

**Infestación de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Tres Etapas de
Desarrollo de los Frutos de Café de la Variedad Castillo.**

Lizneidy Rincón Tumay

Carlos Andrés Molina Pérez

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Agronomía

Programa Ingeniería Agronómica

Pamplona

2020

Infestación de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Tres Etapas de Desarrollo de los Frutos de Café de la Variedad Castillo.

Proyecto de trabajo de grado como requisito para optar el título de
Ingeniero Agrónomo

Lizneidy Rincón Tumay

1116667114

Carlos Andres Molina Pérez

1118554849

Tutor

Ing. Humberto Giraldo Vanegas, M.sc., Ph.D.

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Agronomía

Programa de Ingeniería Agronómica

Pamplona

2020

Dedicatoria

Primeramente a Dios gracias a ÉL hemos podido concluir nuestra carrera, porque ha estado con nosotros siempre protegiéndonos, guiándonos, dándonos la fortaleza y sabiduría para continuar día a día.

A nuestros padres por siempre estar a nuestro lado, por su amor, apoyo incondicional, por habernos forjado como las personas que somos; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes incluyendo este. Nos formaron con valores y principios los cuales nos motivaron constantemente para alcanzar nuestras metas.

Gracias padre y madre.

Agradecimientos

A nuestro tutor Dr. Humberto Giraldo, por aceptar realizar este trabajo de investigación, por las ideas, conocimientos y por su disponibilidad de tiempo en cada momento que lo hemos necesitado.

Al Ingeniero Yamit Gregorio García, por su apoyo desde el principio en este proyecto, por apórtanos sus opiniones para conducir por buen camino esta investigación

Al Ingeniero Gabriel Fernando Gonzales Sánchez, por permitirnos realizar nuestro trabajo de investigación en la Granja Blonay, y por forjarnos con un poco de su conocimiento, la cual ha sido de gran importancia para realizar este proyecto.

A José Daniel Peñaloza, supervisor de labores Granja Blonay por la ayuda que nos brindó durante el transcurso de la investigación.

Índice de contenido

Introducción	13
Planteamiento del problema	16
Justificación.....	17
Delimitación	19
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivo específicos	19
1 Marco de referencia	20
1.1 Antecedentes.	20
1.1.1. Internacionales.....	20
1.1.1 Nacionales.....	21
2 Marco contextual.....	23
2.1 Posición Geográfica del Departamento de Norte de Santander	23
2.1.1 Zona Cafetera de Norte de Santander	24
2.1.2 Posición geográfica del municipio de Chinácota.....	25
2.1.2.1 Zonas cafeteras del municipio de Chinácota.....	26
2.1.3 Reseña de la Granja Blonay.....	26
2.1.3.1 Caracterización de los lotes.....	28

3	Marco teórico.....	31
3.1	Generalidades del café	31
3.1.1	Morfología de la planta de Café.....	32
3.1.2	Clasificación Taxonómica del café.....	32
3.1.2.1	Raíces.....	33
3.1.2.2	Tallo.....	34
3.1.2.3	Hojas.....	34
3.1.2.4	Inflorescencias.....	35
3.1.2.5	Fruto.....	35
3.1.2.6	Fenología del Fruto del Café.....	36
3.2	Variedades de Café.....	37
3.2.1	Típica.....	37
3.2.2	Variedad Colombia.....	38
3.2.3	Castillo.....	39
3.3	Plaga broca <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).....	40
3.3.1	Clasificación taxonómica.....	40
3.3.2	Sinonimia.....	40
3.3.3	Ciclo de vida.....	40
	Huevo.....	40
	Larva.....	41

Prepupa.....	41
Pupa.....	41
Adulto.....	41
3.3.4 Daños de la Broca.....	42
3.3.5 Daño de acuerdo a la posición de la Broca.....	42
4 Marco legal.....	44
5 Metodología.....	47
5.1 Diseño metodológico.....	47
5.2 Métodos y herramientas de medición.....	48
5.3 Procesamiento de la información.....	49
5.4 Análisis estadísticos.....	50
6 Resultados y discusión.....	51
6.1 Variables agroclimáticas de la Zona de Investigación.....	51
6.2 Porcentaje de infestación en los tres lotes.....	52
6.3 Posición de la broca (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	55
6.4 Análisis de datos estadísticos.....	56
6.4.1 Diagrama de y análisis de varianza de frutos brocados en los tres lotes.....	56
6.4.2 Comparación de frutos brocados de 0 a 3 meses.....	57
6.4.3 Comparación de frutos brocados de 4 a 6 meses.....	58
6.4.4 Comparación de frutos brocados de 7 a 8 meses.....	59

6.4.5	Comparación en frutos brocados y sanos.....	60
6.4.6	Diferencias en posición de la broca	61
6.5	Cronograma de actividades	¡Error! Marcador no definido.
6.6	Recursos	¡Error! Marcador no definido.
6.6.1	Recursos humanos	¡Error! Marcador no definido.
6.6.2	Recursos materiales	¡Error! Marcador no definido.
7	Conclusiones.....	63
8	Recomendaciones	64
9	Bibliografía.....	65
10	Anexos	70

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación espacial del lote uno.....	28
Figura 2 Ubicación espacial del lote dos.	29
Figura 3 Ubicación espacial del lote tres.	30
Figura 4 Raíz del Café.	33
Figura 5 Tallo de la Planta de Café.....	34
Figura 6 Hoja de la Planta de Café.	34
Figura 7 Inflorescencia de la Planta de Café.	35
Figura 8 Composición del Grano de Café.	36
Figura 9 Gráfico con las Etapas de Desarrollo del Fruto de Café	37
Figura 10 Planta de Café de la Variedad Típica	38
Figura 11 Planta de Café de la Variedad Colombia.....	38
Figura 12 Plantación de Café de la Variedad Castillo.....	39
Figura 13 Estado de Desarrollo de la Broca.	42
Figura 14 Clasificación de la Broca Según Estado de Posicionamiento.	43
Figura 15 Georreferenciación de la Granja Blonay.	48
Figura 16 Representación del Método Realizado.	48
Figura 17 Parte Evaluada de la Planta.	49
Figura 18 Porcentaje de Infestación de la Broca	51
Figura 19 Variables Agroclimáticas	51
Figura 20 Grafica del porcentaje de infestación en los tres lotes.	54
Figura 21 Diagrama de Cajas de los tres Lotes	57
Figura 22 Diagrama de Cajas del Lote de 0 - 3 Meses.....	58

Figura 23 Diagrama de caja del Lote de 4 - 6 Meses	58
Figura 24 Diagrama de Cajas del Lote de 7 - 8 Meses	60
Figura 25 Diagrama de Cajas Frutos Sanos vs Frutos Brocados	61
Figura 26 Diagrama de Cajas Posición de la Broca en el Grano	62

Lista de tablas

Tabla 1 Municipios Cafeteros de Norte de Santander Colombia.....	25
Tabla 2. Clasificación Taxonómica del Café.....	32
Tabla 3 Clasificación Taxonómica de la Broca	40
Tabla 4 Infestación de Broca en los Tres Lotes. Rincón & Molina (2020).	53
Tabla 5 Promedio de Posición de la Broca en los Tres Lotes.....	55
Tabla 6 Cronograma de Actividades. Rincón & Molina (2020)... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 7 Recursos Materiales Para la Investigación Rincón & Molina (2020).. ¡Error! Marcador no definido.	

Lista de anexos

Anexo 1. Planilla de registros de datos en campo	70
Anexo 2. Lote 1 con frutos de 0 - 3 meses.....	71
Anexo 3. Lote 2 con frutos de 4 - 6 meses.....	71
Anexo 4. Lote 3 con frutos de 6 - 7 meses.....	72
Anexo 5. Conteo de frutos sanos y brocados del tercio medio	72
Anexo 6. Registro de los datos en campo	73
Anexo 7. Fruto brocado	73
Anexo 8. Disección de frutos brocados recolectados en los lotes	74

Introducción

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.), es originario de la antigua Etiopía en la república de Yemen. El género pertenece a la familia de las Rubiáceas que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies. La mayoría árboles y arbustos, son principalmente de origen tropical y de amplia distribución. Se conoce como café los granos obtenidos de unas plantas perennes tropicales, morfológicamente muy variables, las cuales, tostados y molidos son usados principalmente para preparar y tomar como una fusión. El café es uno de los principales generadores de divisas en América latina, especialmente en Colombia (FNC, 2009). La plantación de café nacional por excelencia se encuentra ubicado a lo largo de toda la geografía de montaña colombiana. El área cafetera sembrada 2010-2014 es de 948 mil hectáreas, 19% del área agrícola, ubicadas en fincas que abarcan 3,1 millones de hectáreas. Visto de otra manera las fincas cafeteras ocupan el 66% del área cultivada en el país (5 millones de hectáreas aproximadamente) y es el producto con la mayor participación entre los diferentes cultivos registrados, lo que pone de presente la importancia del café en el sector agrícola colombiano (Muñoz, 2014).

El café cumple un papel prioritario y de gran importancia donde genera empleo rural, logrando ocupar en la actividad más de 785 mil personas de manera directa, siendo el 26% de la totalidad de empleos en el sector agrícola. Si se compara con otras actividades agropecuarias similares, es 3,5 veces mayor al empleo generado por cultivos como arroz, maíz y papa, y es 10 veces más grande de lo que genera el cultivo de la palma africana y el caucho juntos (Muñoz, 2014).

La broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) introducida a Colombia en 1988 es la plaga más importante que afecta el café. Hace el daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo, causando la pérdida total del grano y en muchos casos, la caída prematura de los frutos. Además, reduce la calidad del producto final (Bustillo Á. , 2007).

La broca del café *Hypothenemus hampei*, es una de las plagas más severas en el cultivo de café, donde se encuentra presente en la mayoría de las regiones productoras del fruto en el mundo. La broca hace daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo causando la pérdida parcial o total del fruto, y en algunas ocasiones la caída prematura de los frutos. En las condiciones climáticas y geográficas de la zona central cafetera, se ha podido establecer que en un fruto de café, desde el momento en que éste es susceptible al ataque de la plaga hasta la época de cosecha, se pueden producir dos generaciones del insecto. Pero si el fruto no es recolectado, se pueden presentar hasta cuatro generaciones lo cual es importante realizar una cosecha adecuada y oportuna para evitar largos periodos de broca en la plantación (Mesa, Molina, & Pulgarín, 2017).

En café, la floración determina el número de pases de cosecha al igual que la distribución porcentual de la misma a lo largo del año; de igual manera, la floración permite estimar las curvas de desarrollo del fruto y con estas identificar las épocas críticas para el ataque de la broca. En Colombia, por las condiciones agroclimáticas en donde se cultiva el café, a excepción de algunas zonas del norte y del sur del país, es muy común encontrar, en cualquier época del año, diferentes estados de desarrollo de la flor y del fruto (Ramirez, 2004).

El grano de café es un producto que se considera a nivel mundial, como uno de los más consumidos por muchos años en los primeros mercados del planeta como Estados Unidos, Japón,

China y otros más, donde se han caracterizado por la inclinación a este producto. Este cultivo ha tenido un creciente hábito para aquellos consumidores que prefirieren cafés finos donde han motivado a considerar que las características de calidad, productividad, resistencia a plagas y enfermedades, y la capacidad de una amplia adaptación deben estar presentes en los futuros cultivares o en los que se están plantando (Fischersworing & RoBkamp, 2001).

En la región central de Colombia ocurren 2 épocas de mayor cosecha, entre abril y junio y entre septiembre y diciembre. El período de mayor cosecha se identifica como “cosecha principal” y el de menor volumen “cosecha de mitaca o traviesa”.

Por estas razones, es de gran importancia realizar estudios que busquen evaluar la infestación de la broca del café por medio de estudios como monitoreo de manera eficaz en diferentes etapas de desarrollo del fruto, puesto que la broca puede atacar en diferentes estados de desarrollo del grano, dependiendo de su peso seco, dureza lo cual influye de manera directa en el ataque y reproducción de la broca atacando más en frutos con etapas de mayores días ejemplo mayor de 120 días después de floración y en otras con menor severidad(Salazar et.al.2006) realizó estudios basados en el desarrollo del fruto de café con relación a la broca donde han demostrado que la broca ataca a frutos después de 70 días de la floración pero en frutos mayores a 120 días con un 20% del peso seco, los encuentra más aptos para iniciar su reproducción mediante su oviposición y en frutos de 60 días su oviposición dura más de 90 días lo cual nos indica que gasta más tiempo en reproducirse en estas etapas d desarrollo del fruto. Por ello es importante determinar más información de la plaga con respecto a la fenología del grano, con el fin de contribuir a mejorar el manejo de ésta y lograr mayor calidad y productividad del grano de café. (Salazar-Gutierrez, Arcila-PulgarIn, Riao-Herrera, & Bustillo-Pardey, 2006)

Planteamiento del problema

En Colombia el cultivo de café ha venido aumentando en área sembrada como en investigación, pero así mismo han incrementado los problemas fitosanitarios a causa de fenómenos meteorológicos como el fenómeno del niño y la niña (Koppert Biological Systems, 2016).

La plaga llamada broca fue introducida a Colombia en 1988 donde es considerada la más importante que afecta el café en Colombia, actualmente Almacafé, operador logístico de la FNC, reportó afectaciones de broca de 6,2% en Colombia, muy por encima de las de abril de 2019, con un 5,2% que a su vez superaron las de abril de 2018, con él 3,2% lo que confirma un avance gradual de la broca en la producción del grano.

Desafortunadamente las condiciones ambientales de las zonas cafeteras favorecen a esta plaga donde desarrolla todo su potencial biótico alcanzando los niveles más altos de población, los controles químicos no se recomiendan por el uso indiscriminado de insecticidas porque se eliminan los agentes biológicos presentes en la zona, de igual manera la broca “Una vez alcanza el interior de los frutos, no es posible el uso de insecticidas estos entonces deben usarse sólo cuando la broca está penetrando a nuevos frutos (Arcila,2018) De acuerdo a esto es importante realizar un muestreo de la posición de la broca y así determinar si es viable la aplicación de un control químico. En Colombia el café presenta floraciones en diferentes tiempos gracias a las condiciones climáticas que se prestan, lo cual van a existir durante todo el tiempo frutos susceptibles para ser atacados por la broca. De igual manera la economía del país depende de la agricultura especialmente del café el cual se exporta en gran mayoría fuera del país donde este tipo de café se debe encontrar en buena calidad sin daños mecánicos lo cual si presentamos incidencia de broca en grandes cantidades en nuestro país vamos a tener café de baja calidad

con problemas fitosanitarios a causa de esta plaga, y nos reduce los porcentajes de exportación y al mismo tiempo el PIB de nuestro país. Ligado a esto contamos en costos de control de broca con un 10% de total de costos dependiendo de los porcentajes de infestación. Referente a esta problemática se deben tomar medidas preventivas constantes en las plantaciones realizando monitoreos constantes y evaluaciones de porcentajes de infestación como de su posición en la que se encuentra la plaga, el cual es el control más efectivo y económico para un agricultor al momento de presentar esta plaga en su cultivo reduciéndole costos, y mayor producción logrando mejor calidad en su producto y teniendo más oportunidades para exportar su producto lo cual será una mayor remuneración para su núcleo familiar.

Justificación

El producto derivado de la planta de café es considerado como alimento básico de la canasta familiar, lo cual lo hace indispensable para la seguridad alimentaria del planeta, los productos agrícolas han sido un factor determinante en muchos lugares del mundo los cuales aportan a la economía y desarrollo de cualquier país. Colombia en los últimos años ha venido aumentando su capacidad en desarrollo de nuevas tecnologías e investigación gracias a entidades como asociaciones y centros de investigación que han aumentado su capacidad para poder ser un exportador de este producto a muchos países del mundo.

En el ámbito de las exportaciones, Colombia ocupa el tercer lugar en el mundo con 9,59 millones de sacos en promedio desde el año 2000 de acuerdo a la Organización Mundial del Café (Comercio Mundial, 2015). Donde genera en el país un gran impacto económico y social donde se involucran desde el más pequeño a los más grandes productores, y en ambos casos se emplea gran cantidad de mano de obra que sirven de desarrollo tanto de una finca, vereda, municipio y departamento.

El conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de Café es necesario para establecer las épocas de mayor susceptibilidad al ataque de la broca y el momento adecuado para ejercer prácticas de control debido a que las relaciones y el desarrollo del fruto no son iguales en todas las regiones en nuestro caso el departamento Norte de Santander, y los monitoreos más detallados sobre su presencia permiten guiar mejor hacia las prácticas de manejo integrado de la broca del Café (Salazar *et, al* 2006)

Para el departamento de Norte de Santander se han identificado condiciones de clima, fauna y suelos con aptitud agrícola y forestal que favorecen a la explotación de actividades como el cultivo de café, de una manera eficiente y rentable. A esto se suman productores y transformadores de productos que generan asociaciones empresariales con el fin de mejorar el sector agrícola.

En una plantación de café si hay presencia de daño causado por la broca del café, es importante que se deban tomar medidas de control eficientes, en el momento oportuno y cuando el insecto amenace causar pérdidas económicas mayores al 10% de la producción. Por lo tanto, un requisito indispensable es un programa de manejo integrado lo cual significa poder medir una población en el campo en un momento dado y correlacionar esta población con el daño ocasionado de acuerdo en el estado fisiológico que se encuentre la plantación (Bustillo A. E., 2006).

En el caso de la broca y otros insectos es imposible hacer un censo por lo tanto es importante que se deba acudir al muestreo apoyado en fundamentos estadísticos y tablas que nos arrojen un resultado exacto para tomar medidas al problema (Tailor, 2003). En éste orden de ideas es fundamental llevar a cabo ensayos que permitan evaluar y monitorear la actividad de la broca

según la ontogenia del fruto del café teniendo en cuenta las características ambientales de las zonas donde se establecen los cultivos.

Delimitación

El desarrollo de esta investigación será en tres lotes con diferentes etapas de desarrollo del grano de café de la variedad Castillo situadas en las instalaciones de la Granja Blonay de la Federación Nacional de Cafeteros, la cual se encuentra ubicada, en la fracción de Urengue Rujas, jurisdicción Municipal de Chinácota.

La investigación se llevó a cabo durante el segundo semestre del presente año (2020-2), dando inicio desde el mes de Septiembre hasta noviembre del mismo año.

Este estudio se enfocó en la evaluación del porcentaje de infestación de la broca *Hypothenemus hampei* en tres etapas de desarrollo del grano de café considerando la posición en la que se encontró la plaga en el grano y así determinando de esta manera en cuál de las tres etapas hay mayor incidencia de broca.

Objetivos

Objetivo general

Determinar los porcentajes de Infestación de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae), en tres etapas de desarrollo de frutos de café de la variedad Castillo.

Objetivo específicos

Monitorear los frutos de café con presencia de broca teniendo en cuenta su posición, en tres etapas fenológicas del cultivo.

Evaluar los niveles de infestación de la broca en cada etapa, de acuerdo a los índices de proporción de daño establecidos.

1 Marco de referencia

1.1 Antecedentes.

1.1.1. Internacionales.

Doris Patricia León Torres. Evaluación de la factibilidad para la aplicación de un plan de manejo integrado de plagas para el control de broca (*Hypothenemus hampei*) en cafetales de la Isla Santa Cruz, Ecuador 2018.

Resumen: La presente investigación se enfoca en buscar alternativas para el manejo e identificación de uno de los principales problemas que afectan al cultivo del café es la plaga Broca del grano (*Hypothenemus hampei*) en la producción y calidad de café, perjudicando a los propietarios de cafetales en el cantón Santa Cruz, e investigar cuales son las labores culturales utilizadas para su control, cuyos objetivos se enmarcan en conocer pormenores del problema que causa la plaga broca en los cultivos de café basada en la atención, y seguimiento que se le da a los cultivos y luego establecer un plan de control de Manejo Integrado de Plagas dirigido especialmente a la plaga broca. La investigación se justifica por ser el inicio de una apertura para apoyar un emprendimiento colectivo de los caficultores de la isla. El marco teórico y la fundamentación legal son pertinentes con el enunciado del problema, los objetivos de la investigación y la correspondiente justificación.

José Efraín Camilo; Frank Feliz Olivares; Héctor Antonio Jiménez. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei Ferrari*) durante el desarrollo del fruto. República Dominicana, 2001.

Resumen: Se realizó un estudio en La Cumbre, Santiago, República Dominicana (cosecha 2000-2001) para determinar el estado de posicionamiento y número de instares de broca del café, durante el desarrollo del fruto. El mismo consistió en muestreos sistemáticos

semanales a partir de los 77 días post-floración primaria (DPFP); se contó con cuatro repeticiones y se recolectaron 25 frutos por repetición (cinco frutos por rama en cinco plantas). Entre un 70% hasta un 86% de las brocas que emigraron, se mantuvieron en estado de posicionamiento B (susceptibles a las herramientas de manejo) antes de los 112 DPFP. A partir de esta fecha se encontró un marcado descenso en el número de estas a medida que aumentó la edad del fruto, hasta mantenerse en un 10% después de los 147 DPFP y por el contrario el porcentaje de brocas en estado de posición D (inicio de reproducción) aumentó desde un dos hasta un 57%. El número de huevos y larvas se incrementó después de los 112 DPFP de 23 huevos y cuatro larvas hasta 286 y 396 respectivamente por cada 100 frutos de café. En esta fecha se observó la mayor capacidad de daño de los estadios inmaduros en el cotiledón.

1.1.1 Nacionales

Esther Cecilia Montoya Restrepo; Lucelly Orozco Gallego. Evaluación de un método de muestreo para estimar la infestación de *Hypothenemus hampei*, Cauca 2005.

Resumen: Se evaluó un método para determinar la infestación causada por la broca del café, que consiste en recorrer el lote, inspeccionar visualmente cada cincuenta árboles y contabilizar los árboles con broca, para estimar la infestación en el lote y en el café en almendra. El estudio se realizó en las Subestaciones de Cenicafé La Catalina (Risaralda) y El Tambo (Cauca), en seis lotes, durante tres meses. Como mínimo en el 75% de los casos, la estimación obtenida con el método, fue igual, estadísticamente, a la obtenida bajo el muestreo aleatorio simple y con respecto a éste los costos se redujeron en más del 87%. El método se complementó con respecto a la clasificación visual del porcentaje de ramas con frutos perforados, con información registrada en cinco lotes, en tres localidades. El método así ajustado, evaluado por 27 caficultores bajo la modalidad de investigación participativa, mostró que en el 71% de los

casos la infestación real en café almendra estuvo por debajo del límite superior de la estimación del parámetro. La probabilidad de éxito de éste método de muestreo es al menos del 75%, para errores de estimación menores del 20% y con un tiempo medio en su aplicación por lote entre 50 y 90 minutos.

Héctor Trujillo; Luis Aristizábal; Alex Bustillo; Mauricio Jiménez. Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en fincas de caficultores experimentadores 2006.

Resumen: Este experimento se realizó en 11 fincas: cuatro en Quimbaya, dos en Belalcazar, una en Viterbo, tres en Balboa y una en Risaralda. Se seleccionó un lote comercial de café en cada finca y se evaluó la infestación por broca utilizando dos métodos: Método de las 30 Ramas (se cuantifica el número total de frutos verdes por rama y el número de frutos infestados por la broca, posteriormente se determina el porcentaje de infestación). Método de la Medida: (inicialmente en 100 ramas se calibra la medida en centímetros, equivalente a la distancia que contiene 50 frutos verdes, posteriormente se asume dicha distancia para hacer los muestreos mensuales cuantificando únicamente los frutos infestados en 30 ramas y finalmente se determina el porcentaje de infestación)

Bustillo P., A.E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia, 2007.

Resumen: En este boletín técnico se dan generalidades sobre la broca del café, cómo hacer un muestreo y cuáles son los umbrales de daño económico, los enemigos nativos de la broca, el control cultural, se relacionan los hongos y los parasitoides que se utilizan para el control, eficacia de los insecticidas y evaluación del manejo integrado. Para finalizar se dan algunas recomendaciones para los cafeteros.

Herberth Matheus Gómez; María Teresa Gaviria Patiño; Oscar Jurado Z. Avances en el manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en Colombia, 2002.

Resumen: El Proyecto Protección Sanitaria del Café, Convenio ICA y la Federación Nacional de Cafeteros, inició en 1998 un estudio de caso que incluyó cinco Fases, una por año, sobre los Avances en el Manejo Integrado de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari en Colombia. El objetivo principal fue realizar en 17 departamentos cafeteros del país, un seguimiento de indicadores que tienen relación directa con el manejo integrado de este insecto plaga. El estudio de caso se concentró en recopilar información sobre: edad del cultivo, área en café, altura sobre el nivel del mar, variedades sembradas, nivel de infestación de la plaga, calidad de la recolección y aplicaciones de productos químicos y biológicos, dentro de un programa MIP. Para su realización, aleatoriamente se evaluaron fincas en municipios de los 17 departamentos cafeteros de Colombia, en donde se seleccionó un lote y se adelantó un análisis de cada una de las variables propuestas. Al terminar cada fase se presentó un informe con los resultados obtenidos, su análisis y conclusiones y se realizó una comparación con los resultados de la fase inmediatamente anterior.

2 Marco contextual.

2.1 Posición Geográfica del Departamento de Norte de Santander

El departamento de Norte Santander está situado al nororiente de la región andina del país; localizado entre los 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los 72° 01' 13'' y 73° 38' 25'' de longitud oeste. Tiene una superficie de 22.367 km² que corresponde al 1,9% del territorio del país. Limita por el Norte y Oriente con la República de Venezuela, por el Sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y por el Occidente con los departamentos de Santander y Cesar. Está conformado por 40 municipios del departamento ubicados entre 220 m y 2.465 m de

altitud: Abrego, Arboledas, Bochalema, Bucarasica, Cáchira, Cécota, Chinácota, Chitagá, Convención, Cúcuta, Cucutilla, Durania, El Carmen, El Tarra, El Zulia, Gramalote, Hacari, Herrán, La Esperanza, La Playa, Labateca, Los Patios, Lourdes, Mutiscua, Ocaña, Pamplona, Pamplonita, Ragonvalia, Salazar, San Calixto, San Cayetano, Santiago, Sardinata, Teorama, Toledo, Villa del Rosario y Villacaro (Villegas, *et al.*, 2015).

2.1.1 Zona Cafetera de Norte de Santander

La zona cafetera del departamento del Norte de Santander está comprendida por la zona geográfica entre los 6°56'42" y 09°18'01" de latitud norte y los 72°01'13" y 73°38'25" de longitud oeste, entre 220 m y 2.465 m de altitud

En el departamento de Norte de Santander 36 de los 40 municipios se dedican a la producción de café. En 2015, se registraron en el Sistema de Información cafetera 26.138,97 hectáreas sembradas en 17.672 fincas pertenecientes a 15.963 caficultores que representan el 3% del país. La caficultura de Norte de Santander se caracteriza por cultivarse en condiciones de luminosidad semi sombra y sombra, al inicio se siembra con un sombrío transitorio bajo la protección de árboles de plátano, mientras crecen los árboles nativos y maderables que son los que darán la sombra permanente. Así mismo la caficultura de este departamento, presenta un alto índice de tecnificación dado que el 82% de sus cultivos son tecnificados. Adicionalmente, el 55% del área es sembrada con variedades resistentes y el 54% son cultivos jóvenes.

Se observan en la *Tabla 1* los municipios más importantes de Norte de Santander que se dedican a la producción de café con su respectiva área cultivada (Villegas *et al.*, 2015).

Tabla 1*Municipios Cafeteros de Norte de Santander Colombia*

Municipio	Caficultores	Fincas	Área cultivada Hectárea
Convención	982	1,055	1,862.78
Salazar	851	960	1,837.74
Arboledas	1,121	1,270	1,810.02
Sardinata	690	764	1,544.43
Cucutilla	1,191	1,329	1,452.87

Nota Principales municipios adscritos a la zona cafetera de Norte de Santander y su respectiva área cafetera. Tomada de. (Villegas, *et al.*, 2015)

2.1.2 Posición geográfica del municipio de Chinácota

Chinácota es un municipio que está ubicado a 40 minutos de la Ciudad de Cúcuta de la carretera que conduce a Pamplona, posee un excelente clima de 24°C, una altitud promedio de 1.250 msnm, Chinácota pertenece a la subregión sur-oriental del Departamento Norte de Santander, este limita por el Norte, con los municipios de Bochalema y Los Patios; por el Oriente, con los municipios de Ragonvalia y Herrán; por el Sur, con los municipios de Toledo y Pamplonita; y, por el Occidente, con Bochalema y Pamplonita.

El Municipio tiene una extensión territorial de 166.50 km² y una altitud promedio de 1.175 msnm. Se encuentra en los pisos térmicos de templado a frío, con temperaturas que oscilan entre los 12°C y los 24°C (Pérez, 2007).

2.1.2.1 Zonas cafeteras del municipio de Chinácota

El municipio de Chinácota cuenta con un área cultivada de 441.60 Hectáreas distribuidas en 314 fincas y 302 caficultores. El 88% de las veredas destinan una parte de sus suelos al cultivo del café, el cual ocupa el segundo renglón en la actividad agrícola, con el 26,63% de área cultivada. El primer lugar del uso del suelo es para la siembra de pastos con destino al sector pecuario.

El plátano tiene el 8,47%, la caña el 5,38%, las hortalizas el 1,08%, el maíz el 0,49%, el tomate el 0,78%, la zanahoria el 0,18%, la cebolla el 0,20%; otros cultivos, como la yuca y los frutales ocupan el 3,95% del área agrícola (DANE, 2014).

2.1.3 Reseña de la Granja Blonay

Según Gabriel Gonzales (2020) el 2 de Agosto de 1.932 la Federación Nacional de Cafeteros, representada por el Comité Departamental de Norte de Santander, compró un predio agrícola en el Municipio de Chinácota llamado "Las Mercedes" de propiedad del Señor Marcelino Vale Villar, por valor de Nueve Mil Pesos Mcte (\$9.000) integrada por terrenos denominados Morretón y Urengue; predio que posterior fue llamado por la Federación "Granja Blonay"; con la cual se buscaba replicar ensayos del cultivo de café desarrollados por el centro de investigación de la Federación Nacional de Cafeteros llamado CENICAFE.

La Granja Blonay se encuentra localizada a: Latitud Norte 7° 47` y Longitud Oeste 72° 10`, altura sobre el nivel del mar desde 1200 a 1800, área de 175 Hectáreas con un 80% dedicado a zona protectora del recurso agua, ecotopo cafetero 303B, vereda Urengue Blonay, Municipio de Chinácota, Departamento Norte de Santander, Colombia.

Paralelamente a la investigación, en el año de 1.945 la Granja Blonay funcionó como escuela de Mayordomos en el departamento, donde se impartía capacitación sobre el manejo técnico al cultivo del café y su fomento.

En el año de 1.961 pasó a ser escuela de Prácticos de Extensión, con la primer promoción de 17 extensionistas para el Departamento y el Municipio de Chinácota; sus primeras actividades las desarrollaron en las campañas de suelos, Higiene rural y construcciones; en donde impartían capacitación para la planificación de fincas, producción de abonos orgánicos en fosas, construcciones de casas, establos, porquerizas y beneficiaderos de café.

Desde entonces la Granja Blonay ha servido como centro de capacitación de numerosos agricultores, técnicos agropecuarios, docentes rurales y urbanos, dirigentes institucionales, grupos no formales de agricultores, asociaciones, cooperativas, microempresas y empresas agropecuarias a nivel municipal y departamental. La Granja Blonay en la actualidad cuenta con instalaciones y logística, necesarias para impartir capacitación y albergar 60 cursillistas, ofrece espacios para desarrollar talleres en manejo de: Sistemas Agroforestales en el cultivo del Café, Sistemas sostenibles de Guadales, paseos ecológicos, agroturismo, producción de abonos orgánicos bajo sistemas de lombricultivos y compostaje, bancos de proteínas y forrajeras, viveros de café y forestales para sombra de café, laboratorios de producción de Hongos controladores biológicos (*Bauveria bassiana*), estación meteorológica.

En la actualidad la granja Blonay maneja proyectos de café comercial y de investigación en alianza con Cenicafé, el propósito ha sido desarrollar tecnologías propias para la región, en prácticas como densidad de siembra, fertilización, manejo de sistema agroforestal, implementación de variedades de café con resistencia a roya y generación de transferencia de

tecnología con productores del departamento, el reto es promover alta tecnología para maximizar la rentabilidad del caficultor Norte santandereano.

Cuenta con un área de café de 8,2 hectáreas sembradas, con lotes de variedades Castillo general, Castillo zona Norte y Cenicafe1, lotes de varias edades, con tratamientos de investigación en un 50% del área y el resto con manejo comercial, cuanta con una producción anual de 120 cargas de café pergamino seco. Con cosecha principal en el segundo semestre del año del 70% en los meses de octubre – noviembre y diciembre, y en primer semestre una travesía con el 30% en los meses de abril y mayo.

2.1.3.1 Caracterización de los lotes

Se denominó como “Lote uno” al área de la zona de estudio cuyo cultivo de café tenía entre 0 – 3 meses este se encuentra localizado a: Latitud Norte 7° 33` 33” y Longitud Oeste 72° 37` 09”, a una altitud de 1443 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) con una área de 9500 m² con una densidad de siembra de 1m entre plantas y 1.40m entre surco para un total de 6800 plantas de la Variedad Castillo con una edad de 4 años y un sombrero del 30%.

Figura 1

Ubicación espacial del lote uno

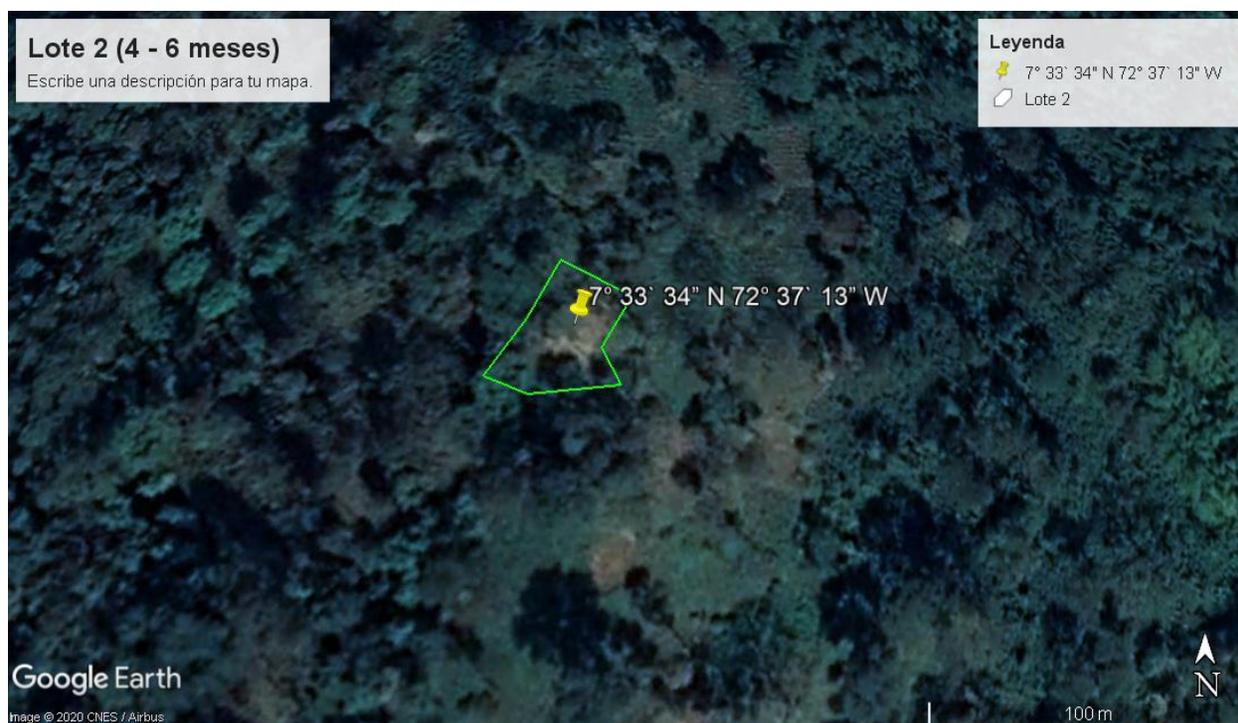


Tomada de Google Earth (2020).

Así mismo se denominó “Lote dos” al área cuyo cultivo tenía de 4 – 6 meses se encuentra localizado a: Latitud Norte $7^{\circ} 33' 34''$ y Longitud Oeste $72^{\circ} 37' 13''$, con una altitud de 1424 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), con una área de 10000 m^2 con una densidad de siembra de 1m entre plantas y 1.40m entre surco para un total de 7200 plantas de la variedad castillo con una edad de 4 años y un sombrío del 25%.

Figura 2

Ubicación espacial del lote dos.



Tomada de Google Earth (2020)

Por último, se denominó como “lote tres” al área donde el cultivo tenía de 7 – 8 meses se encuentra localizado a: Latitud Norte $7^{\circ} 33' 45''$ y Longitud Oeste $72^{\circ} 37' 16''$, con una altitud de 1335 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con un área de 7500 m^2 con una densidad de siembra de 1m entre plantas y 1.40m entre surco para un total de 5400 plantas de la variedad castillo con una edad de 4 años y un sombrío del 20%.

Figura 3

Ubicación espacial del lote tres.



Tomada de Google Earth (2020)

3 Marco teórico.

3.1 Generalidades del café

Se le conoce como planta de café, a un arbusto que se da en la región tropical perteneciente a la familia de las rubiáceas. Abarca 500 géneros y 8.000 especies. Uno de esos géneros es el Coffea, que lo constituyen árboles, arbustos, y bejucos, y comprende unas 10 especies civilizadas, es decir, cultivadas por el hombre y 50 especies silvestres. (Comité Departamental de Cafeteros del Norte de Santander, 2007)

El Café de Colombia, es un producto de alta calidad lo cual ha permitido el reconocimiento en el mercado internacional especialmente como una Indicación Geográfica Protegida (IGP), en Colombia entre ellos Unión Europea, Canadá, Estados Unidos y Suiza; Sin embargo dada la amplia variación en las características en la zona cafetera en términos de clima, suelo, sistemas de producción incluido los culturales, es posible que se presente una

segmentación y diferenciación de la producción cafetera como una estrategia de valor agregado a nivel de región (Villegas, *et al.*, 2015).

La planta de café es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza hasta 20-25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo. A libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad (Arcila, 2007).

El desarrollo del fruto del café, demora en promedio 7.5 meses y tiene 4 etapas bien marcadas: 1) dura 1.5 meses, donde el desarrollo del fruto es mínimo. 2) dura 2 meses, donde el fruto alcanza su máximo tamaño, las semillas contienen 85% de agua y 15% de sustancias sólidas 3) dura 2.5 meses, aumenta el volumen del fruto y las semillas contienen 55% de agua y 45% de sustancias sólidas 4) dura 1.5 meses donde se desarrolla la cáscara y el mucílago, el color verde del fruto cambia a color rojo y se desarrollan las sustancias aromáticas (Ocampo, Castañeda, & Velez., 2017).

3.1.1 Morfología de la planta de Café

El café es una planta de tallo recto y con ramificaciones laterales que disponen de atributos fructíferos. Esta conformación hace que la planta tenga una forma apta para la cosecha de los frutos de una manera fácil y rápida.

3.1.2 Clasificación Taxonómica del café

Tabla 2.

Clasificación Taxonómica del Café

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta

Clase	Dicotyledonease
Subclase	Asterales
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	Arábica
Nombre científico	<i>Coffea arabica</i>

Tomada de. (Bustillo A. E., 2006)

3.1.2.1 Raíces.

La raíz central es pivotante, su longitud en una planta adulta es de 50 a 60 cm aproximadamente, las raíces secundarias (de sostén y laterales) se originan a partir de la pivotante; de las secundarias, generalmente se desarrollan los pelos absorbentes que, en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrientes del suelo (Ciriaco, 2012).

Figura 4

Raíz del Café.



Nota: cuerpo radicular en óptimo estado de desarrollo del café. Tomado de (Silva, 2018)

3.1.2.2 Tallo.

La planta del cafeto está compuesta generalmente de un solo tallo, o eje central que presenta dos tipos de crecimiento: uno que hace crecer la planta de forma vertical y otro en forma horizontal. El tallo central se desarrolla por una zona de crecimiento en el ápice del tallo y en el mismo se forman nudos y entrenudos (Silva, 2018).

Figura 5

Tallo de la Planta de Café.



Nota: cuerpo del tallo con entrenudos definidos. Tomada de (Silva, 2018).

3.1.2.3 Hojas.

Las hojas se desarrollan en las ramas laterales en un mismo plano y en posición opuesta. Posee un pecíolo corto, convexo en la parte inferior y plano en la parte superior; con una textura fina, fuerte y ondulada. Su forma puede ser ovalada o lanceolada con tonalidades verdes brillantes a verde mate en el envés. Su tamaño puede variar de 7 a 15 cm de largo como se observa en la (¡**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (Silva, 2018).

Figura 6

Hoja de la Planta de Café.



Nota: hojas jóvenes de la planta de café. Tomada de (Silva, 2018).

3.1.2.4 Inflorescencias.

En la (Figura 7) las flores son pequeñas de color blanquecino y con fragancia cuya corola en forma de tubo está formada por la unión de cinco pétalos. El número de pétalos de las flores varía dependiendo de la variedad, se han contabilizado entre 4 y 9. Se localizan en las axilas de las hojas de las laterales y puede ser alógamas o autógamas.

Figura 7

Inflorescencia de la Planta de Café.



Nota: flores del cafeto en el momento de la antesis. Tomada de (Silva, 2018).

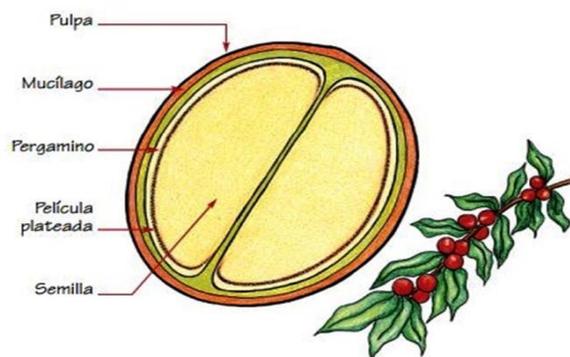
3.1.2.5 Fruto.

El fruto es lo que se denomina drupa de forma elipsoidal como se observa en la (Figura 8). Este contiene normalmente dos semillas planas, convexas separadas por un tabique interno

del ovario. Pueden presentarse tres semillas o más en casos de ovarios tricelulares o pluricelulares. El fruto es de color verde al inicio, luego se torna amarillo y finalmente rojo. Aunque pueden madurar a color amarillo en algunas variedades (Silva, 2018).

Figura 8

Composición del Grano de Café.



Nota: El fruto de café con sus partes internas que la conforman. Tomada de (Silva, 2018).

3.1.2.6 Fenología del Fruto del Café.

El crecimiento del fruto de café está dividida en cuatro etapas a saber (Figura 9)

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.

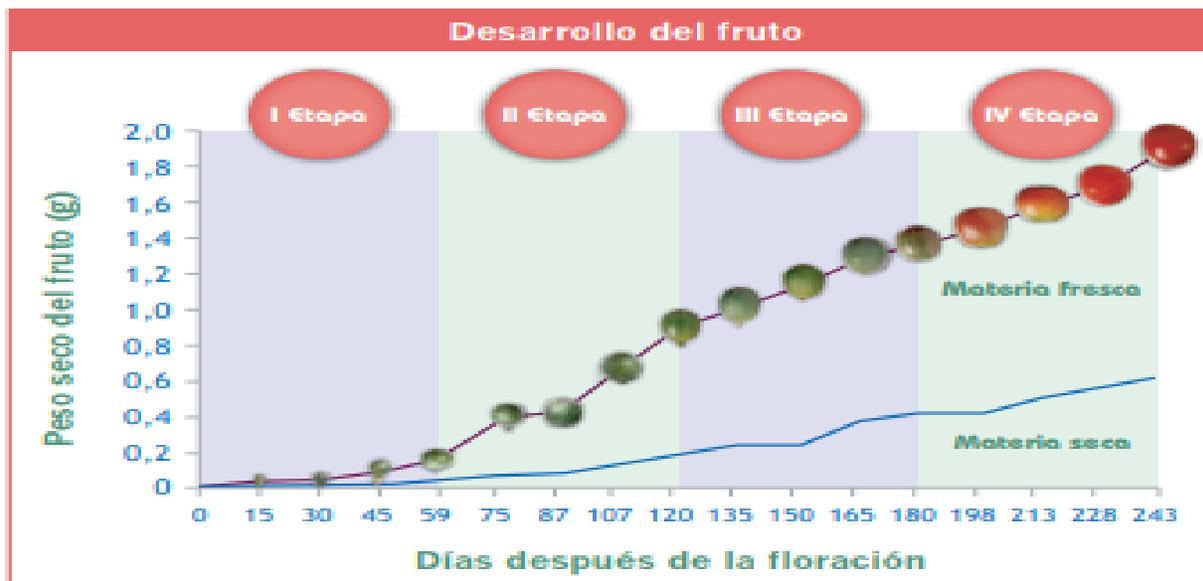
Etapa III. Transcurre entre los 120 y 180 días, la semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.

Etapa IV. Transcurre entre los 180 y los 224 días, el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

Las etapas II y III son las etapas de mayor demanda de agua y de nutrientes del fruto, y es donde se debe garantizar la mayor disponibilidad de ambos factores (Arcila, Farfán, Moreno, Salazar, & Hincapié, 2007)

Figura 9

Gráfico con las Etapas de Desarrollo del Fruto de Café



Nota: se observan las cuatro etapas del fruto después de los días de floración. Tomada de (Arcila, *et al.*, 2007).

3.2 Variedades de Café.

En Colombia las variedades se clasifican en porte alto y de porte bajo, hablaremos de las más comunes en la región cafetera.

3.2.1 Típica.

La variedad Típica tiene las hojas nuevas o cogollo de color bronceado o rojizo, las hojas son de forma alargada. También se le llama arábigo, pajarito o nacional. Es susceptible a la roya, tiene mayor porcentaje de granos grandes que las variedades Caturra y Borbón. Se siembran hasta 2.500 árboles por hectárea (Echeverri, 2004).

Figura 10*Planta de Café de la Variedad Típica*

Nota: Planta en estado fructificación. Tomada de (Echeverri, 2004)

3.2.2 Variedad Colombia.

Variedad de porte alto, es muy parecida al Caturra en cuanto a tamaño y forma del árbol, pero tiene resistencia a la roya del cafeto el cogollo de las plantas es bronceado, la producción es igual o superior a la de Caturra, el tipo de grano y la calidad de la bebida son similares a las otras variedades de café arábigo (Echeverri, 2004).

Figura 11*Planta de Café de la Variedad Colombia.*

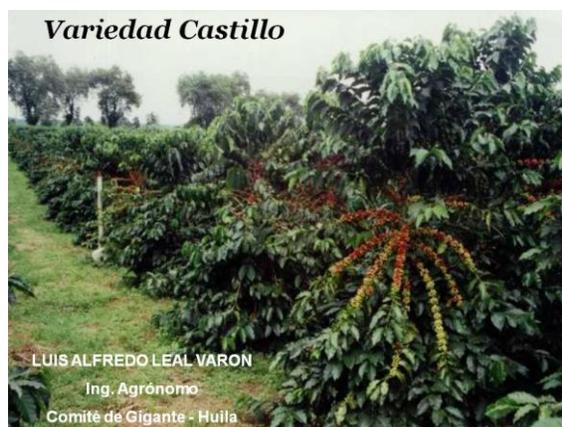
Nota: la planta se encuentra con excelente área foliar. Tomada de (Echeverri, 2004).

3.2.3 *Castillo*

Esta variedad fue desarrollada por CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones en Café) mediante la investigación de dos variedades ya conocidas y aceptadas por los caficultores. La caturra por su alta capacidad de producción en un espacio menor en comparación con las otras variedades y la variedad Timor que tiene entre muchas cualidades la resistencia a la roya del cafeto y a la enfermedad de las cerezas. Esta variedad combina dos cualidades de individuos con características genéticamente deseables y que trae como beneficios una producción más limpia en el café por la baja aplicación de controles contra las enfermedades, el tamaño de sus granos es superior al 80% de café supremo y la calidad (sabor, aroma, etc.) es similar a la de las otras variedades colombianas.

Figura 12

Plantación de Café de la Variedad Castillo



Nota: Plantas en excelente fructificación. Tomada de (Echeverri, 2004).

3.3 Plaga broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari)

3.3.1 Clasificación taxonómica

Tabla 3

Clasificación Taxonómica de la Broca

Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Familia	Curculionidae
Subfamilia	Scolytinae
Género	<i>Hypothenemus</i>
Especie	Hampei (Ferrari)

Tomada de (Bustillo Á. , 2007).

3.3.2 Sinonimia.

Cryphalus hampei Ferrari, 1867.

Stephanoderes coffeae Hagedorn, 1910.

Xyleborus coffeivorus Van der Weele, 1910.

Stephanoderes cooki Hopkins, 1915.

Xyleborus coffeicola Campos Novaes, 1922.

Stephanoderes punctatus Eggers, 1924.

3.3.3 Ciclo de vida.

La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), es un insecto que presenta un ciclo de vida o metamorfosis holometábola, presentando los siguientes estadios de desarrollo (Cárdenas *et al*, 2007).

Huevo. Es de forma ligeramente elíptica, blanquecino recién ovipositado y a medida que avanza la embriogénesis se torna hialino y túrgido, luego de color amarillo y de aspecto rugoso. Mide

aproximadamente 0,83 mm o más de largo por 0,45 mm de ancho. El periodo de incubación es de 6 días (Figura 13)

Larva. Tiene el aspecto y color de un grano de arroz blanco. Es más o menos recta, ligeramente deprimida en su parte ventral y conforme crece esta depresión se acentúa y se va encorvando de grado en grado hasta tomar la forma de C. Tiene consistencia suave y la cabeza es bien notoria. En el tórax se distinguen con facilidad sus tres segmentos y el cuerpo esté cubierto por setas largas. Miden de 1,17 a 1,75 mm de largo por 0,37 a 0,58 mm de ancho. Las larvas hembras sufren dos mudas en tanto que los machos solamente una. El periodo larval es de 14 días (Figura 13),

Prepupa. Es muy parecida a la larva de último instar con la cual se diferencia por su escasa movilidad y la aparición de los tres segmentos bien definidos, esto es cabeza, tórax y abdomen. El periodo prepupal dura de 2 a 3 días (Figura 13)

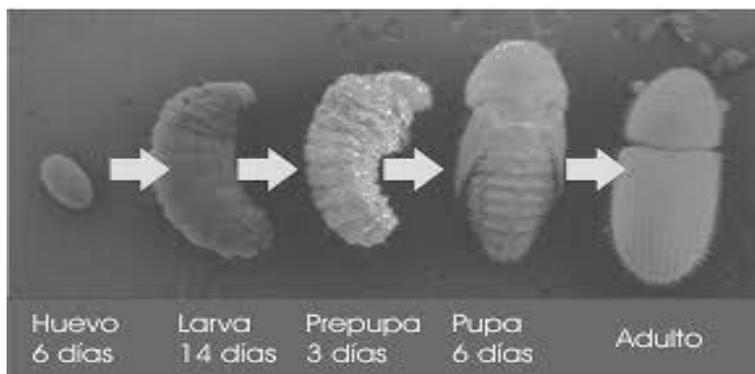
Pupa. Es de color blanco lechoso se torna amarillenta y oscura a medida que avanza su desarrollo. Son bien notorios la cabeza, ojos, antenas, aparato bucal, alas y patas. La ninfosis dura de 6 a 8 días, (Figura 13)

Adulto. Es un gorgojo del tamaño de la cabeza de un alfiler que mide de 1,5 a 1,7 mm de largo, de color negro, alas anteriores o élitros con estrías cubiertas de pelos o setas muy finas y cortos que crecen hacia atrás. Los machos son más pequeños que las hembras, de color más claro y con alas membranosas rudimentarias (no vuelan), en tanto que en las hembras el par de alas son tan desarrolladas que le permiten volar ciertas distancias. Tanto el macho como la hembra tienen la cabeza globular, bastante escondida dentro del protórax que es semiesférico. Las antenas son pequeñas, con cinco segmentos del tipo geniculado con setas en el extremo macizo. El periodo

de los machos es de 75 días y la de las hembras de 105 a 156 días, de los cuales 136 son activos para la reproducción (Figura 13)

Figura 13

Estado de Desarrollo de la Broca.



Tomada de (Cárdenas *et al.*, 2007).

3.3.4 Daños de la Broca

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) es el principal insecto plaga del café en Colombia y ocasiona pérdidas que ameritan su control. La broca del café es una plaga muy compleja debido a que puede causar varios tipos de daño. En primer lugar Caída de frutos pequeños el cual disminuye los volúmenes de producción, en segundo lugar. Pérdidas en peso donde afecta el factor de rendimiento) y en tercer lugar Pérdidas en calidad afectando el precio de venta del café. Estos daños son percibidos directamente por el caficultor al ver reducidos significativamente sus ingresos (FNC 1995).

3.3.5 Daño de acuerdo a la posición de la Broca

Según (Bustillo Á. , 2007) para identificar en qué posición se encuentra la broca se deben tener en cuenta las siguientes características. La posición A se refiere a una broca que inicia la perforación del fruto; la posición B muestra una broca en el canal de penetración; en la posición

C la broca está perforando la almendra; y finalmente la posición D muestra una broca con su descendencia (huevos, larvas y pupas),

A continuación en la (Figura 14) se observa cómo se clasifica la broca de acuerdo a su posicionamiento en el fruto de café.

Figura 14

Clasificación de la Broca Según Estado de Posicionamiento.



Tomada de (Bustillo Á. , 2007).

4 Marco legal.

Para la realización del trabajo de grado de un estudiante de la Universidad de Pamplona debe seguir los lineamientos del reglamento estudiantil según el acuerdo número 186 del 02 de Diciembre de 2005.

CAPÍTULO VI. TRABAJO DE GRADO

Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.
- d. Formular y evaluar proyectos.
- e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión (Zoraya Caceres, 2018).

Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

Investigación: comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta

modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación (Zoraya Caceres, 2018).

RESOLUCIÓN No. 2581. Por la cual se establecen medidas de carácter fitosanitario para el Manejo de la Broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) y se dictan otras disposiciones.

PARAGRAFO SEGUNDO.- La aplicación de dicho tratamiento deberá constar en un documento que se denominará “Certificado de tratamiento fitosanitario” el cual será expedido por la Entidad que autorice o delegue el ICA para tal efecto.

ARTÍCULO TERCERO. Los cafetales abandonados con o sin broca deberán ser sustituidos, renovados o erradicados para evitar que se conviertan en focos de infestación. Entiéndase por sustitución el cambio de explotación de café por otro renglón de producción agropecuaria. La renovación es la tecnificación del cultivo a través del zoqueo o nuevas siembras. La erradicación consiste en la eliminación total del cultivo. Para cada una de las acciones anteriores, se seguirá el procedimiento técnico establecido por la Federación Nacional de Cafeteros y el ICA (ICA, 1995).

RESOLUCIÓN No. 00321. Por la cual se establecen disposiciones de carácter fitosanitario para la renovación o eliminación de cafetales que presentan infestaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari.) y se dictan otras medidas.

Que la plaga denominada “Broca del Café” (*Hypothenemus hampei* Ferrari.) es un serio limitante para el cultivo y atenta contra la economía cafetera del país. Que para mantener competitiva la caficultura colombiana es necesaria la renovación periódica de los lotes de café, como una de las prácticas de manejo agronómico del cultivo, en toda el área geográfica en donde

existan lotes de café con infestaciones de broca, que de no hacerse la renovación o la eliminación de los lotes de café siguiendo las recomendaciones producto de la investigación, se corre el peligro de permitir la multiplicación y reproducción de la broca en ramas con frutos dejados en los lotes y acelerar la diseminación de las poblaciones de broca a otros lotes de la finca o a fincas vecinas (ICA, 1999).

5 Metodología.

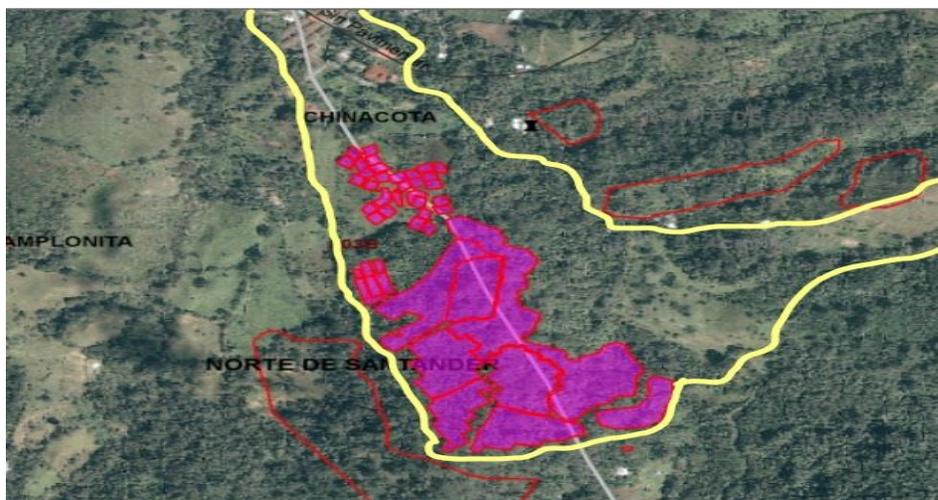
5.1 Diseño metodológico

La investigación se llevó a cabo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2020 en el municipio de Chinácota Norte de Santander, precisamente en la Granja Blonay.

Se tomaron tres lotes de café con diferente estado de desarrollo del fruto de 0 a 3 meses “el fruto se encuentra en un lento crecimiento adquiriendo tamaño y forma”, de 4 a 6 meses “el fruto adquiere su tamaño final y consistencia solida total en la almendra y gana peso tornando un color verde”, de 7 a cosecha “el fruto se encuentra desarrollado y comienza a madurar en gran mayoría con un color rojo intenso o amarillo”. Se tomaron 25 árboles de cada lote en forma de Zig-Zag (Figura 16), tomando una rama productiva en este caso del tercio medio de la (Figura 17), se realizó el respectivo conteo de todos los frutos en la rama y los que se encontraban en el suelo e identificando los brocados, estos datos se registraron en una planilla (Anexo 1) de igual manera se tomaron frutos brocados de cada planta, se realizó una disección de los frutos para el porcentaje de acuerdo la posición en la que se encontraba la broca como lo muestra la (Figura 14) en los tres lotes.

Figura 15

Georreferenciación de la Granja Blonay.



Tomada de Google Earth (2020).

5.2 Métodos y herramientas de medición

El levantamiento de los datos se hizo mediante el método de Zigzag para cada uno de los tres lotes cada 8 días durante 12 semanas, utilizando una planilla para registrar los datos en cuestión de monitoreo de broca, para observar la posición de la broca se emplearon herramientas como bolsas transparentes para recolección de los frutos brocados y un bisturí para la disección de los mismos y así se determinó su posición. Se empleó un GPS para determinar la ubicación y del área de estudio.

De forma complementaria se tuvieron en cuenta los datos meteorológicos de la estación automática de la Granja Blonay donde se llevó un registro de las variables más importantes con el fin de ver la dinámica de la broca con respecto al clima.

Figura 16

Representación del Método Realizado.



Nota: Forma como se realizó el monitoreo de broca. Tomada de (Bustillo Á. , 2007).

Figura 17

Parte Evaluada de la Planta.



Fuente. Archivo propio Rincón & Molina (2020).

5.3 Procesamiento de la información

Los datos generados durante éste estudio se tabularon en una matriz de Excel para su fácil manejo en los softwares estadísticos.

Después de tener los datos en la planilla se hallaron los porcentajes de infestación por cada lote durante las 12 semanas empleando una formula como se observa en la (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), con estos datos se determinó un promedio total por cada

lote, logrando el porcentaje de infestación de la broca en el tiempo estipulado. Para la posición de la broca los datos obtenidos por cada lote se les calcularon un porcentaje realizando una regla de tres teniendo en cuenta el 100% el número de frutos recolectados por lote y se tuvo en cuenta el porcentaje de posición que mayor incidencia tuvo durante el tiempo en cada lote.

Los datos se tabularon en Excel con el fin de visualizar gráficamente las muestras obtenidas en campo donde se elaboraron diagramas de caja utilizando los datos recopilados durante las 12 semanas ordenados del menor al mayor, y determinado la mediana con el fin de ver si existían diferencias significativas entre los datos por medio de análisis de varianza Test de (Tukey). Y de igual forma determinar cuál de los tres lotes fue más significativo frente a la infestación de broca y su posición.

5.4 Análisis estadísticos

Con el fin de conocer el porcentaje de infestación para cada lote durante las 12 semanas de muestreo se aplicó la fórmula de infestación de broca (Figura 18), con estos datos se determinó un promedio total por cada lote, logrando el porcentaje de infestación de la broca en el tiempo estipulado.

Para la posición de la broca los datos obtenidos por cada lote se les calcularon un porcentaje realizando una regla de tres teniendo en cuenta el 100% el número de frutos recolectados por lote y se tuvo en cuenta el porcentaje de posición que mayor incidencia tuvo durante el tiempo en cada lote.

Después de esto para hallar el nivel de infestación por broca para el muestreo de las 25 ramas se estimó con el porcentaje de frutos infestados con relación al número total de frutos evaluados de esta manera.

Figura 18*Porcentaje de Infestación de la Broca*

$$\text{Porcentaje de Infestación (\%)} = \frac{\text{Numero de frutos brocados}}{\text{Número de Frutos Totales}} \times 100$$

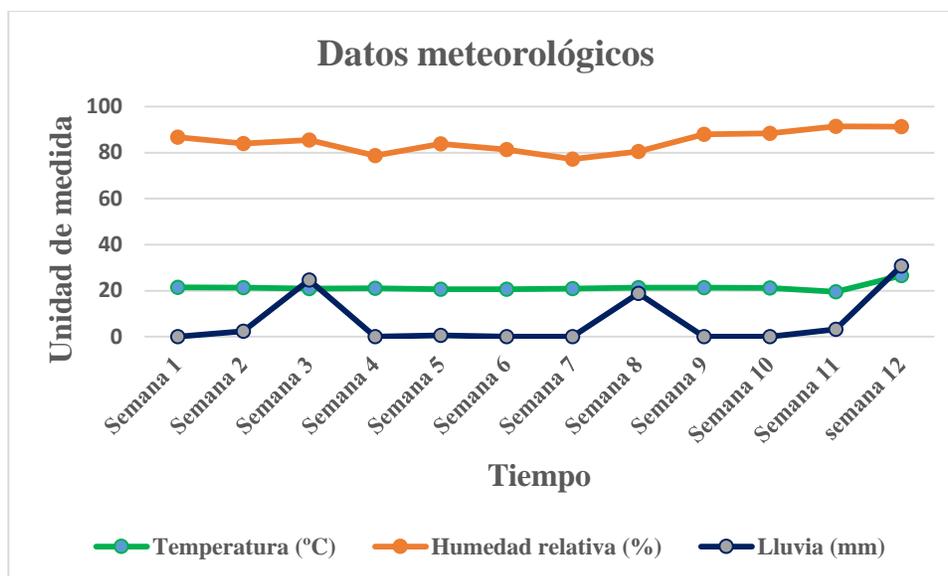
Tomada de. (Arcila, 2007).

6 Resultados y discusión**6.1 Variables agroclimáticas de la Zona de Investigación**

Un factor principal para la evaluación de broca es el clima por esto se tuvo en cuenta las principales variables agroclimáticas de la zona debido a que influyen de manera indirecta en la dinámica de la población de broca en el cultivo de café

En la (Figura 19) se observan las tres variables más determinantes como son temperatura, humedad relativa y lluvia las cuales influyen para el desarrollo de la broca en café, se tomó un promedio durante las 12 semanas para observar y determinar cómo se comportaba el clima de acuerdo a los datos obtenidos, podemos apreciar que la temperatura se mantiene durante todo el tiempo, la humedad relativa la encontramos en porcentaje muy por encima de la temperatura en un rango del 80 y 100%, con respecto a las lluvias se observan tres semanas bien marcadas donde hubieron lluvias constantes durante la semana llegando a los 30 mm al día.

Figura 19*Variables Agroclimáticas*



Tomada de. CENICAFE (2020).

La reproducción y ataque de la broca están ligados con el clima donde se encuentre, según (Benavides, 2010), la broca durante meses de sequía disminuye el ciclo de vida y aumenta su nivel de reproducción en mayor cantidades en menores tiempos, y en periodos lluviosos hay mayores factores de mortalidad se reproduce menos y se dispersa menores cantidades por esto tuvimos en cuenta la dinámica de las lluvias y los periodos secos durante las semanas y podemos ratificar esta afirmación por los datos obtenidos en nuestra investigación.

6.2 Porcentaje de infestación en los tres lotes

De acuerdo a la (Tabla 4), podemos apreciar los porcentajes de infestación de la broca en cada uno de los lotes durante las 12 semanas de muestreo en promedio, con referente al lote de 0 a 3 meses el nivel más alto de infestación fue de 0,86 % siendo en la última semana, y el más bajo en la primer semana con un 0,16%. El lote de 4 a 6 meses presentó un aumento exponencial en el porcentaje de infestación llegando al 1,99% en la semana 11 y el porcentaje más bajo lo presentó en la semana 1 con un 1,18%. El lote de 7 a 8 meses presentó un porcentaje de infestación de 2,22% en la semana 11 muy similar al del lote de 4 a 6, en la semana 1 presentó el

porcentaje más bajo con el 1.13%. Los estudios realizados en Colombia han demostrado que no se pueden permitir niveles superiores al 5% durante la cosecha para producir café tipo Federación es decir para exportación, sin embargo, cuando no hay cosecha, debido a la dinámica de la broca, estos niveles se deben mantener por debajo del 2%. En nuestros resultados presentamos el porcentaje de infestación más alto en el lote de 7 a 8 meses, con un 2,22% el cual no es un problema en este cultivo porque este lote estaba en cosecha, pero se debe tener cuidado al momento de realizar la cosecha y recolectar todos los frutos tanto del árbol como del suelo para evitar mantener la broca y que culminen su ciclo biológico.

Tabla 4

Infestación de Broca en los Tres Lotes. Rincón & Molina (2020).

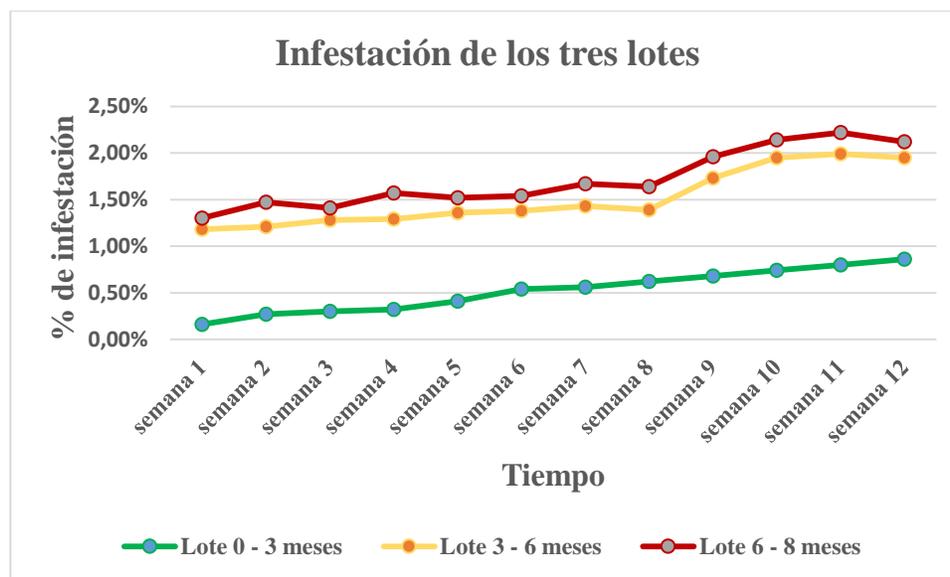
Semanas	Porcentaje de infestación		
	Lote 0 - 3 meses	Lote 4 - 6 meses	Lote 7 - 8 meses
Semana 1	0,16%	1,18%	1,30%
Semana 2	0,27%	1,21%	1,47%
Semana 3	0,30%	1,28%	1,41%
Semana 4	0,32%	1,29%	1,57%
Semana 5	0,41%	1,36%	1,52%
Semana 6	0,54%	1,38%	1,54%
Semana 7	0,56%	1,43%	1,67%
Semana 8	0,62%	1,39%	1,64%
Semana 9	0,68%	1,73%	1,96%
Semana 10	0,74%	1,95%	2,14%
Semana 11	0,80%	1,99%	2,22%
Semana 12	0,86%	1,95%	2,12%

El porcentaje de infestación es muy importante evaluarlo en todos los cafetales para tomar decisiones y evitar pérdidas en la producción, pero de igual forma debemos conocer su dinámica

durante el tiempo, en la (Figura 20) se observa una gráfica con los datos obtenidos de infestación de broca cada semana en los tres lotes monitoreados presentando menor infestación en el lote de 0 a 3 meses y un mayor porcentaje de infestación en el lote de 7 a 8 meses.

Figura 20

Grafica del porcentaje de infestación en los tres lotes.



Elaborado por Rincón & Molina (2020).

En el lote 1 (0 – 3 meses) se observa el porcentaje de infestación más bajo al inicio del primer muestreo, esto se debe a que el fruto se encontraba muy pequeño y no era de preferencia por la broca, a medida que paso el tiempo fue aumentando el porcentaje, en la semana 3 y 4 se mantuvo la infestación porque en esta semana se presentaron precipitaciones (Figura 19) el cual no le permitió que la broca realizara su ataque, durante el resto de semanas fue aumentando el porcentaje gracias a que los frutos iban tomando mayor volumen y peso lo cual son favorables para que la broca tenga un mejor habitat para su desarrollo. (Benavides, 2010) Menciona que los cultivos sin sombrero son más susceptibles al ataque de broca y los cultivos bajo sombra les permite ser más resistentes al ataque con relación al lote presentaba sombrero del 25%.

El lote 2 (4 – 6 meses) presentó un crecimiento en el porcentaje de infestación muy similar al lote 3, durante el tiempo de investigación se mantuvo en constante crecimiento pero se evidencia un decreciente porcentaje en la semana 8 no muy marcado, esto se debe a la presencia de lluvias en esta semana lo cual limita el ataque, esto mismo sucedió en los tres lotes evaluados y podemos analizar que la broca no tolera las lluvias las cuales no son favorables para su desarrollo. (Benavides, 2010) Relata que los frutos después de 120 días producen unos olores volátiles los cuales son percibidos por la broca donde localiza al huésped y se dirige hacia ellos siendo expuestos más fácilmente a que sean atacados por la broca en este estado de desarrollo. El lote de 7 a la cosecha más exactamente presentó el porcentaje de infestación más alto en la semana 11, durante el tiempo de investigación se mantuvo en constante ascenso sobresaliendo del porcentaje de infestación del lote 2 (4 -6 meses) pero como en todos los lotes en la semana 8 se presentó un descenso en su infestación pero luego aumento en la siguiente semana. (Rodríguez, *et al*, 2015) mencionan que el ataque de broca es mas notoria en época de cosecha y prefieren los frutos de color rojo aunque atacan desde la formacion de los frutos hasta la maduracion pero en nuestro caso se cumple esta afirmacion, porque fue el lote mas afectado por la broca con referente a los otros lotes, es importante aclarar que este lote no se permitio cosechar ningun fruto para poder realizar con mayor veracidad nuestra investigacion.

6.3 Posición de la broca (*Hypothenemus hampei*)

Tabla 5

Promedio de Posición de la Broca en los Tres Lotes. Rincón & Molina (2020)

Promedio de posición		
Lote	Posición	Porcentaje (%)
0 - 3 meses	A	72%

4 - 6 meses	C	45%
7 - 8 meses	D	43%

La posición de la broca en un fruto de Café es importante determinarla para tomar decisiones que pueden favorecer los costos de producción y la cosecha de un cultivo. En la (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) nos muestra las posiciones que tuvieron mayor porcentaje en cada lote durante las 12 semanas de muestreo. Cuando los niveles de infestación lo ameriten y una proporción alta (<50%) de los frutos infestados se encuentran con la broca penetrando o en el canal de penetración (posiciones A y B), se justifica tomar medidas de control (Bustillo Á. , 2007). En este caso en el lote de 0 a 3 se pueden realizar controles biológicos y químicos para el control de esta plaga porque se encuentran esperando que el fruto obtenga su consistencia óptima para que la broca realice su ovoposición. Las posición C se vio reflejada en el lote de 4 a 6 mes puesto que el fruto se encuentra en su mejor habitat para su reproducción y ya comienza a penetrar la almendra como lo indica (Arcila A. , 2018) y la posición D la presentó el lote de 7 a 8 meses donde ya la broca se encuentra posicionada en la almendra y podemos encontrar generación en ella y es muy común encontrar esta posición en granos maduros por ello ratificamos esta afirmación por (Arcila A. , 2018) donde nos habla sobre la gran mayoría de brocas en posición D en frutos que estén listos para cosechar.

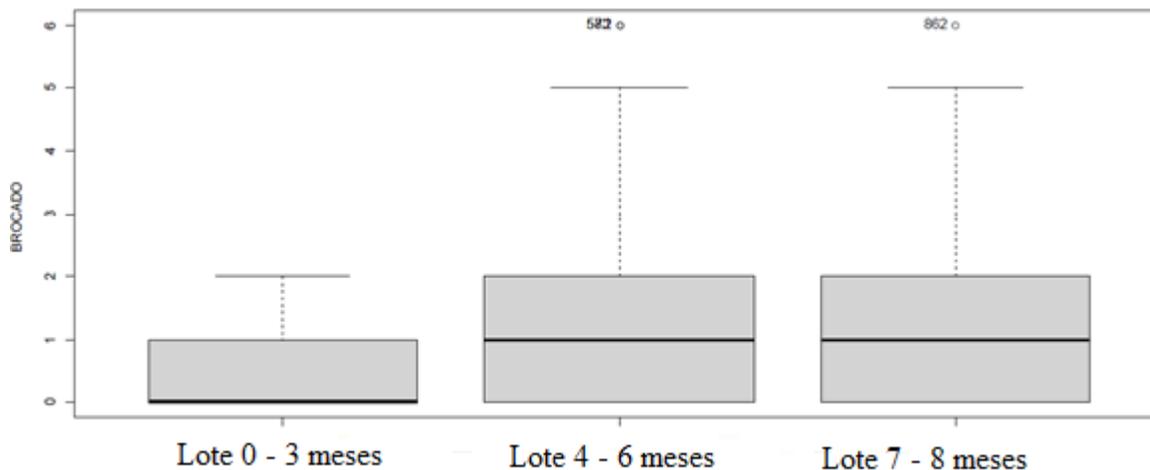
6.4 Análisis de datos estadísticos

6.4.1 Diagrama de cajas y análisis de varianza de frutos brocados en los tres lotes.

El diagrama de cajas nos muestra que existe una diferencia entre la cantidad de frutos brocados en el lote uno (0 – 3 meses) con respecto a los otros dos lotes, a su vez dichos lotes no presentaron diferencias significativas entre los mismos. El análisis de varianza Test de Tukey indicó que si hubo diferencia significativa con un p valor = < 0,0001.

Figura 21

Diagrama de Cajas de los tres Lotes



Nota: Diagrama de cajas para los frutos brocados en los tres lotes, con una significancia de p-valor $\leq 0,0001$.

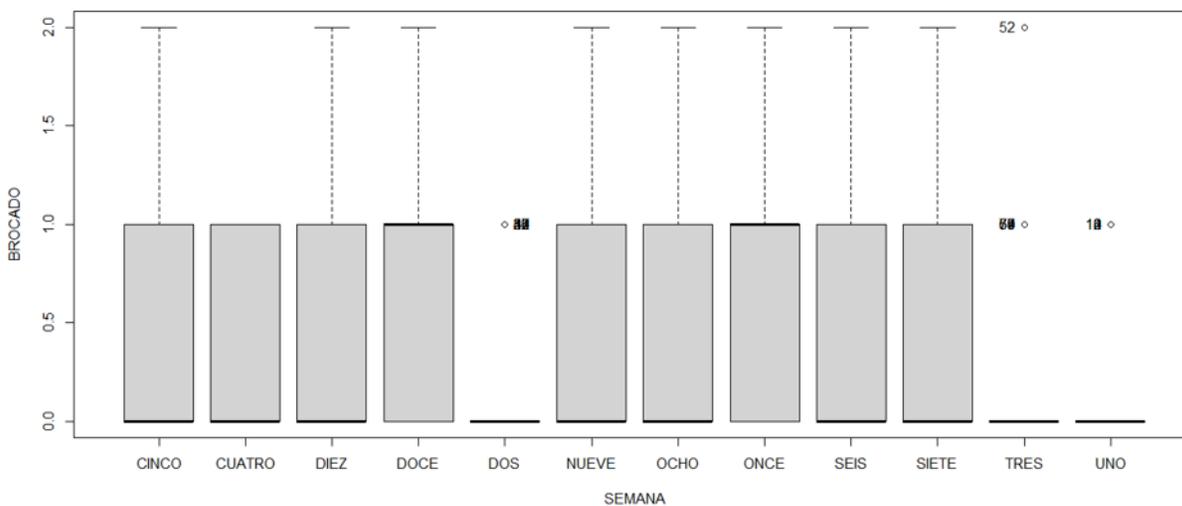
Es importante determinar por qué no existió diferencia en el lote de 0 a 3 meses, un factor es la fenología del fruto según (Arcila A. , 2018) las brocas prefieren frutos con edades mayores a 120 días porque son frutos que se encuentran con más del 20% de su peso seco donde las brocas pueden llegar y penetrar la almendra, este lote evaluado se encontraba en un promedio de 50 a 100 días después de la floración y se pudo determinar que no fueron de preferencia para su ataque porque son frutos que se encontraban en periodo de desarrollo bajo y en un porcentaje menor del 20% de su peso seco.

6.4.2 Comparación de frutos brocados de 0 a 3 meses.

Se observa en la (Figura 21) la comparación de los frutos brocados durante las doce semanas, el software ordena las cajas alfabéticamente, allí se puede observar, que no existen diferencias significativas con respecto al número de frutos brocados en el transcurso de las 12 semanas.

Figura 22

Diagrama de Cajas del Lote de 0 - 3 Meses



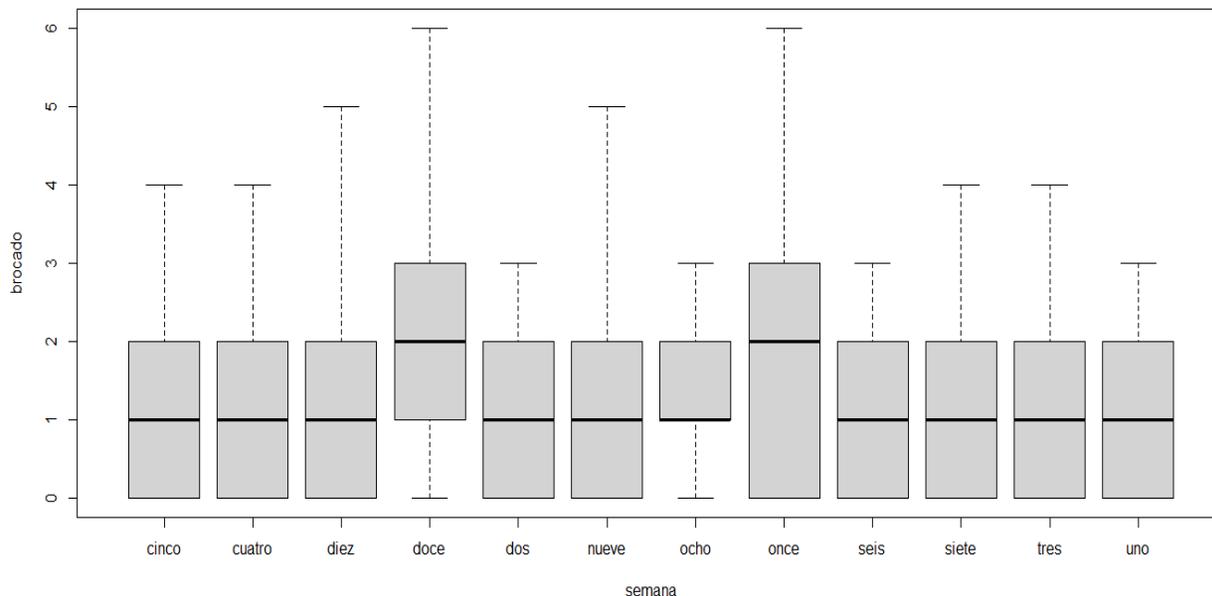
Nota. Diagrama de cajas para los frutos brocados en el lote uno (0-3 meses) durante las doce semanas, con una significancia de p-valor = 0.0344.

6.4.3 Comparación de frutos brocados de 4 a 6 meses

Con respecto a la cantidad de frutos brocados en el lote dos durante las doce semanas (Figura 23) se determinó que no hay diferencias significativas en el número de frutos afectados.

Figura 23

Diagrama de caja del Lote de 4 - 6 Meses



Nota. Diagrama de cajas para los frutos brocados en el lote dos (4-6 meses) durante las doce semanas, con una significancia de p-valor = 0.4095.

Es importante determinar los frutos brocados en cada semana por lote evaluado en este caso observamos en la (Figura 23) las semanas evaluadas con respecto a los frutos brocados, estos análisis los realizamos con el fin de determinar si hay diferencias significativas en cada semana o no existe en este caso no hay diferencia significativa en los frutos brocados esto quiere decir que el aumento de porcentaje de infestación den las doce semanas no fue significativo y se mantuvo en un promedio poco variable, es importante resaltar que en los frutos sanos si existió diferencia porque los monitoreos se realizaban en forma de azar y algunas ramas de las plantas eran más productivas que otras.

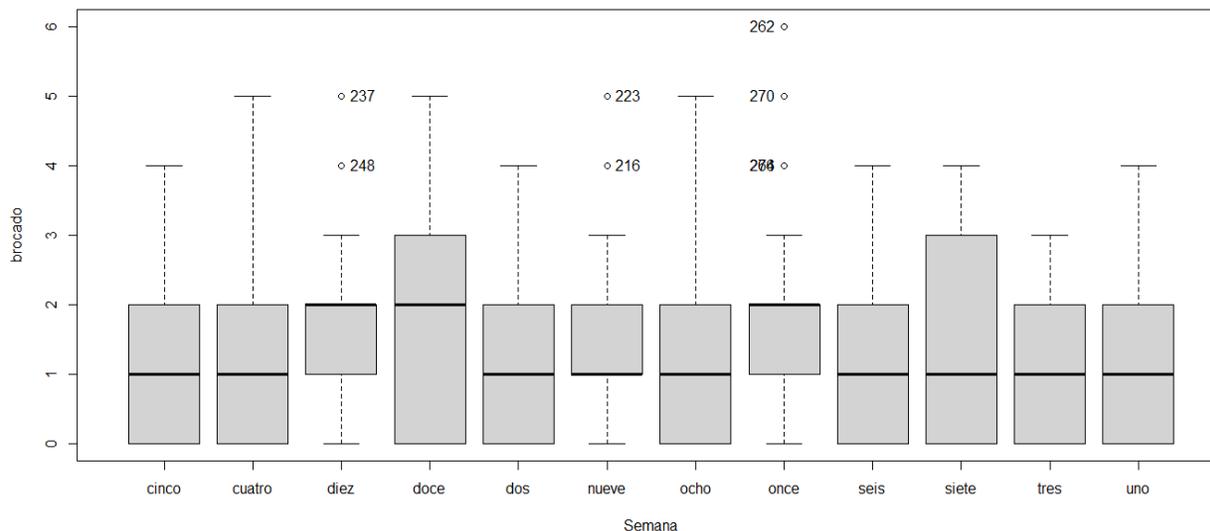
6.4.4 Comparación de frutos brocados de 7 a 8 meses

El lote de 7 a 8 meses por lo general la gran mayoría de sus frutos se encontraron maduros en un estado de cosecha en nuestro lote de investigación no se permitió cosechar con el fin de evaluar de la mejor manera la broca en la (Figura 25) nos muestra la dinámica de comparación en los frutos brocados durante las 12 semanas y los diagramas de cajas nos muestran que no hubo

diferencia significativa durante el tiempo, esto quiere decir que la broca no tuvo un porcentaje de infestación diferencial en ninguna semana siempre se mantuvo moderado a pesar las variaciones climáticas que hubo en algunas semanas a razón de lluvias y cambios de temperatura.

Figura 24

Diagrama de Cajas del Lote de 7 - 8 Meses



Nota. Diagrama de cajas para los frutos brocados en el lote tres (7-8 meses) durante las doce semanas, con una significancia de p-valor = 0.5798.

6.4.5 Comparación en frutos brocados y sanos

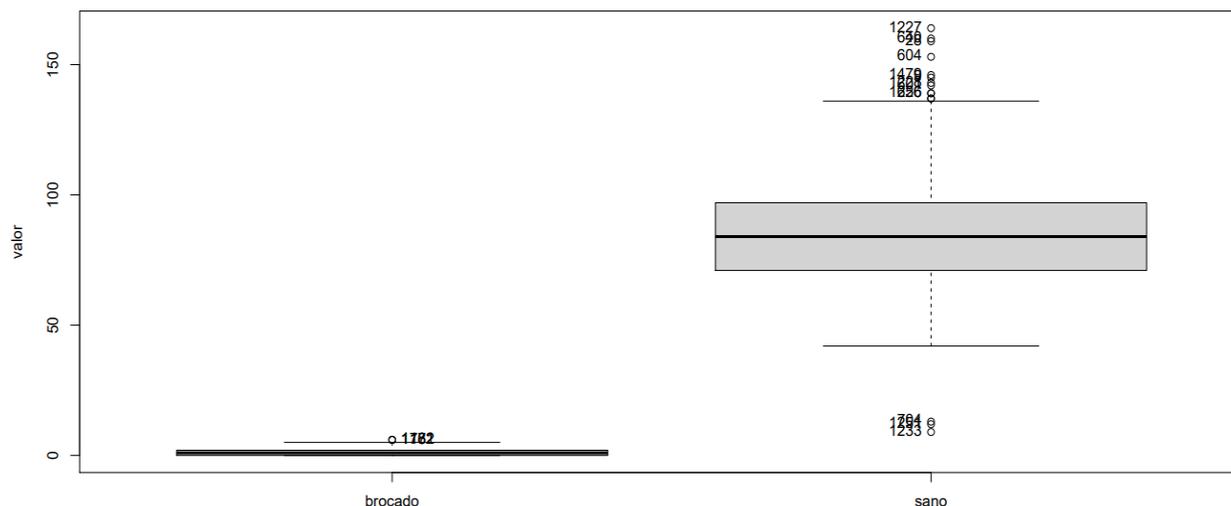
La relación de los frutos brocados con los frutos sanos (Figura 25) nos muestra una diferencia significativa, hay mayor cantidad de granos sanos con respecto a los granos brocados de cada rama evaluada en todos los lotes y muestreos realizados.

Con respecto a los tres lotes la prueba de varianza mostró que no existió diferencia significativa con según los granos brocados en ningún lote durante las semanas, esto no quiere decir que no la hubo, si existió solo que en ninguna semana existió un aumento acelerado o

desacelerado en el ataque, lo cual no la hace ser en este caso un problema grave de infestación de broca en ningún estado fenológico del grano.

Figura 25

Diagrama de Cajas Frutos Sanos vs Frutos Brocados



Nota. Diagrama de cajas para los frutos sanos vs frutos brocados en el presente estudio durante las doce semanas, con una significancia de p-valor = <0.0001.

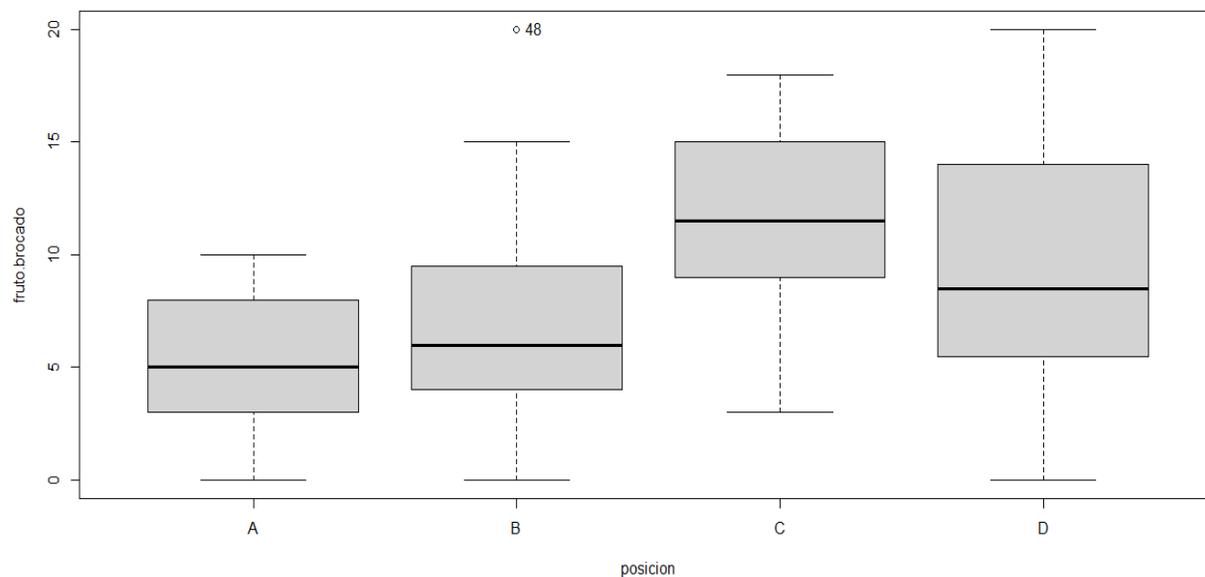
6.4.6 Diferencias en posición de la Broca

En la (Figura 26) observamos en el eje X las cuatro posiciones de la broca y el eje Y la relación de los frutos brocados más no con los lotes, en este caso la posición C prevalece lo cual la hace distinta a las posiciones A y B por diferencia en la cantidad de frutos brocados y no es distinta de la posición D, y la posición A es similar a la posición B y D, porque hubo mayor homogeneidad en la cantidad de frutos brocados en estas posiciones en conclusión existe una diferencia marcada de frutos brocados entre la posición C y A de igual manera entre la posición B y C y la posición D y C no tienen diferencia significativa. Esto nos determina que la gran mayoría de frutos se encontraron con la broca perforando la almendra y en segundo lugar se

observó la broca dentro de la almendra con descendencia que es la posición D según (Arcila A. , 2018). Y en menor cantidad frutos en posición A y B es decir frutos llegando al ostiolo del fruto y comenzando a perforar.

Figura 26

Diagrama de Cajas Posición de la Broca en el Grano



Nota. Diagrama de cajas para la posición de brocado, con una significancia de p-valor = <0.0001.

7 Conclusiones

Los datos obtenidos en cada muestreo durante la investigación fueron la clave principal para determinar y analizar los porcentajes de infestación y posición de la broca logrando así cumplir con nuestros objetivos planeados desde un principio, sintiendo satisfacción del trabajo realizado en campo.

Podemos concluir que las posiciones C y D de la broca en el fruto fueron mayores con relación a las tres etapas de desarrollo debido a que se observó una diferencia significativa con las posiciones A y B.

La determinación del porcentaje de infestación nos permitió identificar en qué estado de desarrollo ataca más los frutos y poder observar su dinámica de ataque dependiendo del clima en que se presente en la zona y la variedades de café que se manejen.

La identificación de la posición de la broca en los frutos nos permitió conocer con más exactitud en que estados de desarrollo del fruto se presenta mayor porcentaje y que son de mayor preferencia para su reproducción, y también logramos conocer en que posiciones en el fruto son adecuadas para realizar un control biológico o químico.

8 Recomendaciones

La toma de datos nos determina la evolución de la investigación por ello es recomendable que al momento de realizar el muestreo se cubra toda el área del lote a investigar con el modelo de muestreo establecidos, puesto que la broca se puede encontrar en zonas específicas por medio de focos que muchas de las veces no se identifican.

Se recomienda realizar labores culturales de ploteo en los lotes con el fin de recolectar los frutos que caen al suelo porque si estos no son recolectados se prestan como habidad para que la broca culmine su ciclo biológico.

Divulgar los presentes resultados en talleres para conocimiento general de los agricultores, técnicos, estudiantes y profesionales, así como eventos científicos y revistas, puesto que el cultivo de café en nuestro país cada vez va siendo de mayor importancia en nuestro agro colombiano y que mejor que existan más investigaciones sobre esta importante plaga que es para este cultivo.

9 Bibliografía

- Arcila, A. (2018). Periodo Critico de la Broca del Café. *Brocarta*.
- Arcila, J. (2007). Crecimiento y Desarrollo de la Planta de Café. *Sistemas de Produccion de Café en Colombia* .
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de Produccion de Café en Colombia . En Cenicafé. Blanecolor Ltda.
- Benavides, P. (2010). Aspectos de la Biología de la Broca del Café y Estudio de la Colonizacion y Dispersión. [Grabado por CENICAFE]. Colombia.
- Bustillo, Á. (2007). El Manejo de Cafetales y su Relación con el Control de Broca en Colombia. *Cenicafé*(24), 06-07.
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión Sobre la Broca del Café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 32(2): 101-116.
- Cárdenas, M. d., Brito, R. V., Giraldo, H., & Aquino, A. (2007). Biología de la Broca del Café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: *ENTOMOTROPICA*. Vol. 22(2), 49-55.
- Carrero, M. (17 de Agosto de 2002). *www.Chinacota.com*.
- Ciriaco, M. (2012). Producción de Cafes Especiales . En *Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo*.
- Comercio Mundial. (7 de 7 de 2015). *Dinero*. Obtenido de <https://www.dinero.com/economia/articulo/colombia-exporta-cafe-mayores-consumidores-del-mundo/210780>
- Comité Departamental de Cafeteros del Norte de Santander. (2007). *Informe Comite Departamentales*.

- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-1-Uso-del-suelo/1-Boletin.pdf>
- Echeverri, E. (2004). Variedades de Cafe Sembradas en Colombia. En E. Echeverri, *Cartilla Cafetera*.
- Enciclopedia Agropecuaria Terranova . (2001). *Agricultura Ecológica* .
- Fischersworing, B., & RoBkamp, R. (2001). *Guia para la Caficultura Ecologica* (3a ed ed.). Popayan.
- Flórez, C., Maldonado, C., Moncada, Ibarra, Unigarro, Carlos, . . . Duque, H. (julio de 2016). Nueva Variedad de Porte Bajo, Altamente Productiva, Resistente a la Roya y al CBD, con Mayor Calidad Fisica del Grano. (S. Marin, Ed.) *Ciencia Tecnologica e Innovacion para la Caficultura Colombiana*.
- FNC. (2009). *FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA*. Obtenido de Historia del café en Colombia: <https://www.cafedecolombia.com/particulares/historia-del-cafe-de-colombia/#:~:text=En%201927%20se%20crea%20la,a%20plagas%20como%20la%20roya>.
- ICA. (1 de 10 de 1995). *INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/971e977d-3a84-471e-8932-204f7d80bf30/2581.aspx>
- ICA. (2 de 03 de 1999). *INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/5b00a181-0680-4e34-9055-be7f6e0a1f11/321.aspx#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20establecen,y%20se%20dict>

an%20otras%20medidas.&text=CONSIDERANDO%3A&text=Que%20la%20plaga%20denominada%20E2%80%9CBroca,%E2%80%9D%20(Hypothene

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. (1 de 10 de 1995). *ICA*. Obtenido de

<https://www.ica.gov.co/getattachment/971e977d-3a84-471e-8932-204f7d80bf30/2581.aspx>

Koppert Biological Systems. (4 de 10 de 2016). *Los Daños por Broca en el Café*. Obtenido de

<https://www.koppert.com.co/noticias/los-danos-por-broca-en-el-cafe/>

La Opinión. (15 de 04 de 2020). *Producción de Café*. Obtenido de

<https://www.laopinion.com.co/economia/se-mantiene-estable-la-produccion-de-cafe-en-norte-de-santander-194831>

Mesa, M., Molina, O., & Pulgarín, A. (2017). Estimacion de la Tasa de Infestacion de la Broca en un Cafetal, Utilizando un Modelo Tipo SIR. *TEORÍA Y APLICACIONES 2017 24(2)* : 257–276, 259.

Muñoz, L. (2014). *Ensayo Sobre Economía Cafetera*. 13.

Ocampo, O., Castañeda, K., & Velez., J. (2017). Caracterización de los Ecotopos Cafeteros Colombianos en el Triángulo del Café. *Perspectiva Geografica*, 22.

Pérez, G. (2007). *Chinacota Tierra de Todos, Guia Informativa y Turistica*.

Producción de Café. (15 de 04 de 2020). *La Opinión*. Obtenido de

<https://www.laopinion.com.co/economia/se-mantiene-estable-la-produccion-de-cafe-en-norte-de-santander-194831>

Ramirez, V. (Marzo de 2004). La Fenología del Café, una Herramienta Útil para Apoyar la Toma de Decisiones. 01-02. Obtenido de

<https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/489>

- Ramírez, V. (2014). La Fenología del Café una Herramienta para Apoyar la Toma de Decisiones . En *Avances Tecnicos Cenicafé*. Manizales.
- Salazar-Gutierrez, M. R., Arcila-Pulgarín, J., Riao-Herrera, N. M., & Bustillo-Pardey, A. E. (2006). CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO DEL CAFE Y SU RELACION CON LA BROCA . *CENICAFÉ Avánces Tecnicos* .
- Silva, M. (23 de Noviembre de 2018). *Agrotendencia* . Obtenido de Cultivo de Café.
- Taylor, L. (2003). Evaluación e Interpretación de las Distribuciones Espaciales de las Poblaciones de Insectos. *Revision Anual de Entomologia* .
- Trujillo, H., Aristizábal, L., Bustillo, A., & Jiménez., M. (2006). Evaluación de Métodos para Cuantificar Poblaciones de Broca del Café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Fincas de Caficultores Experimentadores. *Revista Colombiana de Entomología*.
- Villegas, A., Pabón, J., & Tabares, C. (2015). *Caracterización de la Calidad del Café de Norte de Santander*.
- Villegas, A., Pabón, J., Tabares, C., & Santos, M. (2015). Caracterización de la Calidad del Café de Norte de Santander. *ResearchGate*.
- Villegas, A., Pabón, J., Tabares, C., Santos, M., Quiroga, A., Perez, C., . . . Samper., L. (Junio de 2015). Café de Norte de Santander Cuna de la Cicultura Colombiana. *Cenicafé*.
- Yandy Rodríguez Ledesma, C. S. (2015). EFECTIVIDAD DE LA MARMOLINA COMO MINERAL INERTE EN EL CONTROL DE *Hypothenemus hampei* (FERRARI) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) DURANTE LA CONSERVACIÓN DE SEMILLAS.

Zoraya Caceres, S. M. (2018). *UNIVERSIDAD DE PAMPLONA*. Obtenido de

http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_143/recursos/general/2110

2020/reglamento_trabajo_grado.pdf

10 Anexos

**FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
GERENCIA TÉCNICA - FORMATO DE CAMPO**

Departamento: _____ Variedad: _____
 Distrito: _____ Edad (meses): _____
 Municipio: _____ Sombrío: _____
 Código SICA: _____ Densidad: _____

Árbol	Número frutos árbol		Número frutos suelo		Número hojas	
	Total	Brocados	Total	Brocados	Total	Con Roya
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Anexo 1. Planilla de registros de datos en campo



Anexo 2. Lote 1 con frutos de 0 - 3 meses



Anexo 3. Lote 2 con frutos de 4 - 6 meses



Anexo 4. Lote 3 con frutos de 6 - 7 meses



Anexo 5. Conteo de frutos sanos y brocados del tercio medio



Anexo 6. Registro de los datos en campo



Anexo 7. Fruto brocado



Anexo 8. Diseción de frutos brocados recolectados en los lotes