

UNIVERSIDA DE PAMPLONA



Evaluación de las enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de productores asociados a COOMPROCAR en el municipio de Arauquita, Arauca.

Rumualdo Villegas Plata

1115739339

Programa Ingeniería Agronómica

Pamplona, noviembre del 2024

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Evaluación de las enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de productores asociados a COOMPROCAR en el municipio de Arauquita, Arauca.

Trabajo de grado modalidad Práctica Empresarial como requisito para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

Rumualdo Villegas Plata

1115739339

Director académico:

I.A MSc. Mónica Liliana Fuentes Beltrán

Programa Ingeniería Agronómica

Pamplona, noviembre del 2024

Dedicatoria

A Dios, por darme la sabiduría, la paciencia y la fortaleza para superar cada desafío. Gracias por estar siempre presente en cada paso de mi camino, guiándome con su luz y bendiciéndome con su gracia.

A mi madre, Estella Plata Villalba, por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe inquebrantable en mí. Gracias por ser mi guía, mi fuerza y mi mayor inspiración. Este logro es también tuyo, pues sin tu dedicación y sacrificio, nada de esto sería posible. Por enseñarme que todo es posible en esta vida si se pone esfuerzo y dedicación.

Con todo mi amor y gratitud.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, Estella Plata Villalba, por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso. Su confianza en mí y sus sabias enseñanzas me han dado la fortaleza para alcanzar este logro. Gracias por ser mi guía y mi fuente de inspiración.

Al esposo de mi madre, Wilson Ibarra Sepulveda, por ser el apoyo fundamental de mi madre y de nosotros. Gracias por tu dedicación y por estar siempre presente, dándome sabios consejos y mostrando tu confianza en mis capacidades.

A mis hermanos, Jhonatan A. Villegas Plata y Michael S. Bernal Plata, por su constante apoyo y por estar siempre a mi lado, tanto en los momentos difíciles como en los de alegría. Gracias por su aliento y por motivarme a seguir adelante.

A mi novia, Diana Karina Ramon Tarazona, por su amor, comprensión y apoyo inquebrantable. Gracias por ser mi compañera en cada paso, por entenderme y por siempre brindarme ánimo en los momentos de dificultad. Este logro también es parte de nosotros.

A COOMPROCAR, la Cooperativa Multiactiva de Producción y Comercialización Agropecuaria de Arauquita, por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales. Agradezco la confianza y el apoyo recibido por parte de todos los miembros de la cooperativa.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron a mi desarrollo personal y académico. Sin su ayuda, este trabajo no hubiera sido posible.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract.....	11
1. Introducción.....	12
2. Planteamiento y descripción del problema.....	15
3. Justificación	16
4. Objetivos.....	17
4.1 Objetivo general.....	17
4.2 Objetivos específicos	17
5. Marco teórico.....	18
5.1 Marco contextual	18
5.2 Bases conceptuales	19
5.2.1 Origen y Clasificación del cacao.....	19
5.2.2 Morfología del árbol de cacao	20
5.2.2.1 Raíz	20
5.2.2.2 Tronco y ramas	21
5.2.2.3 Hoja.....	21
5.2.2.4 Flor.....	22
5.2.2.5 Fruto	22
5.2.3 Enfermedades más importantes del cultivo.....	23
6. Marco legal	29
6.1 Trabajo de grado	29
6.1.1 Artículo 35.....	29
6.1.2 Artículo 36.....	29
7. Metodología.....	31
7.1 Descripción de las variables	32
7.1.1 Variables independientes.....	32

7.1.2 Variables dependientes.....	32
7.2 Método de análisis	33
8. Resultados y Discusión.....	35
9. Conclusiones.....	44
10. Recomendaciones	45
11. Bibliografía.....	46
12. Anexos.....	51

Lista de Tablas

Tabla 1. Taxonomía del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	19
Tabla 2. Incidencias promedio por finca de las principales enfermedades.	40

Lista de figuras

Figura 1. Características más relevantes de los productores encuestados asociados a COOMPROCAR.....	30
Figura 2. Presencia de enfermedades según la encuesta aplicada.....	35
Figura 3. Promedio de encuestados que tienen análisis de suelos y que realizan fertilización.	41
Figura 4. Promedio de incidencia de enfermedades que atacan los frutos de cacao.....	39
Figura 5. Promedio de incidencia de enfermedades que atacan reducidamente el fruto de cacao entre los asociados.....	40
Figura 6. Promedio de incidencia de enfermedades que atacan reducidamente el fruto de cacao entre los asociados visitados.....	41

Lista de anexos

Anexo 1. Evaluación del cultivo de asociado.....	51
Anexo 2. Evaluación de un cultivo con buen manejo agronómico.	51
Anexo 3. Mazorca con presencia de moniliasis.	52
Anexo 4. Mazorca afectada con moniliasis y con presencia de micelio.	53
Anexo 5. Presencia de escoba de bruja en cojín floral.	54
Anexo 6. Presencia avanzada de escoba de bruja en cojín floral.	55
Anexo 7. Mazorca con presencia primordialmente de mazorca negra.....	56
Anexo 8. Pérdida de mazorcas afectadas por moniliasis.	57
Anexo 9. Encuesta realizada a los asociados de COOMPROCAR.....	58
Anexo 10. Tabla de monitoreo de incidencia de moniliasis.....	59
Anexo 11. Tabla de monitoreo de incidencia de enfermedades.	59

Resumen

Las limitantes fitosanitarias representan el principal problema en cuanto a reducción del rendimiento del cultivo de cacao. Entre ellas, destacan la moniliasis, la mazorca negra y la escoba de bruja, las cuales pueden tener una incidencia que alcanza hasta el 80%, e incluso en algunos casos llega al 100% si no se realizan los manejos de control pertinentes. El objetivo de esta práctica empresarial, fue evaluar la incidencia de las enfermedades del cultivo de cacao en los asociados a COOMPROCAR, con el fin de identificar cuáles son las enfermedades más limitantes en su cultivo. Se realizó una serie de encuestas socio-económicas y agronómicas a los asociados en las cuales se obtiene que la enfermedad más limitante para ellos es la moniliasis, la cual se pudo corroborar en la evaluación fitosanitaria realizada a los cultivos, teniendo un promedio de incidencia del 27% en los cultivos de los asociados y en segundo lugar tenemos a la escoba de bruja con un promedio del 13% de incidencia, estas dos enfermedades son las que mayor importancia tienen en América, aunque hay un promedio alto de incidencia, es muy inferior a los promedios tanto nacionales como mundiales.

Palabras claves: Moniliasis, Escoba de bruja, Mazorca negra, rendimiento, limitantes

Abstract

Phytopathological constraints are the main problem in terms of reducing cocoa crop yields. These include moniliasis, black pod and witches' broom, which can have an incidence of up to 80%, and in some cases can even reach 100% if the relevant control measures are not taken. The objective of this business practice was to evaluate the incidence of cocoa crop diseases in Coomprocar's associates, in order to identify which are the most limiting diseases in their crop. A series of socio-economic and agronomic surveys were carried out with the associates in which it was found that the most limiting disease for them is moniliasis, which could be corroborated in the phytopathological evaluation of the crops, with an average incidence of 27% in the crops of the associates and in second place we have the witches' broom with an average incidence of 13%, these two diseases are the most important in America, although there is a high average incidence, it is much lower than the national average as well as in the countries in which it is present.

Keywords: Moniliasis, witch's broom, black cob, performance, limitations

1. Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es reconocido internacionalmente por su calidad excepcional y sabor único, siendo un verdadero tesoro agrícola y cultural de Colombia. A lo largo de los siglos, ha tejido una profunda conexión con las tradiciones, la economía y el orgullo nacional. Como cultivo nativo de la región, el cacao en Colombia es fuente de sustento para miles de familias campesinas en diversas regiones del país (Hoyos-López et al., 2018). Sus plantaciones se encuentran en países ubicados en la franja tropical, un cultivo originario de América, pero que actualmente tiene al continente africano como el mayor productor, seguido de América y, en menor medida, Asia y Oceanía (FEDECACAO, 2021). Colombia se distingue por producir un cacao de alta calidad, apreciado por su fino aroma y excelentes propiedades organolépticas. Los principales departamentos productores son Santander, Antioquia, Arauca, Huila y Tolima (Calderon y Laridh, 2022).

El departamento de Arauca es una despensa agrícola y ganadera del país, teniendo cultivos de gran importancia como plátano, cacao y arroz con un área sembrada de 36,266 ha, 21,045 ha y 20,866 respectivamente (UPRA, 2022). En el cultivo de cacao el departamento de Arauca ocupa el tercer puesto y se hace visible por su alta calidad, la cual es respaldada por los premios que se ha ganado en el Salón de Chocolate en París (Villamizar y Pedraza, 2021). La presencia de la Federación Nacional de Cacaoteros en el municipio de Arauquita, ha dado un gran impulso al sector agrícola especialmente al cultivo de cacao, llegando así a ser poseedores de dos premios internacionales por la calidad del cacao que se produce en esta zona del país (Báez, 2018).

La producción de cacao en África, emblemática por representar más del 50% del suministro mundial, se enfrenta a serias dificultades que amenazan con reducirla drásticamente. El cambio climático, el brote del virus de la hinchazón y factores económicos y políticos

adversos son algunos de los desafíos que ponen en riesgo este cultivo crucial. Esta situación podría derivar en una disminución de la oferta global de cacao, lo que a su vez provocaría un aumento en su precio. (Ameyaw, 2024). Actualmente se conocen que las enfermedades en el cultivo de cacao, amenazan su sostenibilidad y competitividad en el mercado global. La Moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif.) HC Evans, Stalpers, Samson & Benny.), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora) y la enfermedad de la pudrición parda (*Phytophthora palmivora* E.J Butler), son algunas de las patologías más devastadores que azotan al cacao colombiano (Rojas-Martinez et al., 2018). La *phytophthora* sp., apodada "la enfermedad de la mazorca negra", ataca los frutos, descomponiéndolos y diezmando los rendimientos (FEDECACAO, 2015). La escoba de bruja, por su parte, deforma los órganos de crecimiento activo de la planta y si no se tiene un buen manejo de la enfermedad puede llegar a condenar las cosechas y la vida de los árboles (Calderon y Laridh, 2022).

El ataque de una gran variedad de enfermedades como moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra y pudrición radical por rosellinia, puede llegar a causar una disminución del 70% de la producción de los cultivos de cacao y, además, aumentar los costos de manejo para poder tratar de controlar dichas enfermedades. Las principales causas de la aparición y del incremento de las principales enfermedades que atacan al cultivo de cacao están relacionados con el exceso de sombra, falta de drenaje, deficiencia en las podas y manejo de arvenses dentro del cultivo, todo esto debido al mal manejo agronómico o el poco conocimiento de las correctas prácticas agronómicas por parte de los cacaoteros (FEDECACAO, 2018).

Por lo anterior, se llevó a cabo la evaluación de las enfermedades con mayor incidencia en los cultivos de cacao de los cacaoteros asociados a COOMPROCAR en el municipio de Arauquita, Arauca. Para el desarrollo de este trabajo se comenzó con una revisión bibliográfica exhaustiva para evaluar las enfermedades más comunes en el cultivo de cacao. Luego, se recolectaron datos de los cultivos de los cacaoteros asociados, los cuales se compilarán en las visitas técnicas que se les realizaran a los cultivos para verificar el estado fitosanitario y en el mismo momento se aplicó una encuesta estructurada para recopilar información sobre las

limitaciones fitosanitarias enfrentadas por los agricultores. Los datos obtenidos fueron analizados para identificar las enfermedades más prevalentes y las limitaciones más significativas para los cultivos de cacao de los asociados a la cooperativa.

2. Planteamiento y descripción del problema

El cacao es un cultivo que en los últimos años ha tomado gran importancia económica para los productores, debido al incremento del precio que en estos momentos se encuentran en sus máximos históricos, causado por diferentes factores, uno de ellos es el incremento en la demanda que se mantiene en constante crecimiento, aunque a un ritmo lento de alrededor del 2% al 7% en las moliendas y la oferta con fluctuaciones erráticas que puede llegar ser del -10% al 18% en algunos momentos (Contreras, 2013).

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el municipio de Arauquita, Arauca, representa una actividad económica de gran importancia para los agricultores asociados a COOMPROCAR. Sin embargo, el sector cacaotero enfrenta grandes desafíos y entre ellos el que tiene mayor impacto es el generado por la incidencia de diversas enfermedades que afectan la productividad y rentabilidad de los cultivos. La moniliasis, escoba de bruja, mazorca negra y pudrición radicular por rosellinia son solo algunas de las enfermedades que pueden causar una disminución considerable en la producción, llegando incluso a reducir hasta un 70% de la misma, y aumentar los costos de manejo para controlar su propagación.

Ante este panorama, surgió la necesidad de abordar de manera integral los desafíos que enfrenta la producción de cacao en Colombia, reconociendo la importancia y calidad de los cultivos de cacao de Arauquita como un componente clave en este esfuerzo. Con la necesidad de identificar primero el estado socio-económico y agronómico de los productores y posterior las enfermedades más limitantes.

3. Justificación

Es fundamental abordar las enfermedades del cacao de manera integral y eficaz para garantizar una producción sostenible a largo plazo en la industria cacaotera de Colombia. Para ello, es necesario identificar las principales enfermedades que limitan la producción, comprender su ciclo biológico y establecer prácticas de manejo integrado que beneficien tanto el ámbito económico como el social. Desde el punto de vista económico, las pérdidas en la producción y los costos asociados al control de enfermedades representan una carga significativa para los agricultores, afectando directamente su sustento y el desarrollo económico de las comunidades rurales.

En el ámbito social, el cacao constituye una fuente esencial de empleo e ingresos para numerosas familias campesinas en Colombia, especialmente en regiones como Arauquita. Por lo tanto, cualquier estrategia orientada a mejorar la salud de los cultivos y aumentar su rendimiento tendrá un impacto directo en la calidad de vida de los productores.

Por lo que se trabajó de la mano de productores, en Arauquita, identificando los patógenos más prevalentes, se evaluó el impacto de las enfermedades causadas por dichos patógenos en la producción y diseñando estrategias de control adaptadas a las condiciones locales. Obteniendo una participación activa de los agricultores en este proceso siendo clave para garantizar la adopción efectiva de las soluciones propuestas y su sostenibilidad a largo plazo.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar las enfermedades que tienen la mayor incidencia en los cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los productores asociados a COOMPROCAR en el municipio de Arauquita, Arauca.

4.2 Objetivos específicos

Evaluar mediante visitas técnicas el estado fitosanitario de las plantaciones de cacao de los asociados.

Analizar las limitaciones fitosanitarias que presentan los asociados en las plantaciones de cacao y su relación con factores socio-económicos.

Determinar cuáles de las enfermedades asociadas al cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) son las que tienen mayor incidencia entre los cacaoteros asociados a COOMPROCAR.

5. Marco teórico

5.1 Marco contextual

COOMPROCA (Cooperativa multiactiva de producción y comercialización agropecuaria de Arauquita, nace en 1985 como un grupo pre-cooperativo, enfrentando desafíos, pero demostrando resiliencia. En 1999, 20 agricultores y sus esposas se reunieron, marcando el inicio oficial de la cooperativa. Desde entonces, ha crecido con compromiso y solidaridad, construyendo juntos a los afiliados un futuro colectivo vibrante.

Se tiene como labor principal la comercialización de cacao tanto en fresco como en todas sus presentaciones, teniendo así participación en los grandes eventos de chocolatería a nivel nacional e internacional, es por ello que se brinda adecuada atención a los cacaoteros de la zona de Arauquita, y en especial a los asociados a la cooperativa, con sus problemas fitosanitarios y nutricionales a la mano de la asesoría de ingenieros agrónomos con altos conocimientos de este cultivo y demás personal capacitado para poder brindarles a los agricultores las soluciones pertinentes a los problemas que le puede llegar aquejar.

La Asociación ha planteado dentro su política la:

Misión

Para el 2028 queremos ser reconocidos como líderes en nuestro sector, a nivel nacional e internacional. Estamos comprometidos con la sostenibilidad, la responsabilidad ambiental y excelencia en la producción, procesamiento y comercialización de cacao y otros productos. Además, aspiramos a ser pioneros en ofrecer servicios que impulsen el desarrollo integral de nuestros asociados y de la región. ¡Un futuro delicioso nos espera! (COOMPROCAR, 2024)

Visión

Somos una cooperativa que respalda a los apasionados productores de cacao, comprometidos con el mejoramiento constante de la productividad y competitividad en todas las etapas del cultivo. No solo nos enfocamos en la producción, sino que también contribuimos activamente al desarrollo económico, social y ambiental, promoviendo la paz en el prometedor territorio araucano (COOMPROCAR, 2024)

5.2 Bases conceptuales

5.2.1 Origen y Clasificación del cacao

Theobroma cacao L, es un árbol tropical nativo de América. Hay alrededor de 20 especies diferentes en la familia *Theobroma*, que provienen de un ancestro común y comparten muchas características. Ver Tabla1. Se tenía como punto de origen del cacao en México y América Central, debido a que, en la visita de los españoles a Sur América, no se pudo evidenciar la presencia del cultivo, pero luego fue encontrado en los bosques del amazonas y por la orilla del río Orinoco, donde crecía de forma natural y así se pudo establecer con mayor certeza su origen siendo el triángulo amazónico (Batista, 2019), pero en investigaciones más recientes se da el punto de origen del cacao en varias partes de Sudamérica cercanas al bosque amazónico (Pastor-Soplín et al., 2022).

Tabla 1. Taxonomía del cacao (*Theobroma cacao* L.)

Reino	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Streptophyta</i>
Clase	<i>Equisetopsida</i>

Subclase	<i>Magnoliidae</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma Cacao</i> L.

Nota: Elaboración propia

Nota: Tomado de (Kew Science, n.d.).

La creencia de los aztecas de la divinidad del árbol de cacao, hizo que Linneo asignara el nombre de la especie como *Theobroma* que tiene como significado el alimento de los dioses (Batista, 2019).

5.2.2 Morfología del árbol de cacao

Las semillas tienen una germinación de 21 días luego de ponerlas a germinar con un crecimiento epigeos de los cotiledones, teniendo un crecimiento promedio que va desde los cuatro hasta los ocho metros (Barros, 1981).

5.2.2.1 Raíz

Tiene dos tipos de raíces como lo son la pivotante que ayuda a la planta para el anclaje y crece de manera vertical, alcanzando hasta dos metros de distancia en suelos aireados, y tenemos como segundo tipo de raíz, las raíces secundarias de las cuales crecen los pelos absorbentes que ayudan a la planta para la absorción de agua y nutrientes, estas raíces son

encontradas en los primeros 25-30 cm del suelo y se pueden extender hasta cubrir la misma área de la copa de la planta (FEDECACAO, 2021)

5.2.2.2 Tronco y ramas

Las ramas del cacao como las del género *Theobroma* son dimórficas, tiene crecimiento verticalmente hacia arriba y oblicuamente hacia los lados. Al ser sembrados por semillas, tiene un crecimiento de un solo tallo hasta alcanzar los 1,50 m y luego, se desprenden otras laterales formando una horqueta. Los criollos tienen diferenciado esta horqueta, pero en los forasteros la horqueta comienza en un mismo punto. El crecimiento alterno y de plano horizontal de las hojas en las ramas, da lo llamado como ramas de abanico que, a su vez, cuando se cortan dan como resultado a más ramas abanico (Barros, 1981).

La base del primordial de los chupones puede convertirse en una raíz principal o pivotante cuando el punto de salida del chupón está cerca al suelo, pero cuando se usa ramas de abanico, está tienen solo raíces adventicias, pero al futuro pueden crecer chupones que si pueden llegar a tener una raíz pivotante (Barros, 1981).

5.2.2.3 Hoja

Posee dos estípulas que se desprenden rápidamente que contiene un pecíolo conspicuo y el limbo. Unas de las características más notorias del pecíolo son los dos abultamientos que le permiten tener un poder de movimiento más grande llamados pulvino, puede ser ayudar a la resistencia de vientos o cuando hay mucha radiación solar y poder moverse (Barros, 1981).

Tiene un limbo simple, lanceolado a casi ovalada y con un ápice agudo, tiene un margen entero y superficies glabras, con nervadura pinada y prominente en la parte central. Tenemos tamaños que varían según la ubicación en el árbol, teniendo las más grande en aquellas que

reciben menos radiación y están más adentro de la planta, y su coloración varía en las hojas nuevas según los pigmentos de antocianinas que tiene según las variedades (Estrada et al., 2011).

5.2.2.4 Flor

Tienen un nacimiento directo del tallo principal y de las ramas laterales, siendo así caulifloras y la inflorescencia es una cima dicasiforme que se forma en las yemas axilares de una hoja caída formando unos cojines florales. Se tiene gran diferencia en el tamaño de los cojines florales que se debe a la genética del árbol que puede llegar tener de 40 a 60 flores, pero solo un 1,5 a 3 porciento de dichas flores se desarrollan en frutos. Esto no se debe a problemas de fertilización, solo a que las flores no son fertilizadas (Barros, 1981).

Las flores del cacao no tienen olor y hay una presencia de floración durante todo el año, aunque se presentan unos puntos máximos y mínimos de floración, no se sabe a ciencia cierta los factores que controlen la periodicidad. Tenemos que puede alcanzar unos 8 milímetro de anchura y unos pocos de longitud y su pedúnculo dos o tres veces su tamaño (Estrada et al., 2011).

5.2.2.5 Fruto

Es una drupa que normalmente se le llama mazorca sus condiciones fenológicas van ligadas a la genética, medio ambiente y del manejo agronómico que tenga el cultivo. (Estrada et al., 2011). Generalmente se puede encontrar con longitudes de 10 a 35 centímetros y un peso que varía desde 200 hasta 1 000 gramos o más, conforma ovalada hasta muy alargada, con puntas prominentes o también chatas y unas con base ancha y otras estrechas. Su color puede variar en estado inmaduro de rojo a verde y ya en estado maduro las rojas pasan a un color naranja y las verdes a un color amarillo. Este fruto está unido a la planta por un fuerte pedúnculo leñoso que tiene un gran engrosamiento basal (Barros, 1981).

5.2.3 Enfermedades más importantes del cultivo

5.2.3.1 Monilia (*Moniliophthora roreri*)

Se tiene que el centro de origen de la enfermedad puede ser Colombia y Ecuador, siendo esta enfermedad muy desbastadora logrando llegar hasta pérdidas superiores al 80% en algunas regiones como en San Vicente del Caguán y el Choco (Olarte, 2021). Este hongo produce hifas hialinas septadas con conidios hialinos, teniendo el fruto como el único órgano que ataca en campo, pero se ha logrado encontrar experimentalmente, luego de hacer incubaciones artificiales, en plántulas y lanzamientos foliares (Olarte, 2021). Se requiere de baja humedad para la producción de esporas que luego serán diseminadas por el viento y las lluvias, que estos se posarán en la superficie de los frutos donde con alta humedad y temperatura empezaran su proceso de germinación para después de 6 a 8 horas, empieza la penetración a la epidermis (Álvarez, Martínez & Coy, 2014), luego de la penetración del hongo, dura en incubación un aproximado de 35 días, sin mostrar lesiones presentes hasta los 45-90 días, pero en frutos pequeños se puede tener malformaciones similares a *M. perniciosa*. El hongo tiene dos fases, la biotrófica, anteriormente mencionada, y la necrótica que se puede observar por el color café-chocolate que se empiezan apreciar en las lesiones del fruto y posteriormente, se cubrirá de una nieve blanca formada por el crecimiento micelial. El rango de adaptabilidad del hongo es muy amplio, haciendo a todas las regiones del país muy susceptible, pero al inicio de las lluvias es cuando se empiezan a presentar los mayores picos, debido a focos ya presentes como lo son los frutos momificados que se dejan en algunas plantas y son una gran fuente de inóculo para el cultivo (Olarte, 2021). En cultivos los cuales tiene las condiciones y bajo manejo agronómico, se pueden presentar pérdidas que rondan el 90%, generando una alternativa muy importante como lo es el buen manejo de los cultivos para reducir las condiciones de la enfermedad con condiciones culturales óptimas de manejo, control y germoplasma mejorado (González, 2018).

El control cultural, es uno de los más efectivos en cultivos ya establecidos, debido a su bajo costo en comparación al químico, una correcta poda, un buen manejo del sombrero en el cultivo y el raleo de los frutos enfermos y momificados, hace que la población del hongo se

disminuya significativamente, ayudando a aumentar la producción en los cultivos (Olarte, 2021). El aumento en la frecuencia de la recolección de frutos enfermos de mensual a semanal, ha dado como resultado el alza en el rendimiento de los cultivos y da soporte para poder cubrir los gastos de los trabajadores (Krauss et al., 2003). Pero se debe tener presente el nivel de producción que se maneja en el predio y el nivel de tecnología, ya que para predios con bajo nivel de tecnología y producciones por debajo de 800 kg/ha año de cacao seco, se puede pasar de semanal a cada 15 días (Sánchez, Gamboa & Rincón, 2003). El uso de fungicidas a base de cobre y otros como azoxystrobin y propiconazole ayuda a la disminución del hongo y al incremento del número de mazorcas por planta. La utilización de genotipos resistentes para nuevos cultivares, es la mejor opción debido a la gran ayuda en la reducción de gastos para el control de dicha enfermedad ya que son más resistentes al ataque del hongo (Olarte, 2021).

El control biológico es el medio para poder reducir las poblaciones del patógeno para poder hacer bajar la incidencia de la enfermedad, pero se debe complementar con otro tipo de control para poder controlar con una mayor eficacia la enfermedad (Krauss et al., 2003).

5.2.3.2 Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Este hongo ataca a los tejidos en crecimiento de la planta, deformando los frutos hasta hacerlos tomar la forma de zanahoria, chirimoyas o fresas. La estructura reproductiva tiene forma de paraguas que producen un sinnúmero de esporas que se dispersan fácilmente con la ayuda del viento o del agua (FEDECACAO, 2012). Tiene dos fases en su ciclo de vida, una es realizada sobre todo tejido activo de crecimiento como lo son ramas, cojines florales y frutos, y su segunda fase la realiza en los tejidos muertos de la planta (Solís et al., 2021). Cuando el ataque del hongo hace presencia en los cojines florales, no se encuentra crecimiento de mazorca, en cambio se produce un crecimiento vegetativo de ramas con la apariencia de una escoba. El control más efectivo es retirar todos los tejidos enfermos a la hora de la poda, se recomienda hacer dos podas al año finalizando el tiempo de verano y aplicando una pasta cicatrizante para evitar la entrada de otros patógenos (FEDECACAO, 2018).

El tiempo que se recomienda la poda sanitaria para el retiro de las escobas es debido a la ruptura de ciclo biológico de la escoba, ya que, en tiempos de verano, la formación de los basidiocarpos no alcanza a formar esporóforos reduciendo el aumento en la incidencia de la enfermedad (Rivera et al., 2014). Cuando llega la estación seca se inactiva hasta que vuelven a llegar las primeras lluvias, momento cuando se reinicia el ciclo con la producción de los primeros basidiocarpos (Guerrero et al., 2020). La regulación de los sombríos es muy importante para regular la entrada de la luz solar y la circulación de aire para así bajar la humedad que es un factor que favorece al hongo, también la creación de un sistema de drenaje para evitar los encharcamientos y para reducir también la humedad en el cultivo (FEDECACAO, 2018). Según lo encontrado por Ochoa & Aurolina (2023), la aplicación de Azoxystrobin en dosis de 250 ml por 200 litros de agua para cada hectárea ha tenido buenos resultados. El uso de hongo entomopatógenos como control biológico tiene resultados muy prometedores como lo es el uso de *Trichoderma* spp. y en especial la especie *T. stromaticum* que en Brasil para el control de esta enfermedad ha tenido excelentes resultados (Guerrero et al., 2020).

5.2.3.3 Pudrición por *Rosellinia* (*Rosellinia pepo*)

Este hongo tiene como principal objetivo atacar la raíz de la planta, propagándose posteriormente hacia el cuello del tallo, lo que provoca la muerte de la planta. Los síntomas típicos incluyen el amarillamiento de las hojas (clorosis), marchitamiento, secado de las ramas y, finalmente, la muerte de la planta. El patógeno se disemina y se transmite por el contacto radicular entre una planta enferma y las sanas, además de ello por el avance del micelio en la superficie del suelo (Aranzazu, 1993). Factores como el encharcamiento, la alta concentración de materia orgánica, los daños mecánicos causados por agentes externos y la falta de sombra favorecen la proliferación de este hongo.

Para controlar su propagación, es fundamental asegurar una adecuada fertilización que promueva un cultivo vigoroso. En caso de que sea necesario eliminar una planta afectada, se debe hacer de manera rápida, aplicando un herbicida en el tallo, para evitar que las raíces se

mueran lentamente y continúen siendo un foco de infección. Además, cuando se detecta la presencia del hongo en un lote, se debe exponer esa área al sol mediante el repicado y la eliminación de cualquier material vegetal que pueda bloquear la entrada de luz solar. También es recomendable aplicar cal y sembrar cultivos de hoja angosta, que son menos susceptibles a este hongo (FEDECACAO, 2015). El uso de *Trichoderma* spp. como agente de control biológico tiene resultados muy eficaces en la inhibición del crecimiento del patógeno, llegando hasta un 80,2% de la inhibición del crecimiento (Sanabria & Grabowski, 2016).

5.2.3.4 Mazorca negra o pudrición parda (*Phytophthora palmivora*)

El patógeno produce dos tipos de esporas para la supervivencia como lo son las clamidosporas y las ooporas, la gran diferencia es su origen ya que el primero es de origen asexual (esporas clonales) y el segundo es el resultado de la recombinación sexual (Polanco & Rodríguez, 2015). Esta enfermedad puede atacar casi todos los tejidos de la planta, desde los cojines florales, hojas, chupones y raíces, pero el ataque tiene mayor impacto económico es el que se produce en el fruto. Puede observar una macha parda en las hojas de los árboles que están siendo atacados, esto mismo se puede ver en los frutos con formas circulares, el hongo penetra y afecta la almendra que resulta ser inservible y en cuestión de 10 a 15 días el fruto está totalmente podrido. La propagación de este hongo está en su mayoría implicado por la salpicadura del agua, tanto lluvia como del riego, ya que al caer en el suelo donde está el hongo, sube por las gotas de agua y caen en los frutos u otras partes de la planta, infectándolos. Las zoosporas de los hongos son las que más ataque causan debido a las estructuras móviles con las que cuenta, que las ayuda a moverse en el agua (España, 2019).

Las condiciones óptimas para estos hongos son las relacionadas con la alta humedad, precipitaciones y temperaturas frescas para el desarrollo de este hongo que puede pasar en el suelo desde meses hasta varios años, esperando las condiciones favorables para su propagación. En el fruto empieza el ataque en la cáscara de la mazorca con una mancha descolorida para luego generarse una mancha chocolate o negra con unos límites bien definidos, característica que la diferencia de la moniliasis, y poco a poco se expande sobre toda la mazorca, atacando

desde afuera hacia dentro de la mazorca. También causa lo que es conocido como cáncer en el tallo que se caracteriza por un área necrótica marrón en la corteza y al raspar la superficie afectada, el tejido expuesto se torna acuoso con un color rojizo claro (España, 2019).

El uso de labores culturales que ayudan a reducir las condiciones ideales para el patógeno como lo es bajo porcentaje de sombrío, la recolección de mazorcas enfermas y también de mazorcas maduras semanalmente, entre otras, ayudan a disminuir el nivel de incidencia de la enfermedad. (Polanco & Rodríguez, 2015). En un estudio realizado en la Universidad de la Nueva Granada, se destaca la acción de recolección de mazorcas enfermas en clones altamente susceptibles, teniendo una reducción del 43,13% en la incidencia de la enfermedad (Polanco et al., 2020).

El control biológico es de suma importancia y se han visto importantes resultados en el uso de algunos agentes endófitos de control biológicos en el cual se resalta una mezcla de organismos encabezado por *Trichoderma* spp (Polanco & Rodríguez, 2015). En un estudio reciente en las cuales se tienen varios tratamientos, se obtuvo un mejor resultando en cuanto a mayor número de mazorcas sanas y un menor número de mazorcas enfermas, lo que impacta en el rendimiento con una mayor producción de cacao seco, esto con el tratamiento 3 que constaba de *Bacillus* sp. + extracto de algas + fosfito de potasio + abono foliar (Guamán, Jaramillo & Bernal, 2022).

5.2.3.5 Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*)

Esta enfermedad es causada por *Ceratocystis fimbriata* hongo que es transmitido por el insecto del género *Xyleborus* sp que es un coleóptero perforador del tranco y también por herramientas que no se desinfectan. Ataca principalmente al tronco y ramas del cacao, para poder identificar se ven perforaciones y restos de aserrín cerca de los agujeros principalmente en el tronco y en las ramas principales, pero si es por herramientas, el medio de propagación, se puede encontrar en cualquier parte de la planta, teniendo el daño más grave en el tronco y raíces ya que causa la muerte total del árbol, pero si es en las ramas, solo causa el secado de dichas ramas y es más fácil controlar. Se puede observar como un amarillamiento y un secado rápido

del árbol ya que causa una muerte súbita y las hojas quedan pegadas a él después de muerto. Lo primordial para el control de esta enfermedad es la prevención, desinfectar las herramientas entre árbol y árbol con una solución de hipoclorito de sodio al 10%, también la eliminación de árboles enfermos para evitar la propagación de la enfermedad ayudada por el *Xyleborus* sp y usar cicatrizante para cualquier labor que cause algún daño en la planta como poda y demás (FEDECACAO, 2015).

6. Marco legal

6.1 Trabajo de grado

Para la realización de trabajo de grado el estudiante debe cumplir la normativa según los alineamientos del reglamento estudiantil, el acuerdo número 186 del 02 de diciembre del 2005. Según el artículo 35 y 36 del capítulo VI de trabajo de grado.

6.1.1 Artículo 35

Definición de Trabajo de Grado: La Universidad de Pamplona, establece como requisito para obtener el título profesional la realización de un trabajo especial conocido como “Trabajo de Grado”. Este proyecto consolida la información integral del estudiante, permitiéndole desarrollar estrategias, ejecutar y planear proyectos utilizando sus conocimientos universitarios en problemas o necesidades que le sean útiles a futuro (Universidad de Pamplona, 2005)

6.1.2 Artículo 36

Modalidades de trabajo de grado: El proyecto de grado se llevará a cabo bajo la modalidad de Práctica Empresarial, el que implica que el estudiante asista una labor profesional en una empresa durante un período de tiempo determinado. Al optar por esta modalidad, el estudiante de la que se ha de presentar al director de Departamento un anteproyecto que incluya información como el nombre y descripción de la empresa, los objetivos de la práctica, el tipo de actividad de desarrollar, el tutor designado en la empresa, un cronograma detallado de las actividades, detalles sobre el presupuesto si corresponde, como una copia así del acuerdo entre

la universidad y la empresa o una carta de aceptación de la empresa (Universidad de Pamplona, 2005).

7. Metodología

El presente trabajo se realizó bajo la modalidad de práctica empresarial en la Cooperativa Multiactiva de Producción y Comercialización Agropecuaria de Arauquita – COOMPROCAR, ubicada en el municipio de Arauquita, Arauca. Durante la práctica, se contó con el apoyo del ingeniero agrónomo vinculado a la cooperativa, quien acompañó las visitas técnicas a los agricultores que las solicitaron. Estas visitas incluyeron recorridos por varias veredas del municipio y algunas del municipio de Arauca. En la figura 1 se presenta un mapa del municipio de Arauquita y una parte de Arauca, donde se han marcado con una estrella roja las veredas visitadas para la asistencia técnica durante la práctica.

Durante las visitas, se aplicaron una serie de preguntas a los agricultores, las cuales fueron plasmadas en una encuesta (Anexo 9), y se realizó una revisión fitosanitaria de los cultivos con el fin de identificar las enfermedades presentes y otros problemas agronómicos. Posteriormente, el ingeniero agrónomo proporcionó las recomendaciones correspondientes. Además, se llevó a cabo un muestreo de la incidencia de enfermedades, seleccionando al azar 10 árboles por lote para observar tanto las mazorcas afectadas por enfermedades específicas como las generalidades de los árboles en relación con otros posibles problemas fitosanitarios. Los datos obtenidos fueron registrados en planillas (Anexo 10 y 11).

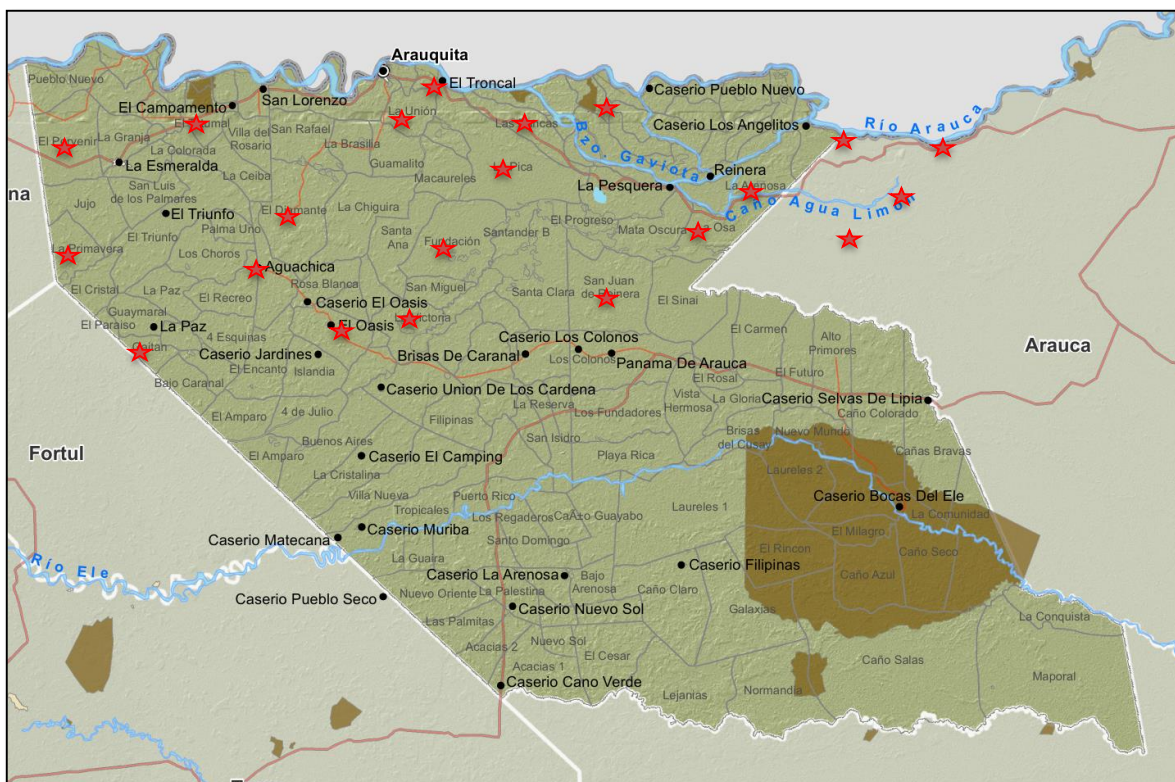


Figura 1. Marcación de las veredas visitadas en las visitas técnicas en Arauquita y Arauca

7.1 Descripción de las variables

7.1.1 Variables independientes

Los manejos agronómicos que realizan los cacaoteros en sus cultivos, sabiendo que no todos van a tener los mismos controles o manejos. También el nivel socioeconómico familiar del agricultor, ya que esto implica la disposición de dinero para intervenir el cultivo, ya sea para manejo fitosanitario, fertilización, poda o demás labores.

7.1.2 Variables dependientes

La evolución de las enfermedades presentes en las unidades productivas cacaoteras y su incidencia.

7.2 Método de análisis

Se realizó un trabajo de investigación de campo, en los cuales se recolectaron datos de manera lógica y acertada, mediante la implementación de encuestas a los productores que hicieron la solicitud a la cooperativa para una visita técnica, en dichas visitas también se hizo una evaluación del estado fitosanitario de las principales enfermedades que atacan a este cultivo, y consignando los datos en unas planillas para posteriormente poder análisis todos los datos obtenidos. En base a un análisis descriptivo, se implementaron las encuestas a los productores de cacao, utilizando un método de elección aleatorio.

La encuesta se aplicó durante la visita a las parcelas. Dicha encuesta fue diseñada en los siguientes temas 1. Ficha de identificación (Nombre del productor, asociación, fecha) 2. Datos generales (Edad, sexo, escolaridad, tenencia de la tierra, capacitaciones, mano de obra) 3. Datos de la parcela (Superficie, tipo de cacao y distancia de siembra de cacao) 4. Manejos agronómicos aplicados (Podas, control de malezas, fertilización y riego) 5. Enfermedades (enfermedades observadas, importancia y control) 6. Producción. 8. Expectativas sobre el cultivo.

Así mismo se recolectó mediante unas tablas o plantillas las enfermedades que se visualizaron en campo y el nivel de incidencia sobre el cultivo.

En las visitas técnicas a los cultivos de los productores asociados se evaluaron 10 árboles al azar, identificando en cada uno de sus órganos las enfermedades más limitantes en cacao, de acuerdo a la referencia de FEDECACAO (2015) y calculando la incidencia con base en la ecuación

$$Incidencia = \frac{FE}{FT} * 100$$

Donde, FE = número de frutos enfermos por planta y FT = número total de frutos por planta. Lo anterior para las enfermedades que tienen como único o principal órgano el fruto de la planta. El número de frutos evaluados serán los del día de la visita técnica (Cárdenas et al., 2017).

Para las demás enfermedades se tomó la siguiente ecuación

$$Incidencia = \frac{AF}{AT} * 100$$

Tenemos que, AF= árboles afectados por la enfermedad y AT= árboles totales. Estos árboles se tomaron al azar dentro de la finca que tiene el asociado (Hernández, 2015).

Las respuestas de los productores serán capturadas y sistematizadas utilizando Excel para poder calcular los porcentajes obtenidos en cada uno de los ítems que se preguntarán. Todo esto con el propósito de poder comprender e interpretar los datos obtenidos.

8. Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación sobre la evaluación de las enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de productores asociados a COOMPROCAR en el municipio de Arauquita, detallando los resultados obtenidos en una serie de encuestas que se realizaron en las que nos dimos cuenta del estado socio-económico y agronómico que se tiene entre los productores, así mismo el status fitosanitario que se obtuvo en la realización de la evaluación de cada predio (ver figura 2).

Se observa que no existe una diferencia significativa entre hombres y mujeres en cuanto a la participación en los cultivos de cacao, ya que los porcentajes son muy similares: 53% para el género femenino y 47% para el masculino. En cuanto al material utilizado en los cultivos, se destaca que, con una amplia mayoría, el 80% corresponde a clones, mientras que el 20% restante está compuesto por materiales mixtos, que incluyen clones e híbridos. Esta tendencia se debe a la renovación en la zona de Arauca, impulsada por proyectos de la gobernación, como la convocatoria No. 006-2023, que buscó implementar estrategias para la renovación de plantaciones de cacao en municipios como Saravena y Arauquita (Gómez, 2022). Los clones más utilizados son los que forman parte del modelo araucano (FEAR-5, FSA-13 y FTA-2), además del CCN-51, y en menor medida, el FTA-4, FSV-41, FEC-2 y ICS-1.

En cuanto al nivel educativo de los productores, se destaca que más de la mitad tiene al menos estudios de secundaria, lo cual favorece la adopción de nuevas tecnologías en el ámbito de la agronomía. Solo un 20% de los productores tiene educación primaria. Este dato es relevante cuando se compara con el resto del país, donde más del 50% de la población censada por el DANE (2021) no supera la primaria. Finalmente, se observa una tendencia generalizada en la edad de los productores: el 60% de la población encuestada tiene entre 51 y 60 años, y un 7% está en el rango de 81 a 90 años. Esto refleja una constante en el sector agrícola, donde las personas de mayor edad, especialmente a partir de los 50 años, están a cargo de los cultivos, siendo el cacao un cultivo perenne que no es la excepción.

Algo a resaltar es el poco uso de herbicidas como control químico para controlar las arvenses que se presentan en los cultivos, predominando el uso de guadaña para dicho control. La mezcla del control químico y cultural tiene alta relevancia con un 40% de los encuestados, pero usando el químico una vez al año y haciendo más uso de la guadaña, el cacao cultor entendió que el uso de herbicidas puede tener inferencia en las flores, ya que al no usar bien el herbicida puede quemar los cojines florales y tener daños irreparables para estos cojines florales y, por ende, una pérdida en producción. Por lo anterior, el 60% usa solo control cultural. Pasamos a la mano de obra con la que se mantiene el cultivo, siendo en su mayoría mixta, que es conformada por usar tanto mano de obra contratada y familiar, con el 60% ya que algunas actividades que son más sencillas las realiza los hijos de los asociados, para así generarles un ingreso extra, como lo es la labor del desengrudo de las mazorcas, siendo la mixta la más usada, seguida de la mano de obra contratada que tiene el 33% y familiar tan solo el 7%. Esto tiene que ver en primera medida a la edad de los agricultores y también por el nivel de escolaridad ya que muchos tienen otros trabajos afines a sus estudios o capacitaciones y dejan el cultivo de cacao como un segundo ingreso.

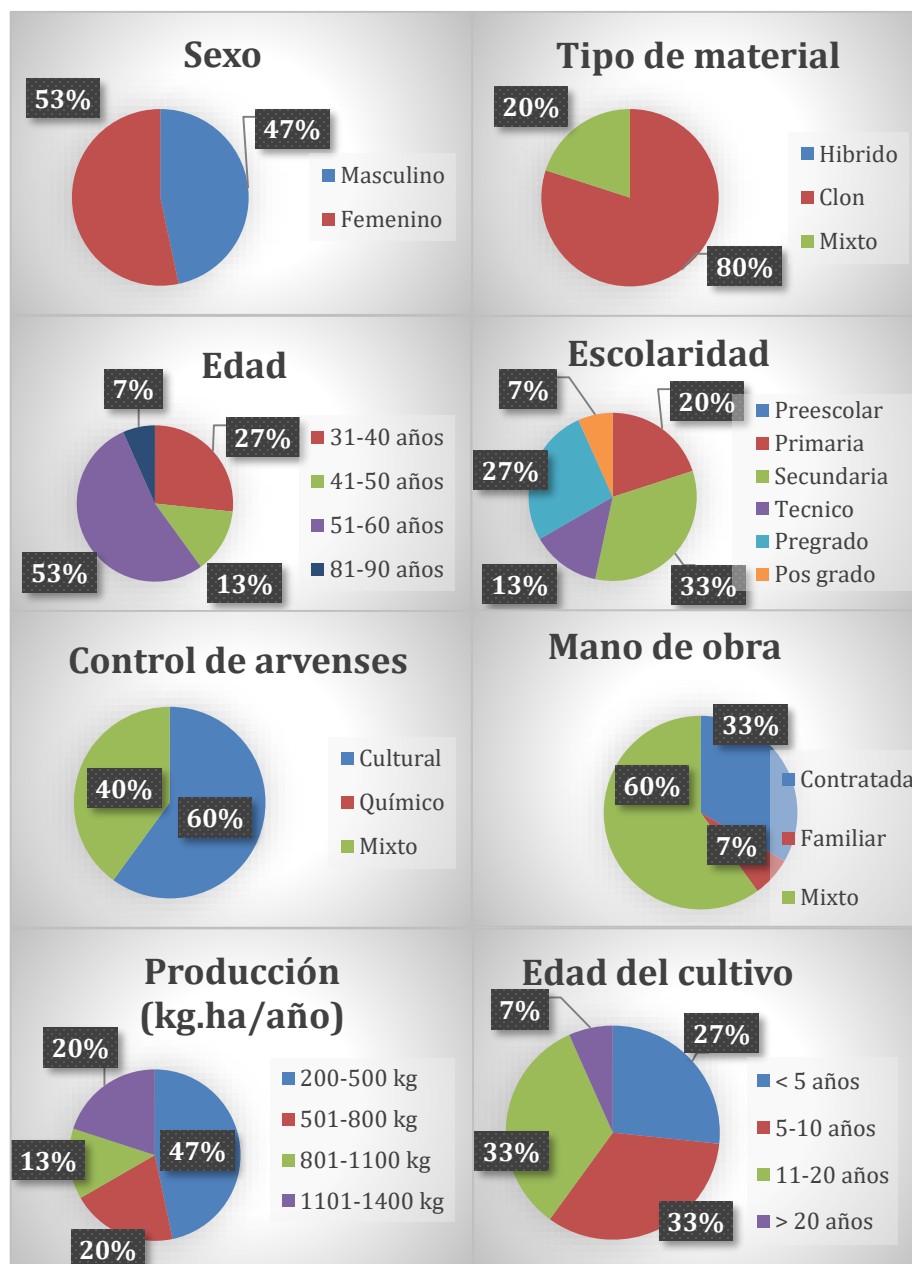


Figura 2. Características más relevantes de los productores encuestados asociados a COOMPROCAR.

Cuando hablamos de producción, vemos que el 47% están entre 200-500 kg, 20% en 501-800 kg, 13% en 801-1100 kg y el 20% entre 1101-1400 kg de cacao seco al año por hectárea. Basándonos en la producción promedio del país que es de 450 kg/ha y que Arauca tiene uno de los promedios más altos con 660 kg/ha como se destaca en la ficha

expedida por FINAGRO (2020). Es de aclarar que con un promedio de 510 kg/ha de los asociados encuestados, en la zona nos encontramos con un promedio superior al nacional, pero con muchas cosas por mejorar como lo es la implementación de un sistema de riego que nos ayude a evitar pérdidas de producción por estrés hídrico algo que es muy ineficiente en la zona ya que de los encuestados solo una persona cuenta con sistema de riego, esto es uno de los factores que más influye en la baja producción, que como se mencionó anteriormente, no es mala, pero se puede mejorar muchísimo.

Para finalizar esta sección de la encuesta, se analizó la edad de los cultivos, encontrando que el 7% de ellos tiene menos de 5 años, el 27% se encuentra en el rango de 5 a 10 años, el 33% tiene entre 11 y 20 años, y el porcentaje restante corresponde a cultivos de más de 20 años. Es importante destacar que los cultivos más antiguos tienen una incidencia considerable en la baja producción en la zona, lo que ha llevado al surgimiento de diversos proyectos enfocados en la renovación de las plantaciones. Sin embargo, los cultivos en las edades óptimas, donde se alcanzan los picos de estabilización, son los que predominan, lo que contribuye a reducir la influencia de este factor en la baja producción. En este contexto, se pone especial énfasis en los cuidados agronómicos, tales como el control fitosanitario y la disponibilidad de riego, como elementos clave para mejorar el rendimiento de los cultivos.

El resultado de la encuesta en la que se evaluaba la presencia de enfermedades que detectaron los asociados (Figura 3) se realza la presencia que tiene la moniliasis en sus cultivos alcanzando un 100%, seguido de mazorca negra con un 73% de presencia y con un 53% de presencia la escoba de bruja, como era de esperarse ya que la moniliasis y la mazorca negra son reportadas como las enfermedades más limitantes en el país y que mayor afectación tienen en el cultivo de cacao (Cardenas et al., 2017). Siendo estas tres enfermedades más conocidas para los encuestados y, por ende, más fácil de identificar para ellos. Por otra parte, no tienen presencia de pudrición de la raíz por *rosellinia* ni mal de machete, ya sea por el desconocimiento de dichas enfermedades o porque en sus lotes no tienen presencia.

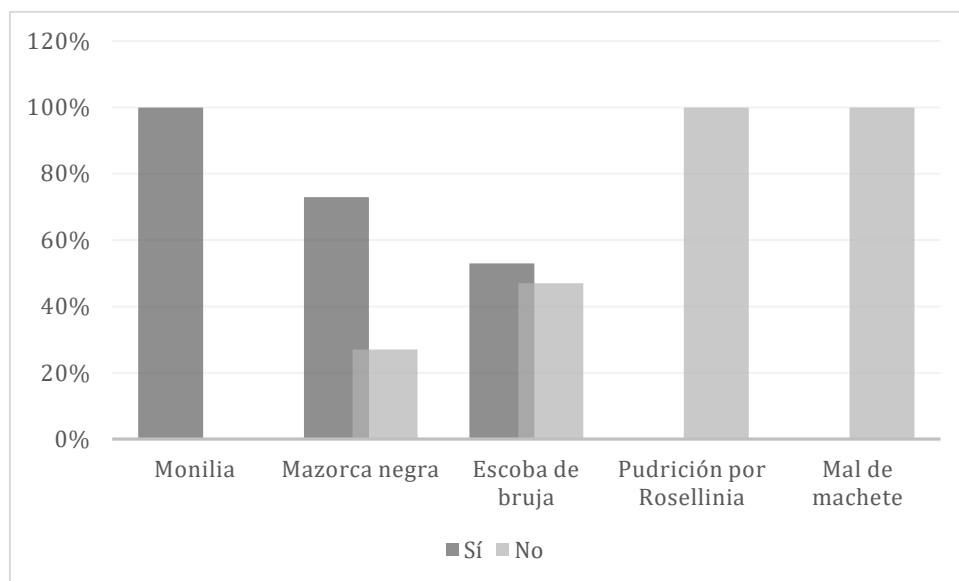


Figura 3. Presencia de enfermedades según la encuesta aplicada.

Basado en las ecuaciones utilizadas para calcular el porcentaje de incidencia de enfermedades tanto en los frutos como en la planta en general (Cárdenas et al., 2017), la tabla 2 muestra una alta incidencia de moniliasis en los cultivos de cacao de la región, alcanzando hasta un 64% en algunas fincas, lo que resulta en una pérdida de más de la mitad de la producción en esas propiedades. En contraste, no se registró la presencia de Pudrición de la raíz por *Rosellinia* ni de Mal de machete en los predios evaluados, como se detalla en la misma tabla. En cuanto a la mazorca negra, su impacto en los frutos es relativamente bajo para los productores visitados, con una incidencia del 16% en la finca con mayor presencia de la enfermedad.

La incidencia de Escoba de bruja varió considerablemente entre las fincas: en algunas no se reportó su presencia, mientras que en otras alcanzó hasta un 60%, afectando tanto a las yemas vegetativas como a los cojines florales. Un factor clave observado en campo fue el estado nutricional de los cultivos, ya que aquellos con síntomas de deficiencia nutricional mostraron una mayor prevalencia de Escoba de bruja. Estos clones eran similares a los de las fincas sin presencia de la enfermedad, pero en estas últimas no se detectaron signos de deficiencia nutricional.

Tabla 2. Incidencias promedio de árboles evaluados por finca de las principales enfermedades.

Finca	Incidencia moniliasis	Incidencia mazorca negra	Incidencia escoba de bruja	Incidencia rosellinia	Incidencia mal de machete
1	22%	0%	0%	0%	0%
2	14%	0%	0%	0%	0%
3	34%	9%	30%	0%	0%
4	64%	0%	60%	0%	0%
5	29%	3%	0%	0%	0%
6	21%	0%	50%	0%	0%
7	53%	16%	20%	0%	0%
8	13%	1%	0%	0%	0%
9	15%	0%	30%	0%	0%
10	10%	1%	20%	0%	0%
11	5%	0%	0%	0%	0%
12	15%	2%	0%	0%	0%
13	28%	0%	0%	0%	0%
14	46%	14%	0%	0%	0%
15	51%	4%	0%	0%	0%
16	6%	0%	0%	0%	0%

Nota: Elaboración propia.

Este escenario se relaciona con el bajo porcentaje de estudios de suelos realizados entre los asociados, ya que el 73% de los productores no cuentan con estudios de suelos. Aunque la fertilización se realiza en el 100% de las fincas, no se tiene un conocimiento detallado sobre los nutrientes específicos que requieren los cultivos, lo que puede afectar negativamente su salud y productividad (Figura 4).

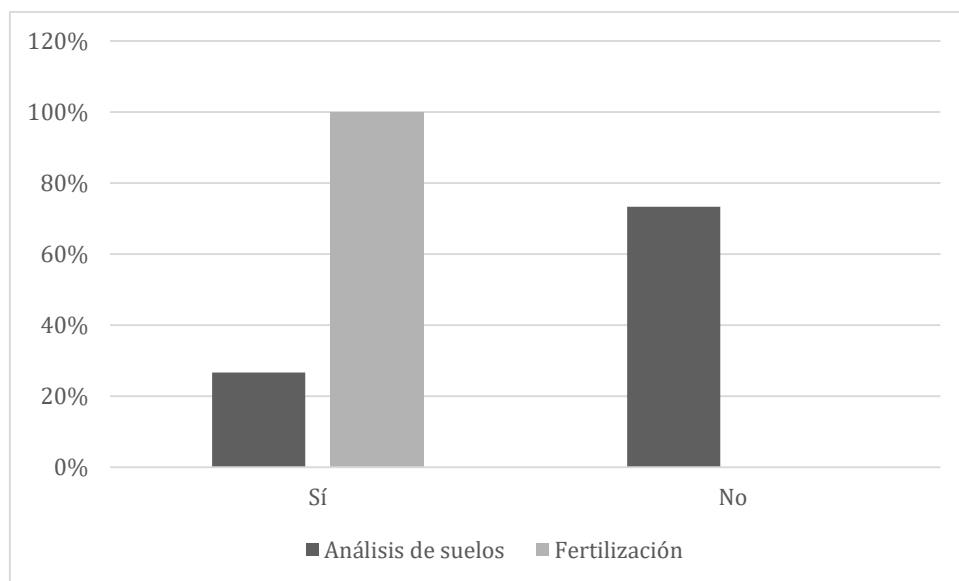


Figura 4. Promedio de encuestados que tienen análisis de suelos y que realizan fertilización

Para tener una imagen más clara de los promedios por enfermedades que mayor incidencia tuvieron en esta investigación (Figura 5), en la cual se observa el promedio de las enfermedades que atacan a los frutos de cacao con una incidencia alta del 27% para la moniliasis que es una de las que más pérdidas causa a los cacaoteros. A pesar de ello, el porcentaje sigue siendo inferior al promedio nacional, que oscila entre el 30% y el 40%. Cabe destacar que Norte de Santander presenta la tasa más alta, con un 84,1%, lo que tiene un impacto significativo en el rendimiento del cultivo (Cubillos, 2019). La enfermedad de mazorca negra que puede afectar varios tejidos de la planta como hojas, raíz, tronco y frutos, siendo este último en el cual hace más daño al rendimiento de los cultivos, tiene incidencia a nivel mundial que va del 30% hasta el 90% en algunos países (España, 2019), pero en el presente caso se evidencia que el daño que causa es muy bajo con un 3% de incidencia en los frutos del cultivo teniendo un impacto muy bajo sobre el rendimiento de los cultivos de los asociados visitados.

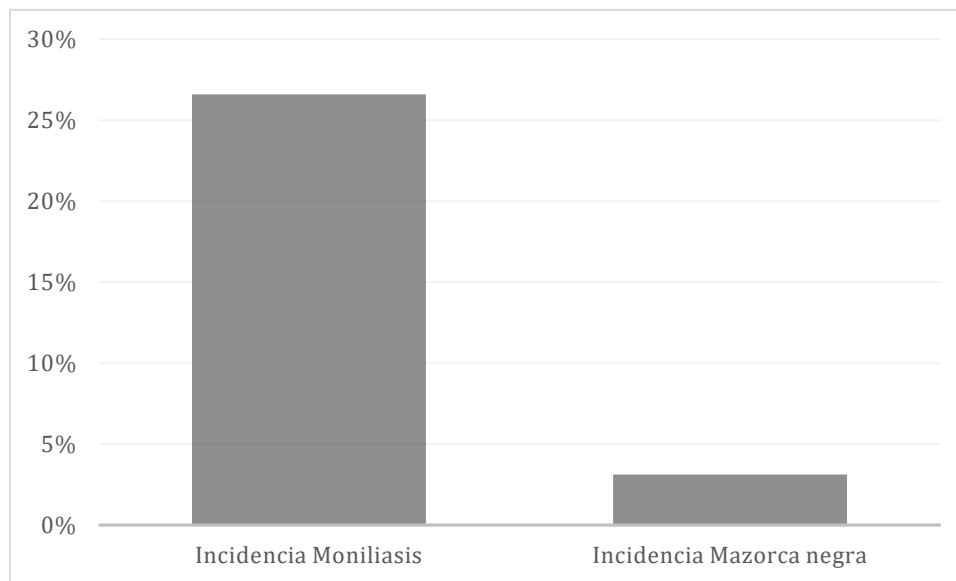


Figura 5. Promedio de incidencia de enfermedades que atacan los frutos de cacao entre los asociados visitados.

En la gráfica presentada en la figura 6, se destaca principalmente la incidencia de la escoba de bruja, que presenta un ataque leve del 13%. Esta enfermedad, que en otros países ha causado pérdidas en el rendimiento del 50% al 90%, se considera una de las más destructivas en Latinoamérica, con pérdidas de hasta el 90% en algunos casos (Oliveira y Luz, 2005). En contraste, no se observó la presencia de enfermedades como la pudrición radicular por rosetlinia y el mal de machete, dos enfermedades radiculares que pueden afectar gravemente los árboles de cacao, pero que no tuvieron incidencia en el caso estudiado. Al tener un mayor control en cuanto al cuidado del cultivo, es que se puede tener una incidencia baja en esta zona de escoba de bruja, siendo esta bastante prolifera en lugares en los cuales no se tiene control alguno, llegando hacer muy afectado, como se encontró en la investigación de Hernández (2016), en la cual al comparar dos finca que tenían presencia de escoba de bruja, la incidencia es más severa en la que el control es menor y se ve una gran reducción en la que su control se aumenta, ayudando también en esta última finca aumentar el rendimiento en la producción del grano de cacao, teniendo así un incremento en las mazorcas producidas por árbol.

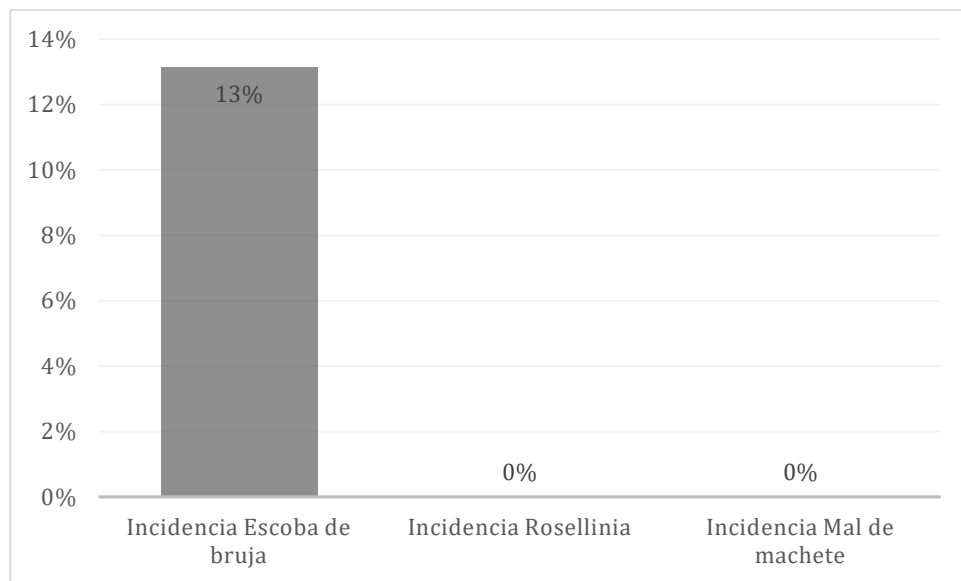


Figura 6. Promedio de incidencia de enfermedades que atacan reducidamente el fruto de cacao entre los asociados visitados.

9. Conclusiones

En las visitas técnicas realizadas, se pudo verificar que las plantaciones de cacao presentan un mal estado fitosanitario, se encontró que la moniliasis estuvo presente en todos los cultivos, mientras que la escoba de bruja y la mazorca negra no. La pudrición por *Rosellinia* y mal de machete, no fueron registradas.

Dentro de las limitaciones fitosanitarias que presentan los cultivos de cacao de los asociados se encuentran enfermedades, condiciones climáticas adversas, un inadecuado uso de fertilizantes, falta de sistemas de riego y otras labores agronómicas, que hace que los cultivos sean productivos.

Los agricultores tienen claro cuál de las enfermedades son las que mayor impacto tienen en la reducción de sus ganancias, enfermedades que se pudieron corroborar en la evaluación realizada a los predios de cada uno de los encuestados. Al tener un promedio del 27% de incidencia, la enfermedad más limitante en el cultivo de cacao de los asociados de COOMPROCAR es la **moniliasis**, seguida de la escoba de bruja con un 13% de incidencia en los predios.

10. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de suelos para poder realizar, con la ayuda de un profesional, un plan de fertilización adecuado para cada cultivo y así evitar presentar deficiencias nutricionales que se puede traducir a una planta más fuerte ante cualquier tipo de plaga.

La implementación de sistemas de riego es importante para poder optimizar el manejo del cultivo y elevar la producción evitando los estreses hídricos que puede llegar a presentar las plantas en las épocas de verano que son muy fuertes en esta zona del país.

Se recomienda mejorar las labores agronómicas como lo son disminuir el porcentaje de sombrero que presentan algunos cultivos, mejorar el manejo de poda que en algunas ocasiones es ineficiente causando un ambiente idóneo para la proliferación de los patógenos, llevar un plan de fertilización apropiado para cada predio y las labores culturales como lo es la recolección de los frutos enfermos y maduros cada semana para poder bajar la incidencia y cuando la incidencia de la enfermedad se vea bien disminuida, se puede ampliar la recolección de los frutos a cada 15 días.

11. Bibliografía

- Álvarez, J. C., Martínez, S. C., & Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta agronómica*, 63(4), 388-399.
- Ameyaw, E. (28 de abril de 2024). Chocolate caro en el Norte, agricultores en apuros en el Sur: causas y efectos del descenso de la producción de cacao en Ghana. EL PAÍS. <https://elpais.com/planeta-futuro/2024-04-29/chocolate-carro-en-el-norte-agricultores-en-apuros-en-el-sur-causas-y-efectos-del-descenso-de-la-produccion-de-cacao-en-ghana.html>
- Aranzazu, F. (1993). *Control de la llaga estrellada en cacao causada por Rosellinia pepo Pat.* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37393>.
- Baez Càceres, L. C. (2018). Diseño arquitectónico de la planta procesadora, transformadora, comercializadora y de almacenamiento de cacao para el municipio de Arauquita Arauca.
- Barros Nieves, O. (1981). Morfología y clasificación botánica del cacao. ICA.
- Batista, L. (2009). El cultivo de cacao. *Santo Domingo: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal*, 23(2), 45-54.
- Calderon, D., & Laridh, B. (2022). Acompañamiento técnico a los agricultores en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao del municipio de Tame Arauca.
- Cárdenas Pardo, N. J., Darghan, A., Sosa Rico, M. D., & Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209-220. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n2.61161>
- Contreras, D. O. (2013). Medición de la competitividad de los productores de cacao en una región de Santander–Colombia. *Lebret*, (5), 243-267.
- COOMPROCAR. (2024). Cooperativa Multiactiva de Producción y Comercialización agropecuaria de Arauquita. Obtenido de <https://coomprocar.com/nosotros#4f37622b-97a5-49df-9cca-1d180b1fcb5e>

- Cubillos, G. (2019). La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo.
- DANE. (2021) Encuesta nacional de calidad de vida – ECV 2021. Recuperado de <https://microdatos.dane.gov.co/catalog/734>
- España Torres, M. A. (2019). *Manejo de Phythophthora palmivora L., en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en la hacienda San José, cantón Babahoyo* (Bachelor's thesis, BABAHOYO; UTB, 2019).
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. *Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña*.
- FEDECACAO. (2012). Guía técnica para el cultivo de cacao. Quinta Edición. [PDF]
- FEDECACAO. (2015). Guía técnica para el cultivo de cacao. Sexta Edición. [PDF]
- FEDECACAO. (2018). Fortalecimiento productivo y comercial a ochocientos (800) pequeños productores de cacao del municipio de Tumaco. Manejo fitosanitario y nutrición [CARTILLA][PDF]
- FEDECACAO. (2021). Guía técnica cultivo de cacao en Colombia. [PDF]
- FINAGRO. (2020). Ficha de inteligencia: Cacao. Recuperado de https://www.finagro.com.co/sites/default/files/ficha_de_inteligencia_-_cacao.pdf
- González, S. I. R. (2008). La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha*, 21(1), 97-110.
- Gómez, M. (2022) Implementación de estrategias para la renovación de plantaciones de cacao en Departamento de Arauca. Recuperado de <https://arauca.gov.co/convocatoria-abierta-implementacion-de-estrategias-para-la-renovacion-de-plantaciones-de-cacao-en-departamento-de-arauca/>
- Guamán Villa, M. A., Jaramillo Aguilar, E. J. & Bernal Morales, J. F. (2022). Control biológico de la mazorca negra (Phyto phthora Palmivora L.) En el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149-154.

- Guerrero, R., Cevallos, O., Eguez, E., & Peñaherrera, S. (2020). El potencial del uso de microorganismos endofíticos como agentes de control de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Centrosur Agraria*, 1-18.
- Hernández Gómez, E. (2015). *Diagnóstico fitosanitario de cacao (Theobroma cacao L) en Chiapas* (Master's thesis).
- Hernández-Villegas, J. (2016). Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. *Bioagro*, 28(1), 059-064.
- Hoyos-López, D. A., Cadavid-Londoño, J. E., & Orozco-Restrepo, J. A. (2018). Percepción de los productores de cacao sobre las enfermedades del cacao y su manejo en el departamento del Cauca, Colombia. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 13(2), 237-250.
- Kew Science. (n.d.). Taxon: [Urn:lsid:ipni.org:names:320783-2](https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:320783-2). Kew Gardens. Recuperado de <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:320783-2#source-KBD>
- Krauss, U., ten Hoopen, M., Hidalgo, E., Martínez, A., Arroyo, C., García, J., ... & Sánchez, V. (2003). Manejo integrado de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas v. 10 n. 37-38 p.* 52-58.
- Ochoa, C., & Aurolina, M. (2023). Control de enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Mariscal de Cáceres, región San Martín año 2022.
- Olarte, M. A. L. (2021). Análisis sobre el manejo de la monilia en los cultivos de cacao. *Innventiva*, (3) [PDF].
- Oliveira, M. y E. Luz. (2005). Identificacao e manejo das principais doencas do cacaueiro no Brasil. Ilheus-Bahia: CEPLAC (Centro de Pesquisas do Cacau). Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. 132 p.

- Pastor-Soplín, S., Velásquez, D., & Rivas, E. (2022). Utilización de los recursos genéticos en un país que es centro de origen: el caso del cacao en el Perú. *Revista peruana de biología*, 29(4).
- Polanco, E. R., & Rodríguez, A. G. V. (2015). *Identificación y manejo de la pudrición parda de la mazorca (Phytophthora sp.) en cacao*. Corpoica Editorial.
- Polanco, E. R., Alferes, E. B. P., Fuquene, P. A. B., Amaya, J. D. S., & Polanco, L. A. R. (2020). Manejo de la pudrición parda de la mazorca (Phytophthora palmivora) en cacao por aplicación conjunta de prácticas culturales y químicas. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 16(1), 79-94.
- Rivera-Fernández, R. D., Valarezo-Beltron, O., Vera-Macías, L., Chavarría-Párraga, J. E., & Guzmán-Cedeño, Á. M. (2014). Efecto de la poda fitosanitaria sobre la enfermedad escoba de bruja en el cultivo de cacao. *Intropica*, 129-136.
- Rojas-Martinez, A., Jiménez-Zárate, M. T., Salazar-Gutiérrez, H. F., & Hebrard, E. (2018). *Moniliophthora perniciosa* (Moniliasis) and *Crinipellis perniciosa* (Witches' Broom): The main diseases of cacao in Colombia and their management. *Phytopathology*, 108(11)
- Sanabria Velázquez, A. D., & Grabowski Ocampos, C. J. (2016). Control biológico de *Rosellinia* sp. causante de la muerte súbita en macadamia (*Macadamia integrifolia*) con aislados de *Trichoderma* spp. *Investigación agraria*, 18(2), 77-86.
- Sánchez, L., Gamboa, E., & Rincón, J. (2003). Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(2), 188-194.
- Solís Hidalgo, Z. K., Peñaherrera Villafuerte, S. L., & Vera Coello, D. I. (2021). Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2022). Microanálisis evaluaciones agropecuarias – EVAs [Folleto]. Obtenido de https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-

[%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/ARAUCA/3%20Microan%C3%A1lisis%20Evaluaciones%20agropecuarias%202023-Arauca.pdf](#)

Villamizar, W. A. C., & Pedraza, A. F. G. (2021). Diagnóstico del grado de implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), por parte de los productores del distrito 1 del municipio de Saravena-Arauca. *Semilleros de investigación*, 4(1).

12. Anexos

Anexo 1. Evaluación del cultivo de asociado.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 2. Evaluación de un cultivo con buen manejo agronómico.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 3. Mazorca con presencia de moniliasis.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 4. Mazorca afectada con moniliasis y con presencia de micelio.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 5. Presencia de escoba de bruja en cojín floral.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 6. Presencia avanzada de escoba de bruja en cojín floral.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 7. Mazorca con presencia primordialmente de mazorca negra.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 8. Pérdida de mazorcas afectadas por moniliasis.



Tomada por: Rumualdo Villegas P.

Anexo 9. Encuesta realizada a los asociados de COOMPROCAR.

4

Encuesta de generalidades y problemas de enfermedades en el cultivo de plaga a los asociados a COOMPROCAR											
INFORMACION GENERAL											
1. Nombre del propietario				Mara Eugenia Castro				2. Asociación		COOMPROCAR	
3. Cedula				24245909				4. Teléfono		320570765	
5. Vereda				El Diamante				6. Nombre del predio		Los Delirios	
7. Edad		56		8. Sexo		F		9. Escolaridad		Primaria	
11. Área total del predio				57 ha				10. Capacitaciones		Si ☒ No ☐	
13. Lleva registro de producción				Si ☒ No ☐				14. Distancia de siembra		3,5 x 3,5	
16. Tenencia de la propiedad				Propietario ☒ Arrendatario ☐				12. Área de cacao		5 ha	
								Aparcero ☐		Otro ☐	
ASPECTOS TECNICOS DEL CULTIVO											
17. Material vegetal											
Tipo de material sembrado		Plantas totales		Edades				Clase de material			
				<5		5-10		10-20		>20	
Híbridos								☒			
Clones		1111				☒		FCAR-5, CCN-51.			
18. Realiza poda Si ☒ No ☐ cuántas al año 2											
19. Fertilización											
Tiene análisis de suelos actualizado (2 años): Si ☒ No ☐											
Fertiliza Si ☒ No ☐											
Producto		Dosis/planta		Forma de aplicación				Época			
Agrocacao		300g		Edáfica				Post poda.			
20. Control de malezas (arvenses)											
Tipo de control				Frecuencia del control de arvenses				Producto o Herramienta			
Control cultural				☒				Cada 45 días se			
Control químico								guadara.			
Control mixto											
21. Cuenta con sistema de riego		SI ☐ No ☒		Tipo de riego							
22. Control Fitosanitario de las principales enfermedades de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)											
Enfermedad		Presencia		Control que realiza							
		Si ☒ No ☐									
Monilia (<i>Moniliophthora roreri</i>)		☒		Poda manual cada 8 días							
Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)		☒									
Pudrición por Rosellinia (<i>Rosellinia pepo</i>)		☒									
Mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)		☒		Poda manual cada 8 días							
Mal del machete (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)		☒									
23. Mano De Obra		Contratada ☒ Familiar ☐		Mixto ☐							
24. Producción al año (Ton/ha)		666 kg/ha		25. Enfermedad(es) más limitante(s)		Monilia					
25. Expectativas del cultivo:											
Mejorar la organización del cultivo para aumentar la productividad y aumentar las ganancias											

Anexo 10. Tabla de monitoreo de incidencia de moniliasis.

Monitoreo de incidencia de enfermedades												
N°	Finca	Lote	Arbol evaluado	Estado del fruto		Número total de frutos por árbol	Número de frutos enfermos	Gibas o jirobas	Síntomas y signos de la Moniliasis en los frutos			Observación
				Verde	Maduro				Puntos aceitosos sub-epidermales	Mancha café	Esporulación	
5	La Unión - Flor Chica Celso E.	1	1	30	0	30	15	X	X			
			2	20	0	20	5	X	X			
			3	40	0	40	10	X	X			
			4	35	0	35	8	X	X			
			5	36	0	36	3	X	X			
			6	28	0	28	18	X	X			
			7	27	0	27	11	X	X			
			8	45	0	45	16	X	X			
			9	42	0	42	9	X	X			
			10	30	0	30	12	X	X			
6	El Paredón - Janelino Acosta M.	1	1	20	0	20	5	X	X			
			2	25	0	25	3	X				
			3	15	0	15	2	X				
			4	18	0	18	3	X				
			5	30	0	30	8	X	X			
			6	35	0	35	2	X				
			7	12	0	12	4	X				
			8	15	0	15	5	X				
			9	23	0	23	6	X	X			
			10	31	0	31	4	X				
7	Santa Isabel - Pedro Velazquez.	1	1	35	0	35	22	X	X	X	X	
			2	45	0	45	28	X	X	X	X	
			3	38	0	38	15	X	X	X	X	
			4	25	0	25	12	X	X	X	X	
			5	23	0	23	15	X	X	X	X	
			6	28	0	28	9	X	X	X	X	
			7	20	0	20	10	X	X	X	X	
			8	27	0	27	12	X	X	X	X	
			9	18	0	18	13	X	X	X	X	
			10	30	0	30	14	X	X	X	X	
8	Los Delinos - Jhargenia Pasa.	1	1	22	0	22	5	X	X			
			2	42	0	42	3	X	X			
			3	48	0	48	4	X	X			
			4	48	0	48	72	X	X	X		
			5	30	0	30	2	X	X			
			6	35	0	35	6	X	X			
			7	45	0	45	5	X	X			
			8	48	0	48	2	X	X			
			9	25	0	25	4	X	X			
			10	28	0	28	3	X	X			

Anexo 11. Tabla de monitoreo de incidencia de enfermedades.

Monitoreo de incidencia de enfermedades										
N°	Finca	Lote	Arboles evaluados	Enfermedades			Frutos sanos	Total de frutos evaluados por el árbol	Observaciones	
				Frutos Fitóctora Phytophthora palmivora	Escoba de bruja Moniliophthora perniciosa					
					Presencia					# de escobas
					Si	No				
11	Santa Sofia - Nelly Perez M.	1	10	0		X	0	163. 172.	Cultivo viejo y poco productivo.	
12	El Paraiso - Wilmer G. Pama V	1	10	8		X	0	289 348	Cultivo podado con falta de nutrientes.	
13	Pamaral - Pablo R. Garcia M.	1	10	0		X	0	129 179	Baja productividad.	
14	Los Lirios - Nubia Maria Higueria Suarez	1	10	55		X	0	156 393	Cultivo con exceso de sombra por los forestales que tiene el cultivo.	
15	El Manchado - Francisco Javier González Quintanilla	1	10	20		X	0	202 452	Exceso de sombra, gran pérdida de matorras por mancha.	