor		Nombre del predio											
Nombres del Productor		Código de lugar de producción (predio)											
Documento de Identidad													
Tipo	Número												
1 Área evaluada de café (Marcar con X)													
1/4	1/2	1	1 1/4 1 1/2 2										
2 Área total de café		3 Variedad de café (Evaluada)											
ha		años											
5 Estado fenológico (Marcar con X)		6 Nº de Floraciones (Marcar con X)											
Germinación	Floración	1	2 3 5										
Crecimiento V.	Densidad Fruto	2	4										
Letargizado	Maduración												
7 Tipo de sombra (Marcar con X)		8 Porcentaje de sombra (Marcar con X)											
Sombra Natural	Guaba	20%	40% 60%										
Sombra Instalada	Otro	60%											
9 Distanciamiento del café (sombra) (Marcar con X)		10 Rendimiento café pergamino (qq/ha)											
1 x 1 mt.	2 x 1.5 mt.	2 x 1 mt.											
2 x 2 mt.	Otro	wt.											
11 Estado del tiempo durante evaluación (Marcar con X)		12 Dosis de fertilizantes											
Despejado	Nublado	N	13 Microclimáticos (Marcar con X)										
Alubilidad dispersa	Lluvias mediana intensidad	F	SI										
Alubilidad parcial	Lluvias de fuerte intensidad	E	NO										
14 Tipo de suelo (Marcar con X)		15 Tipo de producción (Marcar con X)											
Ácido	Orgánico	16 Meta programada IP (Marcar con X)											
Normal	Convencional	Vigilancia (Área sin control)											
		FOCP o ECAS (Área con control)											
17 Llene el cuadro ingresando N° de Organos afectados:													
Organos Evaluados	Plagas Evaluadas		Plantas Evaluadas										
	Nombre Científico	Nombre Común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
10 Hojas/Planta	<i>Neolecanium corni</i>	Roya											
	<i>Leucoptera coffeella</i>	Minador											
	<i>Mycena citricola</i>	Ojo de Gallo											
	<i>Cercospora coffeicola</i>	Cercospora											
20 Cevicos / Fruto / Planta	<i>Phoma costaricensis</i>	Phoma											
	<i>Hypothenemus hampei</i>	Broca											
10 Ramas / Tallos	<i>Cercospora coffeicola</i>	Cercospora											
	<i>Mycena citricola</i>	Ojo de Gallo											
Otras	<i>Pedicularis holroydi</i>	Aratero											
La plaga clave es la que presenta alta incidencia o severidad y causa daño económico al cultivo.													
18 Grado de severidad de la broca (% Área afectada) (Marcar con X)		19 Posición asiento de la broca (Marcar con X)											
Grado 0 0% Afect.	Grado 1 5% Afect.	Grado 2 20% Afect.	Grado 3 21-50%	Grado 4 >50%	Palto	Asiento A	Asiento B	Asiento C	Asiento D				
20 Recomendaciones (Reformular):													
Responsable/propietario del predio:		Tercero SINP:											
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:										
Apellido:	Apellido:	Apellido:	Apellido:										
DNI:	DNI:	DNI:	DNI:										
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:										
		Fecha:											

Posicionamiento global del área evaluada

UTM (17, 18 ó 19)

WGS - 84

Durante: Norte Este

Sistema de coordenadas: Nivel Medio del Mar

Zona geográfica: Altitud:

Anexo 8. Identificación del estado biológico de la broca



Anexo 9. Estado biológico de la broca, huevos



Anexo 10. Estado biológico de la broca, larva y huevo



Anexo 11. Estado biológico de la broca, pupa



Anexo 12. Broca (*Hypothenemus hampei*) del grano de café



Anexo 13. Número de granos brocados, posición, estados biológicos y factores climáticos en el fundo Santa Martha

Mes	Fecha de evaluación	Estado de broca en el cerezo	Posición. de ingreso	Núm. de granos brocados en 200 granos	% de Instación de 200 granos brocados	Temperatura (°C)	Radiación (w m ²)	Humedad (%)	Precipitación (mm)
MAY	22/05/2017	85 hu- 45 lar-22 pre-16 pu- 22 ad	D	135	67,5 %	20,5	108,4	93,9	1,7
	29/05/2017	76 hu-58 lar-26 prep-18 pu-25 ad	D	112	56%	20,6	189	86,7	1,6
JU	05/06/2017	71 hu-68 lar-46 prep-43 pu-34 ad	D	125	62,5 %	20,3	196,9	85,2	1,7
	12/06/2017	68 hu- 71 lar-57 prep-48 pu- 39 ad	D	135	67,5 %	19,5	74,2	93,2	1,4
	19/06/2017	63 hu-78 lar-66 pre-53 pu-47 ad	D	120	60%	21,1	204,4	83,2	0
	26/06/2017	60 hu-57 lar-76 pre-62 pu-87 ad	D	101	50,5 %	19,8	138,3	86,7	0
JUL	03/07/2017	58 hu-59 lar-67 pre-71 pu-68 ad	D	145	72,5 %	17,6	116,7	89,3	0
	10/07/2017	56 hu-47 lar-57 pre-78 pu-71 ad	D	119	59,5 %	19,9	153,7	88	0
	17/07/2017	45 hu-37 lar-43 pre-87 pu-89 ad	D	131	65,5 %	19,9	174,1	83	1,7
	24/07/2017	37 hu-21 lar-39 pre-90 pu-87 ad	D	112	56%	19,3	169,9	82,7	1,8
AGO	07/08/2017	32 hu-22 lar-28 pre-94 pu-91 ad	D	89	44,5 %	20,4	205,7	81,3	38,2
	14/08/2017	23 hu-18 lar-14 pre-96 pu-94 ad	D	70	35%	21,5	218,5	79	3,9
OCT	23/10/2017	N.R	A	0	0%	19,84	170,8	82,5	1,5
	30/10/2017	N.R	A	0	0%	19,56	153,07	87,5	6,7
NOV	06/11/2017	N.R	A	0	0%	19,94	215,84	83,23	1,2
	13/11/2017	N.R	A	0	0%	19,69	170,8	84,19	19,1
	20/11/2017	N.R	A	0	0%	20,44	222,54	84,41	5,6
	27/11/2017	penetración al cerezo	B	66	33%	19,56	179,31	87,59	24,6
DIC	04/12/2017	penetración al cerezo	B	60	30%	19,77	167,76	88,02	12,13
	11/12/2017	penetración al cerezo	B	59	29,5 %	19,81	139,18	91,28	24,1
	18/12/2017	penetración al cerezo	B	63	31,5 %	20,51	149,2	89,26	4,23
	25/12/2017	penetración al cerezo	B	67	33,5 %	21,24	173,8	85,47	1,73
ENE	01/01/2018	penetración al cerezo	B	69	34,5 %	20,41	152,21	90,1	24,63
	08/01/2018	penetración al cerezo	B	71	35,5 %	20,31	163,11	89,71	24,73
	15/01/2018	penetración al cerezo	B	89	44,5 %	21	192,67	85,83	19,93
	22/01/2018	14 hu-9 lar-4 pre-2 pup-3 ad	C	81	40,5 %	20,11	144,31	90,69	23,23
	29/01/2018	18 hu-11 lar-3 pre-3 pu-4 ad	C	78	39%	19,77	152,44	92,1	53,13
FEB	05/02/2018	23 hu-12 lar-3 pre-4 pu-8 ad	C	79	39,5 %	19,37	115,36	94,66	35,03
	12/02/2018	26 hu-15 lar-2 pre-3 pu-5 ad	C	77	38,5 %	19,16	126,74	93,14	29,63
	19/02/2018	29 hu-18 lar-4 pre-5 pu-4 ad	C	80	40%	21,2	162,94	92,08	21,07
	26/02/2018	33 hu-19 lar-3 pre-4 pu-7 ad	D	87	43,5 %	22,1	149,49	90,81	12,8
MAR	05/03/2018	37 hu-19 lar-2 pre-6 pu-8 ad	D	90	45%	23,74	166,86	89,1	2,7
	12/03/2018	41 hu-22 lar-3 pre-6 pu-12 ad	D	86	43%	23,09	141,77	89,97	20,7
	19/03/2018	48 hu-24 lar-4 pre-8 pu-15 ad	D	98	49%	22,46	151,99	92,49	30
	26/03/2018	54 hu-27 lar-7 pre-9 pu-17 ad	D	100	50%	21,77	128,59	93,19	31,7
ABR	02/04/2018	58 hu-29 lar-9 pre-9 pu-19 ad	D	121	60,5 %	22,59	156,29	90,11	7,9
	09/04/2018	64 hu-31 lar-9 pre-11 pu-21 ad	D	112	56%	22,4	142,51	91,6	14,3

Anexo 14. Número de granos brocados, posición, estados biológicos y factores climáticos en el fundo Santa Josefa

Mes	Fecha de evaluación	Estado de la broca en el cerezo	Posición de ingreso	Núm. de granos brocados en 200 granos	% de Infestación de 200 granos brocados	Temperatura (°C)	Radiación (w /m ²)	Humedad (%)	Precipitación (mm)
JUN	05/06/2017	87hu-62 lar-38 pre-22 pu-33 ad	D	130	65%	19,9	150,86	86,63	0
	12/06/2017	82 hu-68 lar-42 pre- 33 pu-39 ad	D	135	67,5 %	19	132,33	88,45	0,54
	19/06/2017	71 hu-74 lar-56 pre- 48 pu-43 ad	D	140	70%	18,91	131,56	88,02	3,45
	26/06/2017	66 hu-81 lar- 60 pre-53 pu-47 ad	D	142	71%	19,34	128,87	89	10,7
JUL	03/07/2017	53 hu- 68 lar- 52 pre-62 pu-57 ad	D	110	55%	19,09	143,2	86,03	0,1
	10/07/2017	44 hu-59 lar- 46 pre-71 pu-68 ad	D	120	60%	19,63	161,71	85,1	0,6
	17/07/2017	32 hu-43 lar-39 pre-78 pu- 71 ad	D	114	57%	18,21	137,19	86,43	6,9
	24/07/2017	45 ad- 37 lar-28 pre- 87 pu-87 ad	D	101	50,5 %	19,94	160,11	82,61	0,6
AGO	07/08/2017	37 hu-29 lar-19 pre- 96 pu-90 ad	D	78	39%	20,3	183,46	82,74	0
OCT	23/10/2017	N.R	A	0	0%	20,9	236,73	79,7	0
	30/10/2017	N.R	A	0	0%	20,62	209,61	80,17	0
NOV	06/11/2017	N.R	A	0	0%	20,34	182,48	80,64	0
	13/11/2017	N.R	A	0	0%	21,4	196,16	77,06	0
	20/11/2017	N.R	A	0	0%	21,17	177,27	80,33	3
	27/11/2017	penetración al cerezo	B	62	31%	19,7	119,34	90,46	75,1
	04/12/2017	penetración al cerezo	B	57	28,5 %	21,43	179,17	80,91	1,4
DIC	11/12/2017	penetración al cerezo	B	55	27,5 %	21,5	191,41	81,87	0
	18/12/2017	penetración al cerezo	B	66	33%	21,77	237,87	79,79	1,4
	25/12/2017	penetración al cerezo	B	69	34,5 %	21,41	189,31	81,01	16,4
	01/01/2018	penetración al cerezo	B	64	32%	22,04	230,53	82,04	8,2
ENE	08/01/2018	penetración al cerezo	B	75	37,5 %	21,33	203,83	84,27	20
	15/01/2018	penetración al cerezo	B	82	41%	21,31	186,66	85,16	12,2
	22/01/2018	22 hu-12 lar-3 pre-3 pu-5 ad	C	79	39,5 %	21,01	161,99	88,51	16,5
	29/01/2018	17 hu-13 lar-2 pre-4 pu-4 ad	C	71	35,5 %	21,31	171,01	87,44	2,6
	05/02/2018	14 hu-11 lar-3 pre-3 pu-5 ad	C	82	41%	22,04	195,61	83,66	0,1
FEBR	12/02/2018	21 hu-14 lar-4 pre-4 pu-4 ad	C	71	35,5 %	21,21	174,03	88,29	23,3
	19/02/2018	25 hu-12 lar-3 pre-5 pu-5 ad	C	88	44%	21,11	184,93	87,9	23,1
	26/02/2018	27 hu- 17 lar-3 pre-4 pu-5 ad	C	84	42%	21,8	214,49	84,01	18,3
	05/03/2018	31 hu-22 lar-4 pre-6 pu-6 ad	D	93	46,5 %	20,91	166,13	88,87	21,6
MAR	12/03/2018	36 hu-27 lar-3 pre-4 pu-7 ad	D	79	39,5 %	20,57	174,26	90,29	51,5
	19/03/2018	41 hu-31 lar-4 pre-7 pu-10 ad	D	91	45,5 %	20,17	137,17	92,84	33,4
	26/03/2018	46 hu-37 lar-4 pre-8 pu-10 ad	D	98	49%	19,96	148,56	91,33	28
	02/04/2018	48 hu-39 lar-5 pre-8 pu- 16 ad	D	100	50%	20,29	184,74	90,27	19,6
ABR	09/04/2018	59 hu- 45 lar-8 pre-9 pu-22 ad	D	110	55%	20,5	171,29	89,01	11,4

Anexo 15. Número de hojas minadas, porcentaje de infestación y factores climáticos en el fundo Santa Martha

Mes	Semana	N° de hojas minadas	% Infestación	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Humedad de hoja (/hora)	Precipitación (mm)	Radiación (w/m ²)
MAY	23/05/2017	32	32	19,03	94,19	3,86	2,7	107,40
	29/05/2017	34	34	18,93	92,11	3,43	1,3	120,31
JUN	05/06/2017	31	31	19,71	90,47	3,65	1,03	124,53
	12/06/2017	35	35	19,91	89,79	3,95	2,33	121,46
	19/06/2017	37	37	20,16	88,44	3,81	1,63	129,04
	26/06/2017	39	39	18,99	90,68	3,9	12,1	112,39
JUL	03/07/2017	43	43	19,44	88,07	3,7	1,27	114,63
	10/07/2017	46	46	19,94	86,91	3,09	2,23	139,90
	17/07/2017	51	51	17,3	88,05	3,56	8,07	124,25
	24/07/2017	53	53	18,37	84,61	3,99	5,17	138,56
	31/07/2017	49	50	19,27	84,84	3,93	0,23	164,48
AGO	07/08/2017	48	51	19,59	81,02	3,54	0	201,15
	14/08/2017	50	50	20,32	81,11	2,95	0	205,19
	21/08/2017	49	49	20,68	81,08	1,47	0,7	192,61
	28/08/2017	47	47	21,40	77,06	1,27	1,4	196,16
SET	04/09/2017	49	49	21,17	82,67	2,97	7,97	162,83
	11/09/2017	23	23	18,4	93,79	5	15,3	97,77
	18/09/2017	31	31	19,84	82,50	2	1,5	170,80
	25/09/2017	27	27	19,56	87,50	3,86	6,7	153,07
OCT	02/10/2017	31	31	19,94	83,23	3,29	1,2	215,84
	09/10/2017	34	34	19,69	84,19	3,43	19,1	170,80
	16/10/2017	36	36	20,44	84,41	3	5,6	222,54
	23/10/2017	19	19	19,56	87,59	3,43	24,6	179,31
	30/10/2017	21	21	19,77	88,02	2,77	12,13	167,76
NOV	06/11/2017	24	24	19,81	91,28	3,82	24,1	139,18
	13/11/2017	27	27	20,51	89,26	1,61	4,23	149,20
	20/11/2017	28	28	21,24	85,47	1,67	1,73	173,80
	27/11/2017	31	31	20,41	90,10	2,9	24,63	152,21
DIC	04/12/2017	29	29	20,31	89,71	3,24	24,73	163,11
	11/12/2017	28	28	21	85,83	2,81	19,93	192,67
	18/12/2017	25	25	20,11	90,69	2,67	23,23	144,31
	25/12/2017	27	27	19,77	92,10	2,09	53,13	152,44
ENE	01/01/2018	25	25	19,37	94,66	2,38	35,03	115,36
	08/01/2018	23	23	19,16	93,14	3,24	29,63	126,74
	15/01/2018	20	21	21,2	92,08	1,97	21,07	162,94
	22/01/2018	24	24	22,1	90,81	2,83	12,8	149,49
	29/01/2018	26	26	23,74	89,10	2,83	2,7	166,86
FEBR	05/02/2018	28	28	23,09	89,97	1,83	20,7	141,77
	12/02/2018	25	25	22,46	92,49	1,83	30	151,99
	19/02/2018	27	27	21,77	93,19	2,83	31,7	128,59
	26/02/2018	31	31	22,59	90,11	2,69	7,9	156,29
MAR	05/03/2018	30	38	22,4	91,60	2,83	14,3	142,51
	12/03/2018	34	34	22,69	93,27	1,11	25,2	122,41
	19/03/2018	31	31	22,23	93,96	3,4	8,8	109,07
	26/03/2018	32	32	21,59	93,40	2,11	23,3	106,07
ABR	02/04/2018	35	35	22,27	91,79	3,26	10,9	125,07
	09/04/2018	33	33	22,22	92,47	3	12,2	127,1

Anexo 16. Número de hojas minadas, porcentaje de infestación y factores climáticos en el fundo Santa Josefa

Mes	Semana	N° de hojas minadas	% Infestación	Temperatura (T°)	Humedad (%)	Humedad de hoja (hora)	Precipitación (mm)	Radiación (w/m²)
MAY	23/05/2017	38	38	20,6	92,51	5	7,4	135,69
	29/05/2017	40	40	20,61	89,41	5,57	0,4	154,47
JUN	05/06/2017	39	39	20,69	88,50	5,57	0,1	144,27
	12/06/2017	42	42	20,20	87,97	5,57	0,7	143,27
	19/06/2017	40	40	19,90	86,63	5,43	0	150,86
	26/06/2017	53	53	19,34	89	5,57	10,7	128,87
JUL	03/07/2017	57	57	19,09	86,03	5,29	0,1	143,20
	10/07/2017	56	56	19,63	85,10	4,71	0,6	161,71
	17/07/2017	54	54	18,21	86,43	4,86	6,9	137,190
	24/07/2017	50	50	19,94	82,61	5,29	0,6	160,11
AUG	31/07/2017	51	51	20,30	82,74	5,29	0	183,46
	07/08/2017	51	51	20,90	79,70	1,33	0	236,73
AGO	14/08/2017	52	52	20,62	80,17	2,47	0	209,61
	21/08/2017	49	49	20,34	80,64	3,6	0	182,48
	28/08/2017	50	50	21,40	77,06	3,14	0	196,16
SET	04/09/2017	47	47	21,17	80,33	2,71	3	177,27
	11/09/2017	25	25	19,70	90,46	3,71	75,1	119,34
	18/09/2017	22	22	21,43	80,91	1,29	1,4	179,17
	25/09/2017	26	26	21,50	81,87	2,57	0	191,41
OCT	02/10/2017	28	28	21,77	79,79	2,43	1,4	237,87
	09/10/2017	31	31	21,41	81,01	3	16,4	189,31
	16/10/2017	33	33	22,04	82,04	2,57	8,2	230,53
	23/10/2017	17	17	21,33	84,27	3	20	203,83
NOV	30/10/2017	22	22	21,31	85,16	2,29	12,2	186,66
	06/11/2017	26	26	21,01	88,51	3,71	16,5	161,99
	13/11/2017	29	29	21,31	87,44	3,14	2,6	171,01
	20/11/2017	29	29	22,04	83,66	3,29	0,1	195,61
	27/11/2017	32	32	21,21	88,29	4,43	23	174,03
DIC	04/12/2017	33	33	21,11	87,90	4,86	23,1	184,93
	11/12/2017	29	29	21,80	84,01	4,43	18,3	214,49
	18/12/2017	27	27	20,91	88,87	4,29	21,6	166,13
	25/12/2017	25	25	20,57	90,29	3,71	51,5	174,26
ENE	01/01/2018	27	27	20,17	92,84	4	33,4	137,17
	08/01/2018	29	29	19,96	91,33	4,86	28	148,56
	15/01/2018	25	25	20,29	90,27	3,57	19,6	184,74
	22/01/2018	24	24	20,50	89,01	4,43	11,4	171,29
	29/01/2018	26	26	22,14	87,30	4,43	1,3	188,66
FEBR	05/02/2018	31	31	21,49	88,17	3,43	19,3	163,57
	12/02/2018	29	29	20,86	90,69	3,43	28,6	173,79
	19/02/2018	27	27	20,17	91,39	4,43	30,3	150,39
MAR	26/02/2018	33	29	20,99	88,31	4,29	6,5	178,09
	05/03/2018	37	37	20,80	89,8	4,43	12,9	164,31
	12/03/2018	35	35	21,09	91,47	2,71	23,8	144,21
	19/03/2018	32	32	20,63	92,16	5	7,4	130,87
ABR	26/03/2018	35	35	19,99	91,6	3,71	21,9	127,87
	02/04/2018	36	36	20,67	89,99	4,86	9,5	146,87
	09/04/2018	38	38	20,40	90,28	4,8	10,7	170,48