

TIPIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONALES DE CACAO
(*Theobroma cacao* L), EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO

OLEGARIO PRECIADO SAYA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS EN CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS

TUMACO – NARIÑO - COLOMBIA

2022

TIPIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONALES DE CACAO
(*Theobroma cacao* L), EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO

OLEGARIO PRECIADO SAYA

Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Magister en Ciencias Agrarias

Asesor

William Ballesteros Possú. Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS EN CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS

TUMACO – NARIÑO - COLOMBIA

2022

Nota de Responsabilidad

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1º de acuerdo 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Jorge Fernando Navia Estrada PhD.
Jurado delegado D.

Jose Ives Pérez, M.Sc.
Jurado

Martin Muñoz, M.Sc.
Jurado

William Ballesteros Possú
Presidente

Pasto, Julio de 2022

Agradecimientos

El autor expresa sus sinceros agradecimientos a:

Dios Padre.

William Ballesteros Possu I.A, M.Sc, PhD – Universidad de Nariño

Jorge Fernando Navia Estrada PhD. Universidad de Nariño

Martin Muñoz, M.Sc. Universidad de Nariño

Jose Ives Pérez, M.Sc. Corporación Agrosavia

Proyecto de Desarrollo Territorial – PDT Nariño

A los productores de cacao en Tumaco

A mi familia, a mis compañeros y amigos que apoyaron a la culminación de esta investigación.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a mis padres: Omar Preciado y Cruz Aydee Saya, a mi señora esposa Lisette Vanessa Castro y a mis hijos Omar Daniel y Ziadi Michell Preciado Castro, por haberme dado el apoyo incondicional sin ellos no fuera sido posible lograr este nuevo triunfo de superación. Igualmente, a mis ocho (8) hermanos que con mensajes de motivación me dieron las fuerzas para proyectar iniciativa de alcanzar la meta.

Olegario Preciado Saya

Estudiante de la maestría de ciencias agrarias

Resumen

La presente investigación se realizó en el municipio de Tumaco – Nariño. Localizado 01°47' Latitud Norte y 78° 47' Longitud Oeste. La investigación se realizó, orientada a identificar tipos de sistemas de producción tradicionales de cacao, para diseñar estrategias de manejo que contribuyan a mejorar la competitividad de los sistemas de producción. Las zonas de estudios fueron dieciséis (16) veredas ubicadas en consejos comunitarios y zona de la carretera. Se aplicó un muestreo estratificado en la variable edad de los productores, se desarrolló una encuesta semiestructurada.

Las encuestas se organizaron mediante el programa Excel, se realizó análisis correspondiente múltiple (ACM) programa estadístico R studio, versión 5.6. Se plantearon 32 variables enfocadas a las características económicas, ambientales y sociales. Para las alternativas de manejo se desarrollaron talleres de diagnóstico participativo y reuniones con productores. Encontrando fincas tipo I que reflejan el (3%) presentan rendimientos superiores a 1000 kg ha⁻¹año⁻¹, con 1000 árboles/ha⁻¹, y variedades CNN 51 y ICS 95; mientras que las fincas tipo II (12%) rendimientos entre 600 y 1000 kg ha⁻¹año⁻¹, con 886 árboles/ ha⁻¹ y material vegetal clonal, criollo y algunos híbridos. Fincas tipo III el (85%) se evidencian rendimientos menores a 600 kg ha⁻¹año⁻¹, con un numero arboles entre 200 a 400 por hectárea, con variedades de cacao criollo o regional, híbridos e hijos de híbridos.

Las fincas tipos presentan contenido nutricional bajo en los minerales (P), (K), (S), (B), (Cu) y (Zn) y presentan alto contenido de hierro en el suelo (Fe). Como estrategia sostenible es implementar un plan de asistencia técnica integral, incrementar la densidad de árboles, establecer árboles de cacao de buenas características morfo-agronómicas y organolépticas, desarrollar actividades de rehabilitación, renovación, regular el sombrío, aplicar buenas prácticas agrícolas,

definir el plan de fertilización, aplicar método de polinización, construcción y adecuación de drenajes y acceder a financiamiento de crédito.

Palabras clave: caracterización, rendimientos, pequeños productores.

Abstract

The present investigation was carried out in the municipality of Tumaco - Nariño. Located 01°47' North Latitude and 78° 47' West Longitude. The research was carried out, aimed at identifying types of traditional cocoa production systems, to design management strategies that contribute to improving the competitiveness of production systems. The study areas were sixteen (16) villages located in community councils and the highway area. A stratified sampling was applied in the variable age of the farmers; a semi-structured survey was developed.

The surveys were organized using the Excel program, multiple corresponding analysis (MCA) statistical program R studio, version 5.6 was performed. Thirty-two variables focused on economic, environmental and social characteristics were evaluated. Participatory diagnostic workshops and meetings with producers were held for the management alternatives. Farm type I, farms that reflect the (3%) have yields greater than 1000 kg ha⁻¹año⁻¹ with 1000 trees/ ha⁻¹, and CNN 51 and ICS 95 varieties; while type II farms (12%) yields between 600 and 1000 kg ha⁻¹año⁻¹, with 886 trees/ ha⁻¹ and clonal, creole and some hybrid plant material.

Type III farms (85%) show yields of less than 600 kg ha⁻¹año⁻¹, with a number of trees between 200 and 400 per hectare, with varieties of regional or creole cocoa, hybrids and children of hybrids. The type farms have low nutritional content in minerals (P), (K), (S), (B), (Cu) and (Zn) and have a high content of iron in the soil (Fe). A sustainable strategy is to implement a comprehensive technical assistance plan, increase tree density, establish cocoa trees with good morpho-agronomic and organoleptic characteristics, develop rehabilitation and renovation activities, regulate shading, apply good agricultural practices, define the plan fertilization, apply pollination method, construction and adaptation of drainage and access to credit financing.

Keywords: characterization, yields, small producers.

Contenido

	pág.
Introducción	19
1. Título.....	21
2. Justificación e importancia	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo general.....	23
3.1.1 Objetivos específicos.	23
4. Marco teórico	24
4.1 Tipificación	24
4.2 Tipificación de sistemas de producción agrícola	24
4.3 Caracterización de los sistemas de producción.....	25
4.4 Sistemas de producción.....	27
4.5 Sistema de producción tradicional	28
4.6 Sistemas de producción de cacao.....	29
4.7 Sistema de producción tecnificado en cacao	30
4.8 Sistemas agroforestales -SAF	30
4.9 Evaluación económica del sistema agroforestal	31
4.10 Contexto de la cacaocultura a nivel mundial	32
4.11 Contexto de la producción de cacao en américa y el caribe	33
4.12 Contexto de la cacaocultura en Colombia	34
4.13 Contexto de la cacaocultura en el departamento de Nariño.....	35
4.14 Métodos de valoración de variables de caracterización.....	35

4.15 Análisis multivariado	36
4.16 Análisis de correspondencias	37
4.17 Análisis clúster	38
4.18 Estudios de caso	39
4.19 Enfoque de Extensión Agropecuaria en la Prestación del Servicio de Asistencia Técnica en Colombia	43
5. Metodología	44
5.1 Localización	44
5.2 Descripción de las zonas de estudio	44
5.3 Flujograma metodológico de la investigación	45
5.4 Población	46
5.5 Variables evaluadas	46
5.6 Diseño del muestreo	50
5.7 Tamaño de la muestra	50
5.8 Análisis de datos	52
5.8.1 Variables con bajo valor discriminante	52
5.8.2 Análisis de correspondencias múltiples	52
5.8.3 Análisis de clústeres	53
5.8.4 Tipificación de las Fincas	53
5.8.5 Diseño participativo de alternativas	53
6. Resultados y discusión	54
6.1 Análisis de correspondencias múltiples (ACM)	54
6.2 Análisis jerárquico de los componentes	57

6.3 Descripción de las agrupaciones de los agricultores.....	58
6.3.1 Clúster 1.....	58
6.3.2 Clúster 2.....	59
6.3.3 Clúster 3.....	60
6.4 Análisis de las variables con mayor contribución a los componentes	62
6.4.1 Producción de cacao seco (PCS).....	62
6.4.2 Distancia a la finca (DIST).	62
6.4.3 Especies de sombrío (ESPS).....	63
6.4.4 Mano de obra (MNO).	64
6.4.5 Registro de actividades y costos (RAC).	65
6.4.6 Venta del grano de cacao seco (VGCS).....	65
6.4.7 Topografía de la finca (TFI).	66
6.4.8 Uso de las especies (USE).	67
6.5 Tipificación de los sistemas de producción tradicionales de cacao	68
6.5.1 Fincas con rendimientos superiores a 1000 kg/ha ⁻¹ (Tipo 1).....	68
6.5.2 Fincas con rendimientos entre 600 y 1000 kg/ha ⁻¹ (Tipo 2).	69
6.5.3 Fincas con rendimientos menores a 600 kg/ha ⁻¹ (Tipo 3).....	70
6.6 Distribución de nutrientes en las fincas tipo	72
6.7 Interpretación cuadro indicativo de nutrientes en suelo para cacao.	73
6.8 Descripción de las variables químicas evaluadas en los tipos de fincas	76
6.8.1 el pH.....	76
6.8.2 Materia Orgánica (MO).	77
6.8.3 Fósforo (P).	77

6.8.4 Azufre (S).....	78
6.8.5 Boro (B).	79
6.8.6 Calcio (Ca).....	80
6.8.7 Magnesio (Mg).....	81
6.8.8 Potasio (K).	81
6.8.9 Hierro (fe).	82
6.8.10 Cobre (Cu).	83
6.8.11 Manganeso (Mn).....	84
6.8.12 Zinc (Zn).....	85
7. Estrategias de manejo participativo para cada tipología de finca de Cacao identificada	87
7.1 Alternativas de manejo	87
7.1.1 Estrategia de manejo de las fincas tipo I.....	87
7.1.2 Estrategia de manejo de las fincas tipo II.	88
7.1.3 Estrategia de manejo de las fincas tipo III.	88
Conclusiones	90
Recomendaciones	91
Referencias.....	92

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Zonas de estudio para la investigación.....	45
Tabla 2. Variables evaluadas para la tipificación de las fincas productoras de cacao en el municipio de Tumaco.....	47
Tabla 3. Distribución de los estratos de acuerdo y la varianza encontrada.	50
Tabla 4. Distribución de la muestra en los diferentes estratos	52
Tabla 5. Porcentaje de la varianza explicada por cada uno de los componentes que agrupan las diferentes variables.....	54
Tabla 6. Variables con mayor contribución a la inercia de los componentes	55
Tabla 7. Contribución significativa de las diferentes modalidades de las variables a la conformación de clústeres.	61

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Localización de las zonas de muestreo en el municipio de Tumaco, Nariño.	44
Figura 2. Flujograma metodológico de la investigación para la tipificación de fincas cacaoteras en el municipio de Tumaco, Nariño.....	46
Figura 3 (a y b). Contribución de las variables a los diferentes ejes.	57
Figura 4. Agrupamiento de los sistemas tradicionales de producción de cacao en Tumaco.....	58
Figura 5. Análisis de nutrientes en las fincas tipos I, II y III.	73
Figura 6. Elementos nutricionales de las fincas tipo I, II y III	74

Lista de anexos**pág.**

Anexo A. Ficha de diagnóstico aplicada en campo para el estudio	110
---	-----

Glosario

Análisis de clúster (AC): es un método estándar del análisis multivariado que puede reducir una compleja cantidad de información en pequeños grupos o clústeres, donde los miembros de cada uno de ellos comparten características similares.

Análisis de correspondencias múltiples (ACM): es el análisis de correspondencia genera espacios factoriales en función de la información presente tanto en las filas como en las columnas, mediante relaciones matemáticas, obteniéndose de esta manera “la mejor representación simultánea” entre las modalidades que conforman las diferentes variables en estudio.

Asistencia técnica: es un componente fundamental para el desarrollo sostenible de las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas y forestales, porque permite un acompañamiento integral a los productores, facilitando el incremento en sus índices de productividad y competitividad.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. Política y Estrategias para el Desarrollo Agropecuario del Departamento de Nariño.

Coefficiente de variación (CV): es una medida de dispersión que permite el análisis de las desviaciones de los datos con respecto a la media y al mismo tiempo las dispersiones que tienen los datos dispersos entre sí.

Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO): es una organización de carácter gremial dedicada a la investigación, la transferencia de tecnología y la comercialización para el fomento del cultivo del cacao mejorando las condiciones de vida del productor.

Organización Internacional del Cacao (ICCO): tiene como objetivo promover y apoyar la sostenibilidad económica, social y medioambiental de la cadena de valor del cacao y, en particular, mejorar las condiciones de vida de los cacaocultores.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Introducción

La actividad cacaotera tiene impactos importantes en el mundo, que concentra un modo de vida de más de 150 mil agricultores, generando más de 1.5 millón de empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización (IICA, 2017). El cacao en Colombia desde el año 2011, su producción ha venido incrementando, de manera importante en los últimos años, muestra de ello el primer bimestre (enero – febrero) del 2021 arrojando cifras muy favorables para el subsector cacaotero, dejando ver una producción de 15.428 toneladas en 2021, respecto a las 10.046 producidas en el mismo periodo del 2020, lo que evidencia un crecimiento del 54% (Fedecacao, 2021).

Fedecacao (2022), expresa que la producción de cacao ha sido notable el crecimiento positivo de 56,83% y así mismo se evidencia una baja producción del 30,8%, comparado en el primer trimestre de 2021 registrando 20.836 toneladas, para el mismo periodo de este año se obtuvieron 14.442, debido principalmente a la fuerte temporada invernal en todo el país.

La investigación científica sobre los sistemas de producción indica la importancia del conocimiento de la diversidad como fundamento principal del entorno agrícola, los sistemas agroforestales tropicales, como los sistemas de cacao, se caracterizan por asociaciones complejas de múltiples funciones y los árboles y los cultivos de diferentes edades, son una alternativa sostenible a los sistemas agrícolas intensivos modernos (Ngo *et al.*, 2013).

En Tumaco, se registran alrededor de 18.600 hectáreas y se cosechan 14 mil de estas, con rendimientos inferiores a $300 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ (Agronet, 2020; Preciado *et al.*, 2011). Los cuales son bajos comparados con el promedio nacional de $550 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ (MADR, 2007) y más aún si se compara con el punto de equilibrio de 1.5 ton ha^{-1} reportado por Fedecacao (2018).

Por otra parte, pese a todos los esfuerzos de inversión en los últimos diez (10) años de entidades estatales y de cooperación internacional, en Tumaco, las organizaciones de cacao lideradas por los pequeños productores, siguen teniendo debilidad en brindar el servicio de asistencia técnica y transferencia de tecnología apropiadas y aplicación de buenas prácticas agrícolas, que impacten decididamente en la productividad y la sostenibilidad del cultivo, y convertirlo de una manera atractiva para agricultores jóvenes (Cordeagropaz, 2019).

El sector cacaotero de Tumaco, presenta bajo nivel tecnológico en la producción, cosecha, y beneficio del grano, además de un bajo poder de negociación en la comercialización y la volatilidad en los precios (Fedecacao, 2018). El sistema tradicional de cacao, ha sido caracterizado con múltiples estudios, pero estos sistemas no se han tipificado para determinar las medidas más relevantes para su mejoramiento (Cadena regional de cacao, 2019).

Por lo tanto, la investigación se realizó en tipificar los sistemas producción tradicionales de cacao, para diseñar estrategias de manejo que contribuyan a mejorar la competitividad del sector cacao en la región.

1. Título

“Tipificación de sistemas de producción tradicionales de cacao (*Theobroma cacao* L), en el municipio de Tumaco, Nariño”

2. Justificación e importancia

En Tumaco, la producción campesina no depende de una sola actividad, sino que las comunidades desarrollan una serie de prácticas como son la agricultura, la pesca, la caza, la extracción de madera y en menor escala la ganadería, dentro de la actividad agrícola, cultivan una amplia gama de especies, entre las que se destacan el cacao, plátano, coco, chontaduro, banano, yuca y palma aceitera, en síntesis, los sistemas productivos se relacionan con la capacidad que tienen los campesinos para rotar sus actividades de acuerdo con las exigencias del medio (Alcaldía de Tumaco, 2014).

Los agricultores de cacao de Tumaco, perciben bajos ingresos por el desarrollo de la actividad, debido a la falta de acompañamiento técnico oportuno y adecuado, la baja oferta de transferencia de tecnología para el manejo del cultivo relacionado con el mantenimiento de las labores como: podas, fertilización, cosecha, beneficio del grano para calidad de cacao, e insuficientes equipos y herramientas que conllevan al insuficiente desarrollo de habilidades y destrezas en los productores que les permita ser competitivo (Cordeagropaz 2019).

La tipificación de los sistemas de producción de cacao, permitirá determinar parámetros de agrupación de acuerdo al manejo, es así, con el propósito de la investigación será aportar resultados que estarán encaminados hacia la generación de nuevos conocimientos a través de consolidación de las estrategias asertivas que inciden para lograr la competitividad del sector cacao, de manera participativa con los productores, organizaciones comunitarias y los actores que intervienen en la cadena regional de cacao.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Tipificar los sistemas de producción tradicionales de cacao, para diseñar estrategias de manejo que contribuyan a mejorar la productividad del cacao en Tumaco, Nariño.

3.1.1 Objetivos específicos.

Objetivo 1. Determinar las tipologías de los sistemas de producción de cacao en el municipio de Tumaco.

Objetivo 2. Diseñar una estrategia de manejo participativo para cada grupo de sistema de producción de cacao identificado.

4. Marco teórico

4.1 Tipificación

El estudio de tipificación permite realizar una mejor planificación y distribución más eficiente de los recursos, destinados a mejorar el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos que conforman el entorno de la población estudiada; para realizar un estudio de tipificación existen una gran diversidad de técnicas, de las cuales el investigador debe seleccionar aquellas que considere más adecuadas a sus datos y sobre todo a su objetivo científico (Valerio *et al.*, 2004).

La tipificación y la caracterización son actividades relevantes para el análisis del funcionamiento de los sistemas productivos rurales. Ello involucra hallar y describir la relación entre variables, proceso que suele ser complejo, ya que demanda observar la relación de los grupos familiares y comunidades con su entorno cultural, en función de sus objetivos empresariales, económicos y financieros (Vargas y Rodríguez, 2020).

Según Escobar *et al.*, (1990) la tipificación y clasificación de sistemas de producción o como cualquier sistema de clasificación, ordena la diversidad y facilita la visualización, análisis y comprensión de la agricultura campesina existente en una zona determinada; una tipología es una forma de conceptualizar dicha realidad.

Por su parte, Bolaños (1999) la tipificación como el establecimiento y construcción de grupos posibles basados en las características observadas en la realidad. Mientras que, para Rodríguez y Carvajal, (1996) es un método que busca identificar la diversidad de sistemas de producción mediante el ordenamiento o clasificación de la realidad.

4.2 Tipificación de sistemas de producción agrícola

Pokorny *et al.*, (2011); Escobar y Berdegú, (1990) mencionan que los procedimientos convencionales de la investigación muchas veces no han sido apropiados para las circunstancias y

entornos socioculturales y económicos de los pequeños productores, es decir que la oferta tecnológica no es pertinente a las condiciones físico-biológicas, socioeconómicas e histórico-culturales que determinan la estructura y la función de la pequeña producción; por ello, es necesaria una aproximación sistémica de la realidad, a fin de identificar las diferentes combinaciones en que estas condiciones se presentan en el medio rural y su relación con los tipos de sistemas productivos resultantes.

Para Escobar y Berdegú, (1989) las fincas cuando comparten el mismo entorno natural, económico, socio-político e institucional, tienden a desarrollar componentes e interacciones que forman estructuras y propiedades que las hacen semejantes entre sí y las diferencia de otras ubicadas en contextos diferentes

Martínez (2013) indica que los primeros trabajos empíricos realizados en el tema de la tipificación y caracterización de sistemas de producción agropecuarios en América Latina se engrandecen a finales de la década de 1980 cuando se crearon las redes de investigación de sistemas de producción; algunas de las más importantes son: la Red de Investigación en Sistemas de Producción de América Latina (Rispa) y la Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción - Rimisp.

4.3 Caracterización de los sistemas de producción

Según Ospina (2004) la caracterización de los sistemas agroforestales consiste en la descripción analítica e integral de sus características socioeconómicas y biotécnicas (composición, estructura, funcionamiento, productos, capacidad de conservar recursos naturales), que son de utilidad para realizar evaluaciones y facilitar la toma de decisiones, de acuerdo con necesidades particulares, lo anterior debe abordarse como un proceso mediante el cual es posible mejorar sistemáticamente el nivel de comprensión de distintas tecnologías agroforestales en contextos regionales y de finca,

además la caracterización permite describir y/o identificar oportunidades que ofrecen los sistemas al productor y al entorno, para realizar un manejo óptimo de las diferentes especies presentes en el sistema.

La caracterización y tipificación de los sistemas, se han utilizado diversas técnicas de análisis estadísticos para definir cuáles son los factores y variables que determinan en mayor grado la diversidad existente, si son de tipo físico, biótico, socioeconómico o combinaciones y el nivel jerárquico en que se presentan, de esta manera, es posible establecer las características de homogeneidad que definen un grupo de unidades de producción (Valerio *et al.*, 2004)

Según Castillo *et al.*, (2012). En la agricultura se expresan interrelaciones muy dinámicas y complejas entre los aspectos biofísicos y socioeconómicos, que han dado origen a perspectivas que incluyen de forma integral todos los componentes

Sin embargo, Sarandón (2014); Borderías y Muguruza (2014) bajo la anterior consideración, los procesos agrícolas deben visualizarse como un conjunto de componentes naturales, sociales y económicos interrelacionados en un espacio visualizado para cumplir un fin.

El conjunto de componentes e interrelaciones se ha denominado como agroecosistema, donde el componente biótico está representado por un cultivo y/o un animal, cuyo fin es proveer bienestar al hombre. Igualmente, se considera como componentes bióticos las arvenses, los insectos, los organismos presentes tanto en el aire como el suelo, entre otros (Malagón, 2001; Castillo *et al.*, 2012).

A través de la caracterización, como método para determinar su distribución y cuantificar las características e interacciones que determinan su funcionamiento; además, de permitir cuantificar las diferencias, mediante la descripción de las propiedades de un sistema y de sus interacciones,

facilitando así la planeación y la optimización de los recursos, orientados al mejoramiento de las unidades productivas (Ríos *et al.*, 2004).

Valerio *et al.*, (2004) los trabajos de caracterización se pueden resumir en cinco etapas de acuerdo con los criterios de así: 1) descripción de la población a estudiar, como un proceso exploratorio inicial, 2) selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información 3) recolección de información en terreno y construcción de base de datos, 4) reducción de la dimensionalidad de las variables utilizadas, mediante la utilización de diferentes herramientas multivariadas 5) determinar los tipos de subsistemas productivos a través de métodos estadísticos de clasificación de datos que permiten establecer grupos homogéneos.

4.4 Sistemas de producción

Un sistema es un conjunto de componentes interactivos. Los sistemas físicos, en contraste con los sistemas abstracto o conceptuales, son acumulaciones no aleatorias de materia y energía organizadas en espacio y tiempo, que tienen subsistemas y componentes interactivos. La disposición de los componentes y subsistemas proporciona al sistema sus propiedades estructurales, mientras que los cambios de materia, energía o información representan sus propiedades funcionales (Bertalanffy, 1968).

Peña *et al.*, (2007) un sistema de producción, es un proceso donde primero se establecería la prioridad estratégica del área de producción; después se diseñaría el sistema productivo, seleccionando unas prácticas coherentes con las prioridades establecidas y, por último, se pondría en marcha estos recursos (las prácticas) para adquirir las capacidades deseadas.

Rodríguez *et al.*, (1996), comentan que los sistemas de producción se pueden entender como la determinación del efecto integral de los factores físicos, bióticos, económicos, socioculturales y ambientales que permiten conocer, analizar y formular hipótesis, acerca de la estructura, función,

manejo y razón de ser de los sistemas de producción en áreas específicas y aportar elementos de análisis para quienes toman decisiones en torno al desarrollo regional.

4.5 Sistema de producción tradicional

Biopacífico, (1998) los sistemas productivos tradicionales del pacífico tienen su propia tradicionalidad económica, que funcionan en pequeña escala y están orientados fundamentalmente al autoabastecimiento de las comunidades, se caracterizan por la apropiación comunitaria y tradicional del territorio y por tener como base la agricultura la cual se combina y complementa en actividades extractivas y pecuarias.

Corpoica (1996) en la caracterización de los sistemas productivos del pacífico afirma que ésta se puede entender como la determinación del efecto integral de los factores físicos, bióticos, económicos, socioculturales y ambientales, que permiten conocer, entender y formular hipótesis acerca de la estructura, función, manejo y razón de ser de los sistemas de producción en áreas específicas.

Alcaldía de Tumaco (2014) la actividad principal son los huertos mixtos, que en ocasiones se localiza, desde el alar de las viviendas y en otras en los cultivos tradicionales que son una mezcla de cultivos transitorios como plátano, yuca y maíz, y cultivos permanentes como cacao y algunos frutales, combinados con árboles maderables.

Los sistemas productivos cacaoteros varían a lo largo del país, y pueden diferenciarse por su nivel de tecnificación, el modelo de financiación de las siembras, el régimen de tenencia de las tierras, los rendimientos obtenidos y la importancia del cultivo dentro de la economía regional y familiar, teniendo en cuenta estas características, tipologías: marginal, tradicional, tecnificado y diversificado (Abbott *et al.*, 2018).

4.6 Sistemas de producción de cacao

En el municipio de Tumaco y en general en toda la región de la Costa Pacífica Colombiana, la producción campesina no depende de una sola actividad, sino que las comunidades desarrollan una serie de prácticas como son la agricultura, la pesca, la caza, la extracción de madera y en menor escala la ganadería (Alcaldía de Tumaco, 2008).

En Tumaco, en particular en los consejos comunitarios, su actividad principal es cacao procedente de los sistemas productivos tradicionales, se han ganado reiterativamente los premios a la excelencia en la calidad del cacao en diferentes partes del mundo (Gobernación de Nariño, 2015).

Dentro de la actividad agrícola, cultivan una amplia gama de especies, entre las que se destacan el cacao, plátano, coco, chontaduro, banano, yuca y palma aceitera; en síntesis, los sistemas productivos se relacionan con la capacidad que tienen los campesinos para rotar sus actividades de acuerdo con las exigencias del medio (Alcaldía de Tumaco, 2008).

Alcaldía de Tumaco (2014) con el apoyo de los proyectos implementados en los últimos años, se ha intensificado la actividad de la producción de cacao, siendo cuidadosos en no afectar patrones culturales y ambientales en la producción, el trabajo se ha encaminado a la recuperación de material genético local de cacao de alta calidad, las resiembras se realizan con árboles sobresalientes de la misma finca del productor, lo que permite la conservación del material local de origen, en las nuevas siembras se están introduciendo clones universales que mejoren las características de aroma del cacao local y los cultivos se establecen bajo sistemas agroforestales asociados con árboles maderables, garantizando de esta manera oferta de madera y otras especies que crecen asociados al cultivo de cacao.

4.7 Sistema de producción tecnificado en cacao

Fedecacao (2015) las plantaciones tecnificadas de cacao, aprovechan gran medida, los beneficios de las buenas prácticas agrícolas disponibles en la tecnología agroforestal; el cultivo de cacao, posee muchos atributos de sustentabilidad por la vegetación heterogéneas natural consideradas la más eficiente comunidad protectora de los suelos tropicales, como los agentes que causan su degradación.

El cultivo de cacao, se cultiva conjuntamente con otras especies vegetales, principalmente café, plátano, frutales y maderables, los cuales le producen sombra y permiten al agricultor acceder a otras alternativas de ingresos, así mismo, el cultivo se establece entre un rango de altura sobre el nivel del mar de 0 a 1.200 metros, los terrenos ubicados en esta altura están clasificados como óptimos, sin restricciones para este cultivo (MADR, 2018)

4.8 Sistemas agroforestales -SAF

Combe *et al.*, (1979); Wiersum, (1981) definen la agroforestería como un sistema de uso de la tierra donde leñosas perennes interactúan bio-económicamente en una misma área con cultivos y/o animales, estos elementos pueden estar asociados en forma simultánea o secuencial en zona o mezclados, las formas de producción agroforestal son aplicables tanto ecosistema frágil como estables, a escala de campo agrícola, finca o región, a nivel de subsistencia o comercial.

Nair (1985) los sistemas agroforestales es el nombre colectivo que se da a sistemas de uso de la tierra en los que leñosas perennes (árboles, arbustos, etc.) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y/o animales en un arreglo espacial, en rotación o ambos, y en los cuales hay interacciones, tanto ecológicas como económicas, entre el componente arbóreo y no arbóreo del sistema.

El sistema agroforestal implica la asociación en el tiempo y el espacio de dos o más especies en una misma área, siendo por lo menos una de ellas leñosa perenne y caracterizada por la ocurrencia de interacciones ecológicas y económicas entre sus componentes (Fedecacao, 2015).

Prodesoc (2006) sistemas agroforestales, es una actividad productiva, ya que las condiciones del clima son las adecuadas y permite mantener un área en la que se cultiva y se conserva el medio ambiente. Afirma Fedecacao (2018) que el cultivo de cacao y asociado con especies maderable, frutales y musáceas aportan valor económico para aumentar los ingresos por unidad de área cultivada, convirtiéndose en una activa más lucrativa.

4.9 Evaluación económica del sistema agroforestal

La evaluación económica es una herramienta que permite medir y comparar los múltiples costos y beneficios que significa la ejecución de una actividad, y se puede aplicar, en la práctica, a todos los sistemas productivos existentes independientemente de los modelos que adopte, así mismo, se evalúan los valores cuantitativos en términos financieros a bienes y servicios, en función de su precio en el mercado (Fedecacao, 2018).

Hernández *et al*, (2018) expresa que es un este instrumento de análisis de viabilidad útil en la gestión eficiente de los recursos naturales, dando criterios cuantitativos para dar prioridad al mejor uso que se les puede dar en el marco de las actividades económicas que emprenda la comunidad (Conabio, 1998). Además, se ha encontrado que los métodos y criterios de evaluación de masas forestales (silvicultura y ordenamiento forestal) coincide con los correspondientes a los sistemas agrarios, en sus aspectos más generales.

Para Fedecacao, (2013) en su plan decenal cacaotero, expresa de convertir a Colombia en un protagonista de clase mundial en el mercado de cacao fino y de aroma, con el fin de incrementar productividad promedio de 309 Kg a 1.500 kg ha⁻¹año⁻¹ punto de equilibrio y rentabilidad del

cultivo de cacao, es el nivel de producción y ventas que debe alcanzar el negocio para cubrir los costos variables y los costos fijos; en este punto la utilidad operacional es 0 (cero), o sea que los ingresos son iguales a los costos totales.

4.10 Contexto de la cacaocultura a nivel mundial

El cacao (*Theobroma cacao* L), se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en cuatro continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de ellos son países de América en los cuales se produce cacao a nivel comercial, siendo este un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental, y particularmente cultural, para los territorios en donde se produce (IICA, 2017).

La actividad cacaotera tiene impactos importantes en los principales países productores ya que representa el modo de vida de más de 150.000 agricultores y genera alrededor de 1.5 millones de empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización; la producción de cacao en América abarca una superficie mayor a 1.7 millones hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales. Con base a estos elementos se identifica al cacao como una cadena prioritaria dentro del quehacer de la cooperación técnica (IICA, 2017)

Aun así, según ICCO (2017) la demanda de cacao fino está creciendo, junto con la de chocolates oscuros, gracias al posicionamiento del cacao como un alimento saludable, también aparecen cada vez más procesadores y chocolateros conscientes de la diversidad de sabores; unos de los cuellos de botella en esta cadena está en la mayoría de los consumidores, quienes según ha advertido la organización, desconoce que existen dos tipos de cacao en el mercado y todavía no están dispuestos a pagar más por un producto de calidad; otra limitante está en los productores, que deben profundizar el conocimiento postcosecha del grano.

El escenario del negocio está cambiando así mismo para las moliendas, que procesan el grano, hoy el 38% de la producción es maquilada en Europa, el 21% en Oceanía y Américas (gran parte de este volumen refiere a los volúmenes registrados en EE UU) y el 20% en África (ICCO, 2017).

El continente africano es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada de cacao; los países de américa contribuyen con el 17 % de producción mundial y el 17 % del área sembrada de cacao; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada (IICA, 2017).

ICCO (2022) la campaña 2020/21, se prevé que la producción mundial de cacao aumente en 2,5%, es decir, se situaría en 4.843 miles de toneladas, en virtud de que se presentarían mejores condiciones climatológicas en las principales regiones productoras, tales como África, que incrementaría en 3% y se situaría en 3,684 millones de toneladas; asimismo, Asia y Oceanía crecerían en 2%, esto es, se elevaría a 278 miles de toneladas. En términos de cuota de la producción mundial total, África es la mayor región productora, con un 76% de la producción total; las Américas y Asia y Oceanía se estiman en 18% y 6%, respectivamente.

4.11 Contexto de la producción de cacao en américa y el caribe

En América Latina y el Caribe, por su posición geográfica, diversidad de agro ecosistemas, varios aspectos genéticos, esta posesionada como el principal proveedor de cacao fino de aroma del mundo (ICCO, 2018).

ICCO (2020) la producción de cacao en toda la región será cercana de 825.000 toneladas siendo los principales países productores Brasil, Colombia, Ecuador y Republica Dominicana; el cultivo de cacao en esta región abarca a 1.8 millones de hectáreas y constituye la principal fuente de ingresos para más 150 mil productores.

América Latina es la principal región productora de las variedades “prime” de cacao a nivel internacional, con cerca del 80% de la producción mundial, debido principalmente a su diversidad genética. ICCO (2021) entre 70% y 100% del total de la exportación de cacao de países como Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú y México corresponde a estas variedades especiales de cacao. Sin embargo, existen importantes desafíos para consolidar una posición competitiva de la región en este promisor segmento del mercado.

4.12 Contexto de la cacaocultura en Colombia

El cacao en Colombia desde el año 2011 se ha incrementado progresivamente año a año, comparado las producciones del año 2011 con el año 2017, el aumento es de un 62%, en el año 2017 se tuvo una producción de 3.750 toneladas adicionales, lo que equivale a un 6.6%, logrando así un nuevo récord en la historia del cultivo en el país (Fedecacao, 2017).

Fedecacao (2017) la producción promedio nacional en los últimos 10 años es de 46 mil toneladas, para el año 2017 fue de aproximadamente 61 mil toneladas y se concentró en el departamento de Santander con 23 mil toneladas (38%), seguido de Antioquia con 5,4 mil toneladas (9%) y Arauca con 5 mil toneladas (8%); lo que significó un incremento del 7% respecto al año 2016, originado principalmente por los incrementos en la producción de los departamentos de Nariño, Tolima y el Huila.

En los últimos años se ha acelerado la producción nacional como consecuencia del buen manejo de plagas y enfermedades por parte de los productores del grano, así como por los programas de fertilización, renovación y manejo postcosecha, al cierre del primer trimestre del 2018 la producción nacional disminuyó 12% con relación al mismo periodo de 2017 (Fedecacao, 2018).

Por tanto, el aumento de la producción de cacao ha permitido en colombiana satisfacer la demanda nacional y ha mostrado una excelente capacidad de reacción a las condiciones favorables

del mercado internacional, se espera un aumento de al menos 30% en los próximos años, el cacao puede ser una de las principales cadenas que de impulso al desarrollo rural y agrícola en Colombia en su nueva etapa posconflicto (Fedecacao, 2018).

La producción en el país ha venido mejorando para la vigencia 2021, se registró una producción consolidada de 69.040 toneladas, un 8,9% más que en el ejercicio 2020, cuando se alcanzó una cifra de 63.416 toneladas, ambas cifras son históricas en producción de cacao nacional (Fedecacao, 2022).

4.13 Contexto de la cacaocultura en el departamento de Nariño

El departamento de Nariño es el quinto productor de cacao en el país con una participación del 5%, existen alrededor 22 mil hectáreas, el 93% de las áreas están en la región pacífica, la mayor parte en Tumaco, el 7% de las demás áreas se encuentran en los municipios de la cordillera - andina del departamento (Fedecacao, 2021).

La producción de cacao en el departamento de Nariño ha venido incrementando en un 17% alcanzando las 3.480 ton/año para el año 2021, frente a los resultados obtenidos hace diez años en el año (2012) con reporte de 2.882 ton/ha⁻¹ (Fedecacao, 2021).

Fedecacao (2018) que más afecta la producción de cacao son las enfermedades fitosanitarias, este es un sector con un bajo nivel tecnológico en la producción, cosecha, y beneficio del grano, además de un bajo poder de negociación en la comercialización y la volatilidad en los precios.

4.14 Métodos de valoración de variables de caracterización

Las variables por sus características, pueden ser cuantitativas y cualitativas; las variables cuantitativas son aquellas que permiten medir propiedades tangibles, susceptibles de ser calculadas e interpretadas numéricamente, mientras que las variables cualitativas se utilizan comúnmente para

medir propiedades o cualidades que tienen una naturaleza subjetiva (Gallopín, 2006; Masera *et al.*, 2008).

Coronado, (2007) las variables pueden ser medidas, en términos de rangos ordenados, expresados en términos de ‘mayor que’ y ‘menor que’. Desde luego, la distinción cualitativo-cuantitativa que se hace respecto a propiedades de la realidad está determinada por consideraciones muy diversas, entre ellas, por los fines teóricos y/o prácticos de una investigación en particular, pero también depende de la naturaleza y propiedades de la realidad misma.

4.15 Análisis multivariado

Un aspecto común a las aplicaciones del análisis multivariado es que todas consideran un conjunto de objetos, donde cada objeto es descripto por una serie de atributos o variables, estos objetos pueden ser conjuntos de individuos, especímenes, taxones, comunidades o cuadrantes geográficos, entre otros. La elección de los objetos y de las variables depende de las preguntas planteadas por el investigador. (Palacio *et al.*, 2020)

Valerio *et al.*, (2004) los métodos de clasificación pueden ser univariados o multivariados, siendo más aplicados los análisis multivariados, debido a la incorporación del enfoque sistémico, relacionando variables del sistema finca con su entorno circundante, de esta forma es posible asociar distintas variables con un mismo fenómeno, desarrollando criterios basados en un número limitado de indicadores con base en información adicional.

De la fuente (2011) El análisis multivariado intenta encontrar patrones de similitud entre objetos sobre la base de las variables utilizadas, estos patrones permiten formar grupos cuyos objetos son más similares entre sí, que con los objetos integrantes de otros grupos. Asimismo, el análisis multivariado busca identificar aquellas variables que permiten discriminar dichos grupos de objetos.

4.16 Análisis de correspondencias

El análisis de correspondencias es una técnica descriptiva o exploratoria cuyo objetivo es resumir una gran cantidad de datos en un número reducido de dimensiones, con la menor pérdida de información posible. Su objetivo es similar al de los métodos factoriales, pero en el caso del análisis de correspondencias el método se aplica sobre variables categóricas u ordinales (De la Fuente, 2011).

Si se trata de una tabla de contingencia de dos variables cualitativas, una variable cuyas categorías aparecen en filas y la otra variable cuyas categorías son representadas en columnas, el análisis de correspondencias consiste en resumir la información presente en las filas y columnas de manera que pueda proyectarse sobre un subespacio reducido, y representarse simultáneamente los puntos fila y los puntos columna, pudiéndose obtener conclusiones sobre relaciones entre las dos variables nominales u ordinales de origen (De la Fuente, 2011).

La extensión del análisis de correspondencias simples al caso de varias variables nominales (tablas de contingencia multidimensionales) se denomina Análisis de Correspondencias Múltiples, y utiliza los mismos principios generales que la técnica anterior. En general se orienta a casos en los cuales una variable representa ítems o individuos y el resto son variables cualitativas u ordinales que representan cualidades (De la Fuente, 2011).

El análisis de correspondencias múltiples se utiliza en el análisis de tablas de individuos descritos por variables categóricas. En este estudio se tiene una tabla de más de mil productores descritos por las actividades que le realizan al sistema productivo de cacao, las cuales son categóricas ordinales y modalidades A, B, C o D. Corresponde entonces a la construcción de perfiles socio productivo de agricultores, para los cuales las variables han sido categorizadas (De la Fuente, 2011).

El análisis de correspondencia genera espacios factoriales en función de la información presente tanto en las filas como en las columnas, mediante relaciones matemáticas, obteniéndose de esta manera “la mejor representación simultánea” entre las modalidades que conforman las diferentes variables en estudio (Etxeberría et al., 1995; Phillips 1995; Cuadras, 1996)

Este análisis (ACM) compara individuos a través de las modalidades de las variables.

Encuentra asociaciones entre variables a través de las modalidades de ellas. Es el método apropiado para abordar el análisis multivariado de las encuestas y para explotar bases de datos con información cualitativa (De la Fuente, 2011).

4.17 Análisis clúster

El análisis clúster-AC es un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos. Es un método estándar del análisis multivariado que puede reducir una compleja cantidad de información en pequeños grupos o clústeres, donde los miembros de cada uno de ellos comparten características similares (Lin y Chen, 2006).

El AC se considera una técnica eminentemente exploratoria que no utiliza ningún tipo de modelo estadístico para llevar a cabo el proceso de clasificación Hair *et al.*, (1999); Peterson (2002), por ello, se le podría calificar como una técnica de aprendizaje no supervisado, es decir, una técnica muy adecuada para extraer información de un conjunto de datos sin colocar restricciones previas en forma de modelos estadísticos (Barrios y Carvajal, 2006).

El AC tiene por objeto formar grupos o clústeres homogéneos en función de las similitudes o similitudes entre ellos Peña (2002). Los grupos se forman de tal manera que cada objeto es parecido a los que hay dentro del clúster con respecto a algún criterio de selección predeterminado (Rao y Srinivas., 2006); Hair *et al.*, (1999).

Las técnicas de agrupamiento en el AC se pueden clasificar en dos categorías: el clúster jerárquico y el no jerárquico. Los procedimientos jerárquicos consisten en la construcción de una estructura en forma de árbol. Existen dos tipos de procedimientos de obtención de clústeres jerárquicos: los de aglomeración y los divisivos. Dentro de los métodos jerárquicos aglomerativos se tienen: (i) método de encadenamiento simple, (ii) métodos de encadenamiento completo, (iii) método de encadenamiento medio, (iv) método de Ward, y (v) método del centroide (Hair *et al.*, 1999).

Estos procedimientos difieren en la forma como se calcula la distancia entre los conglomerados, entre los que se encuentran la DEC, Manhattan, coeficiente de correlación de Pearson, Chebichev y Cosine. El clúster por medio de técnicas no jerárquicas no requiere de procesos de construcción de árboles; en su lugar, asignan los objetos a clústeres una vez que el número de grupos a formar esté especificado. Los procedimientos de aglomeración no jerárquicos se denominan frecuentemente agrupaciones de k – medias, k – medianas y k – modas (Heredia *et al.*, 2012).

Para realizar un análisis clúster se debe tener en cuenta: a) una buena selección de las variables que nos van a describir a los individuos. En este sentido, un análisis de datos previo puede ser necesario o interesante. Por lo tanto, existe la posibilidad de combinar secuencialmente el análisis factorial y el análisis clúster, b) Definir con claridad el criterio de similitud a utilizar y c) seleccionar adecuadamente el algoritmo de clasificación (Sokal y Sneath, 1963).

4.18 Estudios de caso

Estudio de investigación de Navia *et al.*, (2019) caracterización de sistemas agroforestales tradicionales en el pacífico sur de Colombia, Departamento de Nariño; El arreglo agroforestal más generalizado en el río Mejicano es el Silvoagrícola, conformado por Cacao (*Theobroma cacao*) y Plátano (*Musa sapientum*), frutales y maderable; La especie forestal más importante en el sistema

es el Cedro (*Cedrela odorata*) y los frutales, que se encontraron en mayor frecuencia fueron los cítricos (Naranja y Limón), que le brinda al sistema características especiales de aroma y sabor.

Por otra parte, la investigación Espinosa *et al.*, (2015), caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento de cacao, en comunidades afrodescendientes (Tumaco-Nariño), menciona la región de Tumaco, posee un potencial de variabilidad genética de cacaos regionales que podrían ser aprovechados de manera racional o productiva alternativa viendo el ambiente como una red compleja emergente – funcional, basados en criterios de conservación, multiplicación y de alto valor agregado para mercados diferenciales (sabor y aroma) y funcionales.

Preciado *et al.*, (2011) en estudio de caracterización del sistema tradicional de cacao (*Theobroma cacao* L) en la zona productiva del Municipio de Tumaco. Se caracteriza por tener arreglos espaciales y temporales diversos, conformados por cacao, diferentes especies musáceas, frutales y arboles maderables.

Angulo (2012) en el estudio de caracterización de los sistemas productivos del río Rosario, Tumaco –Nariño, describe los sistemas de producción están conformados por cultivos de subsistencia y autoconsumo de especies como: cacao (*Theobroma cacao*), yuca, (*Manihot scullenta*), maíz (*Zea mais*), plátano (*Mussa paradisiaca*), y frutales, por cultivos agroindustriales palma de aceite (*Elaeis guinensis*), cocotero (*Cocos nucifera*), forestales (bosques de colinas, guandal), la pesca (costera, esteros) y en una pequeña porción el componente pecuario (aves, porcinos, bovinos).

En ese sentido Montoya *et al.*, (2015) en EL estudio “oportunidades para la actividad cacaotera en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia, indica que de las acciones más urgentes y que está en manos de los productores es el desarrollo de una estrategia de implementar modelos agroforestales que permita mejorar e incrementar los niveles de producción de cacao.

La caracterización y tipificación de los productores de cacao, del departamento de Santander; se caracterizan por una amplia tradición en el cultivo; predomina el pequeño y mediano productor, de economía campesina, con escasos recursos especialmente de capital e infraestructura para la producción (Angulo, 2000).

De la misma manera Pabón *et al.*, (2016) en la caracterización socio-económica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander - Colombia, revelan, que la producción de cacao en el departamento es una actividad muy tradicional, en donde la edad de los agricultores y sus niveles de estudio pueden frenar la adopción de nuevas tecnologías.

Tuesta (2017) en la caracterización de los sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en provincia de alto amazona. Determinó que los factores que afectan el desarrollo social fueron la falta de empoderamiento, involucramiento del agricultor y la mejora de las vías; de la misma forma, en lo tecnológico la falta de asistencia técnica y capacitación en el manejo agronómico y la mejora en el post-cosecha; asimismo, para el factor ambiental la reducción del uso de agroquímicos, uso adecuado del agua y el manejo agroecológico del suelo.

En el mismo sentido, Arboleda *et al.*, (2010) en el análisis socioeconómico del sector cacaotero en Envigado, colombiano. Analizaron que el cultivo del cacao tiene un factor económico, social y ambiental muy importante. Es un bien de economía campesina que demanda gran cantidad de mano de obra, además que es un sustituto de cultivos ilícitos, y se enmarca dentro de un sistema agroforestal, los cuales se caracterizan por conservar el suelo y el medio ambiente.

Investigación de Ramírez *et al.*, (2014) denominada “caracterización de los Sistemas de Producción de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Departamento de Norte de Santander y evaluación de su sostenibilidad”, sus resultados indican que hay un solo sistema de producción de cacao del tipo familiar-mercantil de baja tecnología. La mayor parte de los productores reciben

bajos ingresos y las necesidades básicas de salud, educación y servicios públicos no están satisfechas. Los recursos de suelo y agua se están degradando. En general, el sistema de producción tiende a la insostenibilidad y se requieren acciones integrales para cambiar esta situación.

Estudio de Escobar *et al.*, (1990) en el estudio “conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de Rimisp en tipificación de sistemas de producción agrícola, en Santiago de Chile”, mencionan las razones para el trabajo de tipificación y clasificación de fincas requiere un examen sobre su validez y confiabilidad, para llegar a ese grado de simplicidad en la validación de una tipificación es necesario tener en cuenta el entorno socioeconómico de la región, dado que este influye en cada tipo.

Investigación de tipificación de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú), se encontró que las fincas cacaoteras están agrupadas en tres tipos, significativamente diferenciados entre sí, el grupo I se caracteriza por desarrollar otras actividades paralelas al cultivo del cacao, tiene un sistema de producción convencional, con plantaciones policlonales; el grupo II reúne básicamente fincas de producción orgánica, donde predominan plantaciones híbridas asociadas con CCN51; en el grupo III, se encuentran plantaciones monoclonales usando únicamente el CCN-51 (Hidalgo *et al.*, 2014).

García *et al.*, (2014) análisis de la situación socioeconómica de las organizaciones campesinas del cantón Quinsaloma - Ecuador, en el cultivo de cacao, se indica que el sistema de producción que utilizan es tradicional y semi-tecnificado, la tierra cultivable el 93% es propia. El factor más reconocido como necesario para mejorar el desempeño de las huertas cacaoteras es la asistencia técnica, los productores comercializan el cacao en estado de semiseco.

Otro estudio de Anzules (2019) denominado “Sustentabilidad de sistemas de producción de Cacao, (*Theobroma cacao* L.) con respecto a la caracterización y tipificación de fincas, concluye

que las fincas cacaoteras en Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador) son muy diversificadas; la producción de cacao es la actividad más importante. Los resultados muestran que hay necesidad de una mejora importante en el manejo técnico del cultivo de cacao y en los servicios básicos de las fincas.

4.19 Enfoque de Extensión Agropecuaria en la Prestación del Servicio de Asistencia Técnica en Colombia

Ley 1876 de (2017) el enfoque bajo el cual opera el servicio público de extensión agropecuaria debe contemplar los siguientes aspectos, inicialmente el desarrollo de las capacidades humanas integrales mediante la generación y mejora de las habilidades, destrezas, talentos, valores y principios de los productores agropecuarios, para ejecutar apropiada, las gestiones y labores que demande su actividad productiva, entre otras, actividades técnico-productivas y/o de adecuación y transformación de la producción primaria, administrativas, financieras y crediticias, informáticas, de mercadeo y de comercialización; así como para la convivencia y el desarrollo rural pacífico.

Así mismo, desarrollo de las capacidades sociales integrales y el fortalecimiento de la asociatividad, que permita la organización de los productores para gestionar colectivamente y de manera eficiente las entradas (insumos y factores productivos) y salidas (alimentos, materias primas y productos con valor agregado) de sus sistemas de producción. Así mismo, la promoción del desarrollo empresarial de las organizaciones de segundo nivel, y la conformación de redes de productores, mujeres y jóvenes rurales, entre otras (SNIA, 2017).

5. Metodología

5.1 Localización

El municipio de Tumaco se encuentra 01°47' Latitud Norte y 78° 47' Longitud Oeste, con una Altitud en zona rural entre los 3 a 150 m.s.n.m. La región presenta zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T), según la clasificación de Holdridge (1967), con precipitación promedio de 3.067 mm/año, temperatura media anual de 25,5 °C, humedad relativa de 88%, evapotranspiración potencial de 1.023 mm/año, brillo solar de 1.008 horas y radiación solar 15.080 j/cm² (IDEAM, 2019).

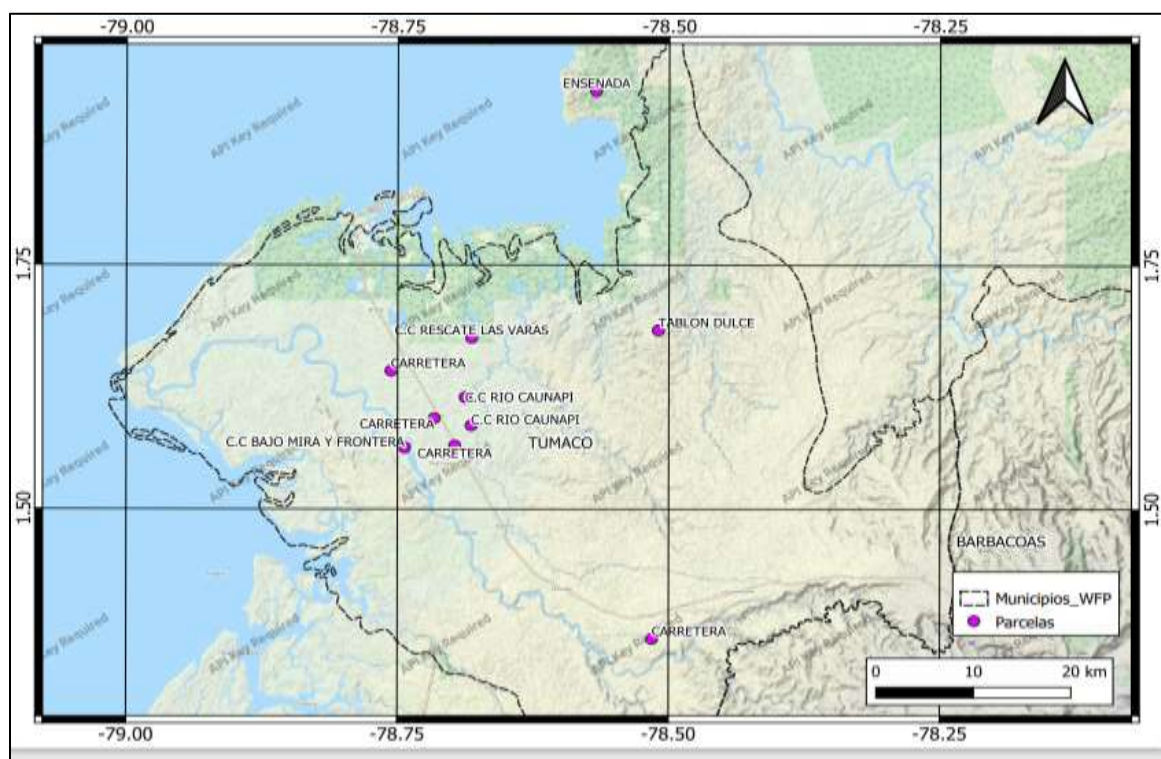


Figura 1. Localización de las zonas de muestreo en el municipio de Tumaco, Nariño.

Fuente: Investigación

5.2 Descripción de las zonas de estudio

En la fase de gabinete se definieron 16 veredas para el desarrollo de la investigación (tabla 1), las cuales ocho (8) están ubicadas en zonas de consejos comunitarios (Rio Caunapi, Rio Chagüi,

Bajo mira y Frontera, La Nupa, Rescate las Varas, Acapa, Tablón dulce, y las otras ocho (8) en zona que no pertenecen a consejo comunitario (zona de la carretera).

Tabla 1.

Zonas de estudio para la investigación

Tabla 1. Zonas de estudio para la investigación					
No.	Consejos comunitarios	Veredas	No.	No consejo comunitario	Veredas
1	Rio Caunapi	Alto Villa Rica	9	Carretera	Chilvi
2		El descanso	10	Carretera	Cajapi
3	Rio Chagui	Pacora	11	Carretera	Juan Domingo
4	Bajo Mira y Frontera	Peña Colorada	12	Carretera	Inguapi del Guadual
5	La Nupa	La Nupa	13	Carretera	Km 35
6	Rescate las Varas	San Luis Robles	14	Carretera	Km 36
7	Acapa	Bocas de Curay	15	Carretera	Espriella
8	Tablón Dulce	Tablón Dulce	16	Carretera	Pulgande km 53

Fuente: Investigación

5.3 Flujograma metodológico de la investigación

La investigación se desarrolló de acuerdo con las metodologías de Valerio et al., (2004) y Ordoñez (2018), se sintetiza en la figura 2.

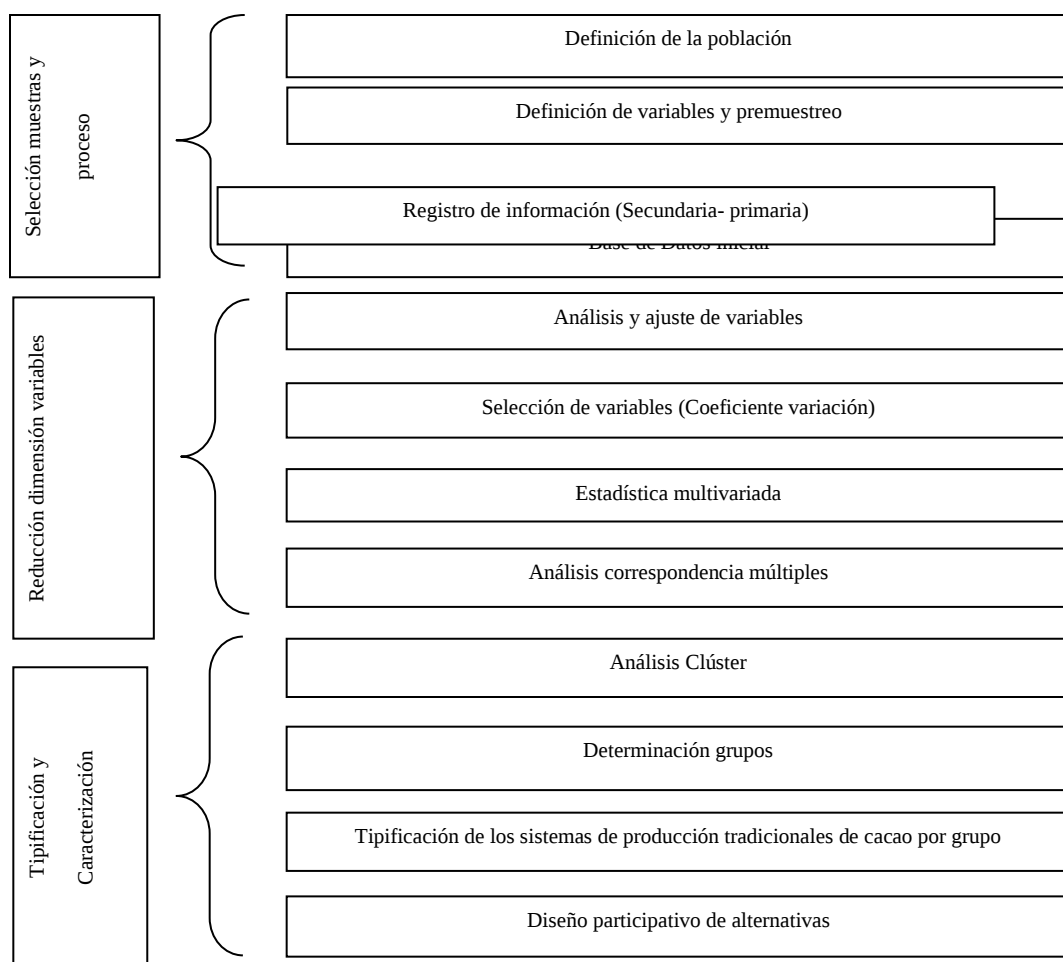


Figura 2. Flujograma metodológico de la investigación para la tipificación de fincas cacaoteras en el municipio de Tumaco, Nariño

Fuente: Investigación

5.4 Población

Se tomó una población de 8000 agricultores de cacao en el municipio de Tumaco de acuerdo con la información contenida en el “diagnostico política y estrategias para el desarrollo agropecuario del departamento de Nariño” – CONPES 3811 (Gobernación de Nariño 2014).

5.5 Variables evaluadas

En la investigación se evaluaron 32 variables enfocadas en la dimensión ambiental, la dimensión económica y la dimensión social (tabla 2).

Tabla 2.

Variables evaluadas para la tipificación de las fincas productoras de cacao en el municipio de Tumaco.

Variable	Código	Modalidad
Área total de la finca (AF)	1	1 – 3 ha ⁻¹
	2	3.5 – 6 ha ⁻¹
	3	>7 ha ⁻¹
Área en cacao (ACC)	1	1 – 3 ha ⁻¹
	2	3.5 – 6.5 ha ⁻¹
	3	> 7 ha ⁻¹
Densidad de siembra (DS)	1	<625 plantas/ha ⁻¹
	2	626 – 1.111 plantas/ha ⁻¹
	3	>1.111plantas/ha ⁻¹
Tenencia de la tierra (TT)	1	Propia
	2	Arrendada
	3	Herencia
	4	Otra
Edad de los cultivos de cacao (ECC)	1	< 18 años
	2	19 – 50 años
	3	51 – 65 años
	4	> 66 años
Producción de cacao seco (PCS)	1	< 300 kg/ha ⁻¹
	2	301 – 600 kg/ha ⁻¹
	3	601 a-1000 kg/ha ⁻¹
	4	> 1001 kg/ha ⁻¹
Costos de producción por hectárea (CPH)	1	<\$3.5 millones
	2	\$3.5 - \$7 millones
	3	>\$7 millones
Relación costo – beneficio (RCB)	1	Positiva
	2	Negativa
Continuación.....		
Mano de obra (MNO)	1	Familiar
	2	Contratada
	3	Ambos
Dependencia de insumos externos (DIE)	1	Alta
	2	Media
	3	Baja
Origen de los recursos de inversión (ORI)	1	Propia
	2	Productor Donación y crédito
	3	Productor y crédito
	4	Donación
Actividades diferentes a las de la finca (ADAF)	1	Contratista

	2	Jornalero
	3	Constructor
	4	Otros
Características Ambiental		
Área en bosque (ARB)	1	<2 ha ⁻¹
	2	2 – 3 ha ⁻¹
	3	>3.5 ha ⁻¹
Especies de sombrío (ESPS)	1	Plátano + frutales
	2	Forestales
	3	Frutales y forestales
	4	Ninguna
Uso de las especies (USE)	1	Autoconsumo
	2	Venta
	3	Intercambio por labores en la finca
Manejo del sombrío (MSO)	1	Podas de formación
	2	Poda de realce
	3	Otras
Continuación.....		
Topografía de la finca (TFI)	1	Plano o vega
	2	Colina moderada
	3	Lomas con pendiente mayor a 10%
Características Técnicas de Manejo		
Tecnología y gestión		
Variedades cacao (VARC)	1	Cacao criollo
	2	CCN 51
	3	CCN 51+ ICS 95
	4	CCN 51+ ICS95 + CACAO Criollo+ Otras variedades
	5	Otros
Tipo de poda (ACP)	1	Poda de formación
	2	Poda de mantenimiento
	3	Poda de rehabilitación
Control de malezas en el año (CM)	1	3 veces año
	2	4 veces año
	3	6 veces año
Control de enfermedades (CENF)	1	Reconoce enfermedades y realiza actividades de acuerdo al PMIE
	2	Reconoce algunas enfermedades y el manejo es parcial
	3	No reconoce las enfermedades
Periodicidad del control fitosanitario (PCFS)	1	Cada 8 días
	2	Cada 15 días
	3	Cada mes
	4	Cuando cosecha
	5	No realiza

Continuación.....		
Venta del grano de cacao seco (VGCS)	1	Organización en la vereda
	2	Comercializadora en cabecera municipal
	3	Intermediario
Registro de actividades y costos (RAC)	1	De actividades agronómica en la finca
	2	De producción
	3	De reinversión en la finca
	4	Ninguno
Características sociales		
Familiar		
Género (GEN)	1	Masculino
	2	Femenino
Edad (ED)	1	<18 años
	2	Entre 18 y 50 años
	3	Entre 50 y 65 años
	4	>De 65 años
Composición familiar (CFAM)	1	1 y 5 personas
	2	6 y 8 personas
	3	> 9 personas
Grado de escolaridad (GESC)	1	Bachiller o mas
	2	Entre 4 y 9 año de escolaridad
	3	< 3 año de escolaridad

Continuación.....

Social		
Servicio de asesoría técnica recibida (ATYTT)	1	Fedecacao
	2	Epsagro
	3	Alcaldía de Tumaco – Umata
	4	Sena
	5	Agrosavia
	6	Programa de cooperación
	7	Asociación de agricultores
Organización comunitaria (ORGC)	1	Si
	2	No
Participación en capacitación (PCAP)	1	Constantemente
	2	Esporádicamente
	3	Nunca
Distancia a la finca (DIST)	1	<1 km
	2	Entre 1.5 a 4.5 km
	3	>5 km

Fuente: Investigación.

5.6 Diseño del muestreo

Se aplicó un muestreo estratificado, a una población de 8000 agricultores cacaoteros, siendo la variable de estratificación la edad de los productores, la cual se construyeron cuatro estratos, la unidad muestral fue la edad del productor de cacao. Se desarrolló un premuestreo al 0,5% de la población (400) con el fin determinar la variable con mayor variabilidad en cada estrato. Como resultado del pre-muestreo, la variable con mayor variabilidad fue la producción de cacao seco rango entre 100 y 1600 kg ha⁻¹año⁻¹ con una varianza de 80.000², desviación estándar de 277,57. La distribución de las varianzas por estrato se especifica en la tabla 3.

Tabla 3.

Distribución de los estratos de acuerdo y la varianza encontrada.

Número	Estratos (años)	Varianza
1	<18	80000 ²
2	19-50	77337,95 ²
3	51-65	76424,26 ²
4	>65	74926,55 ²

Fuente: Investigación

5.7 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra estratificada se utilizó la formula (1) propuesta por Castillo, (2002) la signación de las unidades muestrales a cada estrato se realizó mediante la asignación proporcional teniendo en cuenta la importancia de cada estrato y su varianza. El máximo error permisible fue del 5% y una confiabilidad del 95%.

$$n \geq \frac{\sum \left[\frac{U_L^2 S_i^2}{w_i} \right]}{\left[\frac{d}{Z_{1-\alpha/2}} \right]^2 + \sum (U_L S_i^2)} \dots\dots\dots (1)$$

Donde,

n = Tamaño de la muestra común/general

N = tamaño de las unidades de muestreo en las que está dividida la población

L = Número de estratos en que se divide la población

n_i = Tamaño de la muestra para el i -ésimo estrato

U_i = Número de unidades de muestreo presentes en el i -ésimo estrato

s_i^2 = Varianza de la muestra aleatoria simple tomada en el i -ésimo estrato

S_i = Desviación estandar de la muestra aleatoria simple tomada en el i -ésimo estrato

W_i = Importancia del i -ésimo estrato

$Z_{1-\alpha/2}$ = Cuantil de la distribución normal estandar con una probabilidad menor o igual a $1-\alpha/2$

d = Máximo error de o alejamiento con respecto al verdadero valor (Error máximo admisible).

El tamaño de la muestra correspondió a 1200 productores de cacao con una varianza global de 80000². Para la asignación de la muestra en cada estrato se utilizó la fórmula 2.

$$n_i = n * \frac{N_i}{N} \dots\dots\dots (2)$$

N = Número de elementos de la población,

n = El tamaño de la muestra general,

N_i = estimación del tamaño del estrato.

La muestra aleatoria a tomar en cada uno de los estratos fue distribuida teniendo en cuenta la importancia del mismo (tabla 4)

Tabla 4.***Distribución de la muestra en los diferentes estratos***

Número	Estratos	Importancia (w_i %)	Muestra (U_L)
1	<18	10	2
2	19-50	50	641
3	51-65	30	401
4	>65	10	156

Fuente: Investigación

5.8 Análisis de datos

Para el análisis de la información, una vez realizado el trabajo de recolección de información en campo a través de la encuesta semiestructurada, se procesó con el software de Microsoft Excel, los datos de todas las variables se agruparon en una sola matriz y se codificaron de acuerdo con su modalidad. Las variables que presentaron un coeficiente de variación (CV) inferior al 30% se descartaron por presentar bajo nivel discriminatorio (Valerio *et al.*, 2004).

5.8.1 Variables con bajo valor discriminante.

Las variables con bajo valor discriminante se eliminaron del análisis. Estas variables fueron tenencia de la tierra (arrendada u de otro tipo), costos de producción mayores a \$ 7 millones de pesos por hectárea, periodicidad del control fitosanitario cada 8 o 15 días, la asistencia técnica brindada por Fedecacao y la alcaldía de Tumaco y otras actividades desarrolladas diferentes a las de la finca.

5.8.2 Análisis de correspondencias múltiples.

Un análisis de correspondencias múltiples –ACM permitió establecer asociaciones entre grupos de variables. Debido a que en la muestra se tienen muchos individuos como lo es el caso de este

estudio, se aplicó una estimación por “máxima verosimilitud” según Hair (1999) utilizando la distancia euclídea.

5.8.3 Análisis de clústeres.

Después de establecer las agrupaciones jerárquicas, se construyeron tres clústeres teniendo como variable de asociación el rendimiento del cacao en la zona de estudio y utilizando el método de distancias de Ward (Gower, 1967).

5.8.4 Tipificación de las Fincas.

Con la información de los clústeres construidos se identificaron las diferentes agrupaciones, los rangos productivos de cacao seco y se determinaron las tipologías de fincas con base en la variable rendimiento.

5.8.5 Diseño participativo de alternativas.

Para la planeación de alternativas de manejo, se definieron las variables de mayor peso y se realizaron diálogos con productores y técnicos para analizar los problemas productivos y las posibles soluciones. Se realizaron talleres con productores en cada zona de estudio para socializar los tipos de sistemas de producción encontrados en la investigación y con ellos explorar, concertar y precisar las alternativas de manejos sostenibles que permitirán mejorar los sistemas tradicionales de cacao y que contribuyan de manera asertiva y hacer de ellos más competitivo en la región. Para los talleres se aplicó la metodología de caracterización de sistemas agroforestales propuesta por CONIF (2004), consiste en el reconocimiento general de la zona y predios aledaños a los sistemas encontrados desde el punto de vista del investigador con el fin de apoyar la información específica del sistema observado en aspectos tecnológicos, ecológicos, económicos, sociales y finaliza con el diseño de soluciones recopiladas.

6. Resultados y discusión

6.1 Análisis de correspondencias múltiples (ACM)

Se analizaron 32 variables con 102 modalidades. Estas variables enmarcaron aspectos socioeconómicos, agronómicos y organizativos. En el proceso de validación se eliminaron 10 modalidades de diferentes variables por tener un coeficiente de variación inferior al 30%. Estas variables/modalidades correspondieron a: tenencia de la tierra (arrendada u de otro tipo), costos de producción mayores a \$ 7 millones de pesos por ha, otras actividades diferentes a las de la finca, control fitosanitario cada 8 o 15 días, y la asistencia técnica brindada por Fedecacao y la alcaldía de Tumaco.

En el ACM los primeros cinco componentes explicaron el 29,59% de la variabilidad total; 18 componentes explicaron el 59,75% de la variabilidad de los sistemas de producción de cacao en el municipio de Tumaco (tabla 5).

Tabla 5.

Porcentaje de la varianza explicada por cada uno de los componentes que agrupan las diferentes variables.

Componentes	Valor propio	Varianza (%)	Varianza acumulada
1	0.20	8.44	8.44
2	0.15	6.55	14.99
3	0.14	5.99	20.98
4	0.11	4.67	25.65
5	0.09	3.94	29.59

Fuente: Investigación

En orden de importancia, las variables que hicieron la mayor contribución a la conformación de los componentes de variabilidad teniendo en cuenta el P. valor fueron: producción de cacao, las especies de sombrío, la organización comunitaria, la mano de obra disponible y el registro de actividades (tabla 6).

Las variables que contribuyen en el componente uno (1) son: Registro de actividades y de costos (9.77), Mano de obra (9.09), Especies de sombrío (8.70), Organización comunitaria (5.12), Composición familiar (3.84). Para el componente dos (2): Actividades diferentes a las de la finca (22.71), Registro de actividades y de costo (17.65), Densidad de siembra (17.42), Variedades cacao (2.81), Venta del grano de cacao seco (2.14).

Componente tres (3): Periodicidad del control fitosanitario (9.52), Distancia a la finca (7.73), Actividades diferentes a las de la finca (7.53), Control de malezas (6.29), Distancia de siembra (4.69). Componente cuatro (4) son: Densidad de siembra (6.68), Especies de sombrío (6.19), Uso de las especies (6.18), Producción de cacao seco (6.08), Actividades diferentes a las de la finca (5.36). El componente cinco (5): Edad de los cultivos (9.65), Densidad de siembra (7.83), Uso de las especies (6.37), Área de la finca (6.25), Densidad de siembra (6.01).

Tabla 6.

Variables con mayor contribución a la inercia de los componentes

No.	Variable	Descripción	P. valor
1	PCS	Producción de cacao seco	1.75e-190
2	ESPS	Especies de sombrío	2.75e-166
3	ORGC	Organización Comunitaria	5.37e-119
4	MNO	Mano de obra	2.12e-109
5	RAC	Registro de actividades	5.02e-66

6	USE	Uso de las especies	1.8e-41
7	DIST	Distancia a la finca	3.88e-33
8	VGCS	Venta del grano de cacao seco	6.92e-24
9	CFAM	Composición familiar	1.65e-18
10	CM	Control de malezas	8.55e-17
11	TFI	Topografía de la finca	7.72e-16
12	ACP	Tipo de poda aplicada	4.31e-14
13	PCFS	Periodicidad del control fitosanitario	1.74e-12
14	ADAF	Actividades diferentes a las de la finca	3.73e-11
15	AF	Área de la finca	1.61e-9
16	DS	Densidad de siembra	2.11e-9
17	ECC	Edad de los cultivos de cacao	3.87e-8
18	VARC	Variedades de cacao	0.000099

Fuente: Investigación.

En la conformación de los ejes se observa en la (figura 3) que las variables de mayor contribución a la dimensión (a) son: especies de sombrío - ESPS, mano de obra - MNO, organización comunitaria – ORGC; mientras que en la dimensión (b) se destacan Actividades diferentes a las de la finca - ADAF, Tipo de poda aplicada - ACP, Control de malezas – CM, Densidad de siembra – DS. Es importante notar que el registro de actividades – RAC en la finca se separa del resto de variables.

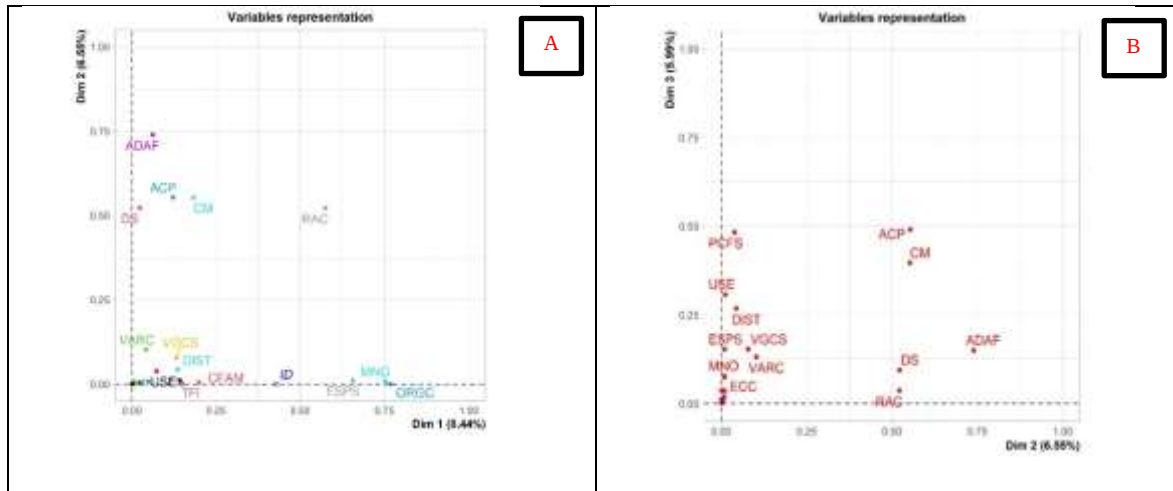


Figura 3 (a y b). Contribución de las variables a los diferentes ejes.

Fuente: Investigación

6.2 Análisis jerárquico de los componentes

En el análisis jerárquico de las diferentes variables en sus modalidades se identificaron tres clústeres como la mejor agrupación de los individuos (3). La variable de interés es la producción de cacao, la cual hace una contribución importante en la variabilidad en cada uno de los factores y la variabilidad total. Esta variable se tomó como referencia para la conformación de cada uno de los clústeres y que además es la variable de mayor interés a los agricultores ya que con esta miden la rentabilidad de sus cultivos.

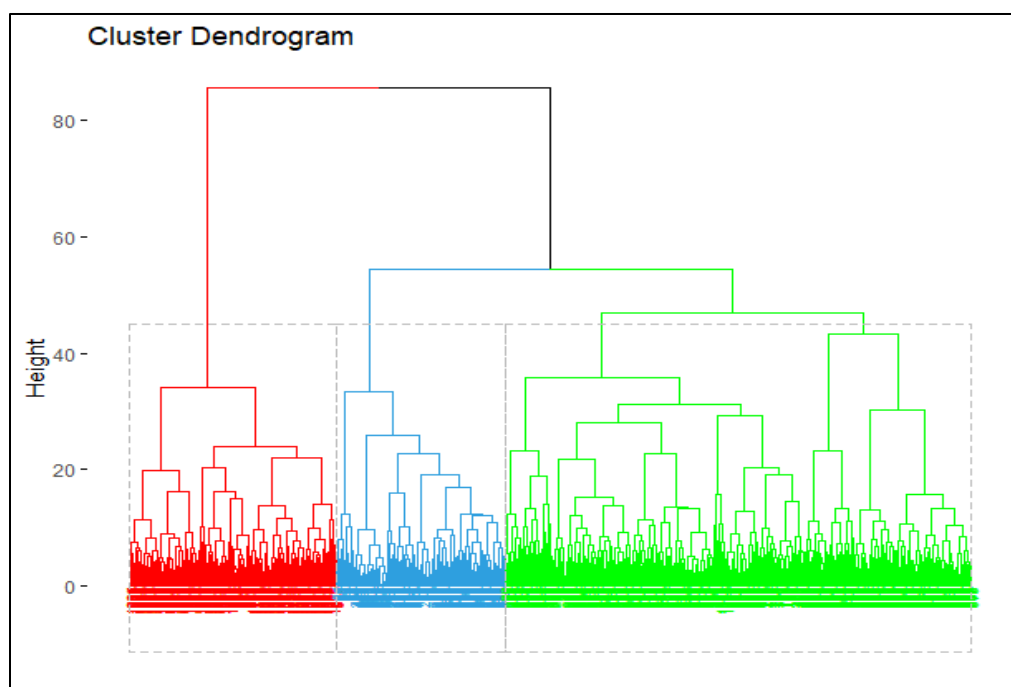


Figura 4: Agrupamiento de los sistemas tradicionales de producción de cacao en Tumaco

Fuente: Investigación

6.3 Descripción de las agrupaciones de los agricultores

6.3.1 Clúster 1.

En este clúster se agrupa el 30% de los agricultores, producen más de 600 kg ha⁻¹año⁻¹ (PCS=PCS3 y PCS=PCS4), llevan registros de producción (RAC=RAC4), las fincas se localizan a menos de 1 kilómetro de distancia del poblado principal (DIST=DIST1), con especies de sombrero conformadas por musáceas y frutales (ESPS=ESPS1), pertenecen a organizaciones comunitarias (ORG=ORG1), la topografía de las fincas es plana o vega (TFI=TFI1), la venta del grano de cacao se realiza en la comercializadora de la cabecera municipal (VGCS=VGCS2).

En este grupo, los productores realizan actividades productivas de manera más diversas, adecuadas y oportunas, lo cual hace que los cultivo generen productividades superiores a la media nacional 550 kg ha⁻¹año⁻¹ MADR (2007). Fedecacao, (2018) existen cultivos de tecnología mediana que producen de 500 a 1.000 kg ha⁻¹año⁻¹ los cuales se encuentran a lo largo del país.

Para Hidalgo *et al.*, (2014) las variables de la producción de las fincas de los grupos I 963.46 kg ha⁻¹año⁻¹ y III 933.20 kg ha⁻¹año⁻¹, fueron estadísticamente similares. Así mismo en el análisis, la ubicación y las condiciones de suelo de este grupo de fincas son vega o planicie que no generan riesgo de volcamiento de los árboles y mantienen la densidad de 1.000 árboles ha⁻¹ y contemplan asociados con especies de musáceas y frutales. Si los agricultores pertenecen a una asociación de carácter comercial favorece el pago oportuno del producto.

6.3.2 Clúster 2.

Este clúster lo conforman el 10% de agricultores, los cuales producen entre 301 y 600 kg ha⁻¹año⁻¹ (PCS=PCS2), las fincas se localizan a no mayor a un 1 kilómetro de distancia de las veredas (DIST=DIST1), las especies de sombrío o asocio se encuentran las musáceas y frutales (ESPS=ESPS1) el uso de las especies se destinan para la venta (USE=USE2), la mano de obra para las labores de la finca es familiar (MNO=MNO1), dedican un tiempo a otras labores distintas a la finca (ADAF=ADAF1), llevan registros de producción (RAC=RAC4) la composición del núcleo familiar es de 5 personas (CFAM=CFAM1), son asociados a sus organizaciones comunitarias (ORG=ORG1), la venta del grano de cacao se realiza en la comercializadora de la cabecera municipal (VGCS=VGCS2) la topografía de las fincas es plana o vega (TFI=TFI1).

En este grupo, una parte de los productores no realizan las actividades productivas de manera adecuada y la atención al cultivo es intermitente, la mayor parte de la mano obra de los propietarios la destinan a otras labores distintas a la actividad agropecuaria, el grupo familiar que acompaña a las labores de la finca, pero no tienen destrezas y habilidades suficientes para el manejo integral del cultivo, los productos de las otras especies asociadas al cultivo la destinan para la venta, el cual no hay reinversión de sostenimiento al sistema productivo, por tanto, las productividades de estas fincas no superan los 0,55 ton ha⁻¹ (MADR,2007). Estudio de Hidalgo *et al.*, (2014) indica que las

fincas del grupo II $623.40 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, el bajo rendimiento para las fincas se explica, porque cuenta con plantas híbridas improductivas, realizan solamente dos deshierbas al año y no hace las labores de poda, siendo éstas dos últimas actividades muy importantes para incrementar la producción en el cultivo de cacao. Arévalo y Zúñiga, (2002) las fincas del grupo II trabajan en gran medida con la mano de obra familiar (60%) obtienen productividad promedia. En general, la mayor diversidad de actividades productivas en la finca, aumenta la sostenibilidad económica, convirtiéndolos en sistemas integrales de producción (Ferro y Meneses,1996).

6.3.3 Clúster 3.

Este clúster lo conforman el 60% de agricultores, los cuales tienen rendimientos inferiores a $300 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ (PCS=PCS1), las fincas se localizan entre 1.5 y mayores a 5 kilómetros de distancia del poblado principal (DIST=DIST2 y DIST=DIST3), con especies de sombrío permanente de forestales y frutales (ESPS=ESPS2 y ESPS=ESPS3), el uso de las especies se destina para intercambio de labores para la finca (USE=USE3), la mano de obra para las labores de la finca es contratada y familiar (MNO=MNO2 y MNO=MNO3), la topografía de las fincas es colinas moderadas (TFI=TFI2), llevan registros de producción en la finca (RAC=RAC3), la venta del grano de cacao se realiza en la organización de la vereda (VGCS=VGCS1).

En la tercera agrupación, la mayoría de las fincas de los productores se localizan a una distancia de las cuales oscilan entre 1.5 a 5 kilómetros, están ubicadas en zonas de lomeríos lo cual tiene riesgo de volcamiento de los árboles y la densidad poblacional por hectárea oscilan entre 200 a 400 árboles, los medios de transporte son a través de caminos veredales y fluvial, esto hace que se tarden mucho más tiempo para llegar a las fincas y en los mayores de los casos el costo del transporte es elevado, lo cual dificultad realizar una atención oportuna, la producción no superan los $300 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, las plantaciones son viejas e improductivas y afectadas por problemas

fitosanitarios en particular monilia y escoba de bruja, el tipo de material es criollo. En las fincas existen socios con especies forestales y frutales, su producción se destina para el intercambio de mano de obra, la cual se carece en las veredas por la presencia de los cultivos de uso ilícitos en la región.

Preciado *et al.*, (2011) los arreglos registran una producción de cacao de 265,7 kg ha⁻¹año⁻¹ en 200 árboles/ha⁻¹, siendo el cacao tipo criollo. Hidalgo *et al.*, (2014) expresa que en estas condiciones de las fincas no permiten que se han productivas, la diversificación de actividades eleva los niveles de costos y permite que se abandone totalmente la actividad cacaotera.

Tabla 7.

Contribución significativa de las diferentes modalidades de las variables a la conformación de clústeres.

Var/Mod	Cluster 1	Var/Mod	Cluster 2	Var/Mod	Cluster 3
DIST=DIST1	6.86	ADAF=ADAF1	5.8	CFAM=CFAM2	7.17
DS=DS2	4.05	CFAM=CFAM1	5.21	DIST=DIST2	10.6
DS=DS3	4.82	DIST=DIST1	9.26	DIST=DIST3	6.59
ECC=ECC4	4.14	ECC=ECC2	4.13	DS=DS1	4.23
ESPS=ESPS1	7.16	ECC=ECC3	1.36	ESPS=ESPS2	17.5
MNO=MNO1	4.59	ESPS=ESPS1	16.1	ESPS=ESPS3	10.3
ORGC=ORGC1	6.35	MNO=MNO1	12.8	MNO=MNO2	6.96
PCS=PCS3	23.3	ORGC=ORGC1	12.9	MNO=MNO3	12.9
PCS=PCS4	7.33	PCS=PCS1	6.32	ORGC=ORGC2	16.8
RAC=RAC4	6.48	PCS=PCS2	7.09	PCS=PCS1	5.76
TFI=TFI1	5.56	RAC=RAC4	7.02	RAC=RAC3	11.7
VGCS=VGCS2	5.21	TFI=TFI1	5.46	TFI=TFI2	9.74
ACP=ACP2	4.81	USE=USE2	11.9	USE=USE3	7.75
CM=CM1	4.75	ACP=ACP2	1.61	USE=USE4	4.36
AF=AF2	4.36	PCFS=PCFS1	4.41	VGCS=VGCS1	9.34
AF=AF3	3.89	-	-	ACP=ACP3	4.07

Fuente: Investigación

6.4 Análisis de las variables con mayor contribución a los componentes

6.4.1 Producción de cacao seco (PCS).

La producción de cacao encontrada en la muestra estudiada, para el grupo I es de 600 kg ha⁻¹ año⁻¹. El grupo II indica producciones entre 300 a 600 kg ha⁻¹ año⁻¹ y el grupo III que corresponde al 60% de los agricultores registran producciones menores a 300 kg ha⁻¹ año⁻¹ esta última cifra no se aproxima a la media nacional 550 kg ha⁻¹ año⁻¹ (MADR, 2007). Cordeagropaz (2015) indica que el promedio de rendimiento es 480 kg ha⁻¹ año⁻¹ en Tumaco. Al respecto Fedecacao (2018), expresa que existen plantaciones de cacao con rendimientos inferiores a los 500 kg ha⁻¹ año⁻¹ las cuales también se encuentran distribuidas en todo el país y corresponden a cultivos deteriorados y con muy pocos arboles por hectárea. La productividad sigue siendo baja, por la falta de intervención adecuada y oportuna en las diferentes zonas del país (Fedecacao, 2018).

Esto es debido a que los productores presentan debilidades en el manejo del cultivo, los materiales de cacao de bajos rendimientos, son plantaciones viejas y afectados por los problemas fitosanitarios. Esto hace que el sector cacao tenga un bajo nivel tecnológico en la producción, cosecha, y beneficio del grano (Fedecacao, 2018). Para Calzada *et al.*, (2013) la actividad de cacao, tiene bajos ingresos económicos, los cuales derivan del mal uso del suelo, por las malas prácticas agronómicas y bajos precios del grano, falta de acceso al mercado por la baja calidad.

6.4.2 Distancia a la finca (DIST).

En la investigación se identificó que la distancia de ubicación de las fincas en el grupo I y II la distancia es de 1 kilometro respectivamente, desde de las veredas donde residen los agricultores. El 60% de las fincas se encuentran una distancia entre 1.5 y 5 kilómetro del centro poblado (vereda) estas se evidencian en el grupo III. Así mismo no cuenta con vías acceso adecuados (vías terciarias, caminos, trochas) y en algunos casos se requiere de transporte fluvial para llegar al sitio definitivo,

lo cual incide en que los productores no realicen oportunamente las labores de manejo del cultivo de cacao y de las otras especies asociadas, igualmente, no permite mejorar y lograr la sostenibilidad del sistema productivo.

Al respecto Cordeagropaz (2015) indica que generalmente, existen vías en mal estado que conducen hasta las veredas principales de la zona rural; pero la comunicación desde la vereda hasta las fincas se hace por medio de caminos de herradura o peatonales, esto dificulta el acceso a las unidades productivas y aumentan los costos de producción de cacao. Calzada *et al.*, (2013) las vías no son las más idóneas por su deteriorado estado, lo cual hace que los productores se tarden más tiempo y en algunos casos consuma más combustible (transporte fluvial) para llegar a las fincas a realizar sus actividades oportunas y adecuadas. Resultado distinto se puede encontrar en Ecuador, Alcívar (2019) que la parte de la infraestructura vial se encuentran en buen estado lo que permite la movilización oportuna de productos desde y hacia la finca.

6.4.3 Especies de sombrío (ESPS).

Los sistemas de producción de cacao identificados, se observan que el grupo I poseen especies de sombrío como musáceas y frutales; el grupo II se encuentran musáceas y el grupo III se encuentran combinación de especies de sombrío como son: musáceas, frutales y forestales. Al respecto Preciado *et al.*, (2011) el sistema tradicional de producción de cacao en Tumaco, se caracteriza por tener arreglos espaciales y temporales diversos, conformados por cacao y diferentes especies de musáceas, frutales y arboles maderables.

En los sistemas de producción de cacao normalmente existen sombrío transitorio, siendo el plátano la especie más utilizada, la cual cumple la función de pan coger como parte de la dieta alimenticia de la familia, así como complemento para la generación de ingresos adicionales de la

finca (Torres y Dajome, 2020). Fedecacao (2015) anota que los sistemas agroforestales implican la asociación en el tiempo y el espacio de dos o más especies en una misma área.

Estudio de Hidalgo *et al.*, (2015) las actividades productivas son más diversas, ya que no solo se produce cacao sino también cultivos para la dieta alimentaria e incluso hasta ganadería. Sin embargo, estudios realizados en Ghana (África), reportan un gran aumento en el rendimiento de la cosecha de cacao cuando la sombra (árboles maderables, frutales, plátano y otros) se suprimía (Clough *et al.*, 2009).

6.4.4 Mano de obra (MNO).

La mano de obra que destinan los productores en las fincas, en el grupo I es familiar y contratada, su atención es oportuna y adecuada; el grupo II es familiar su atención al cultivo es intermitente, porque se dedican a otras labores distintas a la agricultura, el grupo III la mano de obra es familiar y algunos casos contratada, y en muy pocas ocasiones realizan cambio de mano de obra. Los productores son conscientes de que el financiamiento es importante para realizar las labores de mantenimiento que permita aumentar la producción. Preciado *et al.*, (2011) los productores dedican al cultivo el 40% de la mano de obra, las labores son realizadas de forma esporádica, sin ningún tipo de planificación. Espinosa *et al.*, (2015) expresa que el análisis de la inversión en mano de obra es de 214 jornales/hectárea/año, incluyen (insumos y asistencia técnica), en el sistema explotación comercial de mil a 1.100 árboles por hectárea.

Sin embargo, Hidalgo *et al.*, (2014) la disponibilidad de mano de obra familiar es menor; pero que complementan con la contratación de mano de obra particular para cultivos de cacao que tienen producción de 933 kg ha⁻¹año⁻¹, al parecer adecuadamente y supervisada, que permitiría la mejora de la producción. Esta situación favorece a los programas de extensión y asistencia técnica para implementar las recomendaciones técnicas para este cultivo (Sánchez, 1990).

6.4.5 Registro de actividades y costos (RAC).

En general los productores de cacao de una u otra forma realizan registro de actividades, pero en su mayoría no lo realizan oportunamente, de acuerdo a la muestra estudiada el grupo I si realizan registro de actividades y consolidan los costos de producción, para el grupo II realizan registro de cosecha de una manera intermitente, al igual que el grupo III, realizan registros de actividades invertidas pero no de cosecha y de forma esporádica, lo que no permite precisar las inversiones versus la rentabilidad del sistema productivo. Paredes (2001) indica que se tienen tierras muy alejadas, lo cual causa un alto costo de producción; pero no son registradas o incorporadas a los costos invertidos por unidad de área.

Al respecto Fedecacao (2018) expresa que los productores deben realizar los diferentes registros de actividades que realizan en la finca tal como: aplicación de fertilizantes, labores mantenimiento de equipos, información del personal, jornales, inventario de maquinaria e insumos, las diferentes actividades del cultivo, la cosecha y comercialización de los productos, para poder determinar la rentabilidad de los sistemas de producción con cacao. Apreciación similar de Cordeagropaz (2015) llevar registros de actividades de producción es importante para que al final de cada periodo trimestral o semestral se evalúe los costos de producción, para así mejorar y disminuir costos en particular en control de malezas, poda, control fitosanitario y la compra de insumos, que son las actividades más frecuentes en la actividad productiva.

6.4.6 Venta del grano de cacao seco (VGCS).

Los agricultores comercializan la producción de cacao a través de grano seco, en las casas comerciales más reconocidas Chocolate Tumaco y Comcacaot SAS, que son financiadas por las compañías de casa Luker y Nacional de chocolate, ubicadas en el casco urbano del municipio, el tipo de cacao que más se comercializa es corriente, los agricultores que más acuden son los del

grupo I y II. Los productores del grupo III realizan la venta en las unidades de negocios de organizaciones ubicados en las veredas, el grano de cacao se comercializa en grano fresco, esto como política de comercialización asociativa en la región, el cual con el apoyo de proyectos de cooperación internacional se han implementado una red de centros de beneficio de cacao asociativos, que permita fortalecer la comercialización colectiva a bajo costos y para acceder a nichos mercados especiales para el pago justo por el proceso de calidad del grano y los productores mejoren sus ingresos y la actividad productiva.

Indica Espinoza *et al.*, (2015) la comercialización del cacao la realizan algunas veces articulada con procesos organizacionales de la zona, para contrarrestar la volatilidad del precio del grano de cacao, algunas asociaciones tienen posibilidad de adquirir capital de trabajo a través de préstamos de las grandes compañías para exportar. Calzada *et al.*, (2013) se busca que en la política comercial sea asociativa porque el sistema actual presenta desventajas para el productor, por los altos costos de transacción y la distancia grande que hay que recorrer para transportarlo hacia los centros de compras.

Cadena Regional de Cacao (2012) menciona que el tema de política comercial, requiere suficiente compromiso del gobierno, gremio, las organizaciones y de todos los actores de la cadena para que sea viable para todo el sector cacaotero.

6.4.7 Topografía de la finca (TFI).

La topografía de las fincas es diversa, las cuales las del grupo I y II se concentran en zona de planicie o vegas, las del grupo III se encuentran en colinas o lomeríos, razón por la cual la mayoría de los productores indican que se les dificultad realizar las actividades del manejo integral del cultivo y presentan riesgo en general de volcamientos de los árboles en época de inviernos. Este

volcamiento hace que no se cuente con la densidad y distribución adecuada de árboles lo que afecta el manejo y la productividad.

Fedecacao (2018) puntualiza que en la región del pacífico colombiano se ubican las plantaciones con la más baja tecnología y rendimientos inferiores a los 500 kg ha⁻¹año⁻¹ y corresponden a cultivos viejos, deteriorados y con muy pocos árboles por hectárea.

FAO (2007) indica que la productividad de las fincas va depender la intensidad de la mano obra dedicada, sin embargo, existen condiciones topográficas de las fincas que no permiten realizar las labores agronómicas adecuadas y los costos son muy altos para dedicarle a la rehabilitación de plantaciones de los sistemas productivos. Apeco (1995) que la deforestación de laderas causa una rápida erosión de los suelos y la pérdida de los sistemas productivos, afectando los ingresos de los agricultores que depende de estos sistemas y hacen que su atención se ha intermitente al transcurrir del tiempo.

6.4.8 Uso de las especies (USE).

La producción de los cultivos asociados al cacao, los productores lo destinan a diferentes usos, el grupo II para la venta ofreciendo productos de musáceas y frutales en época de cosecha, el grupo III la destinan para el intercambio de mano de obra, ofreciendo productos como frutas y madera, este tipo uso específico permite tener ingresos económicos y permite compensar algunos costos de actividades realizadas en las fincas. El total de los productos de las musáceas son destinadas para la venta un 40%, el 30% para el consumo de seguridad alimentaria de la familia y 30% el resto para el intercambio de labores.

Espinoza *et al.*, (2015) mencionan que uno de los aspectos que más sobresale en los pobladores del Pacífico Colombiano, es la diversidad de las actividades como la pesca, uso y recolección de madera, caza y venta de mano de obra, que se practican de forma diaria para suplir necesidades de

la familia. Rodríguez *et al.*, (1995) que existen otras estrategias de producción, en uso y/o actividades para la alimentación e ingreso adicional. Estas demandan faenas hasta de 20 a 45 días, dichas actividades son la pesca, la caza, la extracción de madera y la venta de productos de pan coger en sus épocas.

6.5 Tipificación de los sistemas de producción tradicionales de cacao

Una vez analizados los resultados e identificados y determinados los tres (3) grupos de tipologías de los sistemas tradicionales de producción de cacao, se tomaron 10 muestras de cada grupo y se procedió a realizar entrevistas a productores y paralelo a esto, verificar en campo el comportamiento de las variables de interés en los tres grupos de fincas. Así mismo se realizaron entrevistas a productores, sobre las experiencias exitosas en producción de cacao y como también las situaciones complejas que aquejan a los agricultores que hacen que no se dediquen al cultivo, por otra parte, diálogos sobre el tema de comercialización del grano. Igualmente, otros temas de importancia que hacen que la actividad de cacao no sea competitiva y se convierta en una alternativa rentable que pueda vincular a mujeres y jóvenes, que permita tener relevo generacional, ya que la edad de los productores está por encima de los 60 años, el cual se puede convertir en una actividad insostenible en los próximos diez años.

6.5.1 Fincas con rendimientos superiores a 1000 kg/ha⁻¹ (Tipo 1).

A esta tipología pertenecen el 3% (32) de las fincas muestreadas. Tienen una área entre 6 y 7 hectáreas dedicada a cacao, la densidad es de 1000 árboles/ha⁻¹, las variedades cultivadas son CNN 51 y ICS 95, procedentes de clonación, la edad de los cultivos es de 10 años, asociado con especies de sombrío forestales (*Cedrela odorata* L; *Carapa guianensis*), en una densidad aproximada de 30 árboles por hectárea, se realiza control de malezas 6 veces al año, control fitosanitario de *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa* y *Phytophthora* sp., cada 8 días, poda de

mantenimiento o despunte cada 3 meses, realizan registros de actividades y de producción, fertilizan cada año con dosis mínimas de NPK; así mismo, los productores participan en capacitación del manejo del cultivo constantemente.

Resultados en tipificación de Hidalgo *et al.*, (2014) el grupo I fue el mayoritario, se caracteriza por desarrollar actividades productivas acorde al cultivo del cacao superan rendimientos de 963.46 kg ha⁻¹año⁻¹ cifra que supera la media regional y nacional. Al respecto Fedecacao (2018) en el país se encuentran cultivos tecnificados que producen entre 1.000 y en algunos casos hasta 3.000 kg ha⁻¹año⁻¹ los materiales allí establecidos son clones. Expresa Arévalo y Zúñiga (2002), los valores de producción del grupo II 2.562 kg ha⁻¹año⁻¹, con material de clonación.

Esta situación favorece a los programas de extensión y asistencia técnica, para implementar las recomendaciones técnicas para este cultivo (Sánchez, 1990). Así mismo Cordeagropaz (2015) indica que con datos superiores a 1.000 kg ha⁻¹año⁻¹ es un modelo productivo rentable y una alternativa sostenible para el sector cacaotero en la región.

6.5.2 Fincas con rendimientos entre 600 y 1000 kg/ha⁻¹ (Tipo 2).

A esta tipología pertenecen el 12% (144) de las fincas muestreadas. Las fincas de cacao poseen un rango de área de 3,5 a 5.5 hectáreas, la densidad por hectárea es de 886 árboles, la edad promedio del cacao es de 14 años, las variedades presentes son CNN 51, ICS 95, criollo y otras variedades (MON 1, TSH 565 e híbridos). Estos materiales se encuentran asociados con un promedio de 420 árboles/ha⁻¹ de *Musaceas* y 35 árboles por hectárea de frutales (*Cítricos*, *Inga sp*, *Annona muricata*), el control fitosanitario lo realizan mensualmente, el control de malezas 4 veces al año, cosecha mensual, poda de mantenimiento 2 veces al año, fertilizan esporádicamente con dosis muy pequeñas de NPK.

Hidalgo *et al.*, (2014) agrupa estas fincas en el grupo III, mencionando que en este se encuentran plantaciones monoclonales usando únicamente el CCN-51, las cuales superan la media nacional. Fedecacao (2018) indica que estas fincas se las puede catalogar como cultivos de tecnología mediana que producen de 500 a 1.000 kg ha⁻¹año⁻¹. Cordeagropaz (2015) indica que realizando labores técnicas adecuadas y oportunas podrían pasar cifras de producción del promedio nacional y regional, sin embargo, los productores no mantienen sus habilidades en el manejo del sistema productivo de cacao.

Fedecacao (2013) el área promedio en cacao de 3,3 ha⁻¹ es suficiente para que un núcleo familiar pueda sostenerse de la actividad. Afirma el IICA (2001) el cual las zonas cacaoteras corresponden a un área promedio 3.3 ha, indicando que es una superficie óptima para poder mantener la unidad familiar. CVC-Holanda (1990) el tamaño de la finca en los núcleos productivos de los ríos Mira, Caunapí, Rosario y zonas de carreteras, son menores o iguales a 5 hectáreas.

6.5.3 Fincas con rendimientos menores a 600 kg/ha⁻¹ (Tipo 3).

A esta tipología pertenecen el 85% (1024) de las fincas muestreadas. Las fincas de cacao poseen un rango de área de 1 a 3 hectáreas, con densidad de árboles por hectárea entre 200 y 400 árboles/ha⁻¹, la edad promedio del cacao es 45 años, las variedades cultivadas son cacao criollo, regional, híbridos e hijos de híbridos, las fincas están asociada con *Musa sp* (hasta de 500 plántulas por hectárea) y frutales (*Citrus x limon*, *Citrus x sinensis*, *Inga sp*, *Pouteria sapota*, *Annona muricata*) en densidad de 40 árboles por hectárea, el control malezas lo realizan 2 veces al año, el control fitosanitario se hace sutilmente cada vez que cosechan, cosechan cada 45 días, la inversión en insumos es casi nula, no realizan podas adecuadas ni oportunas.

Hidalgo *et al.*, (2014) indica que estas fincas pertenecen al grupo II el cual reúne básicamente fincas de producción orgánica, donde predominan plantaciones híbridas asociadas con CCN51 que

tienen un rendimiento que no superan el rendimiento regional. Así mismo Fedecacao (2018) indica que estas son las plantaciones con la más baja tecnología y rendimientos inferiores y corresponden a cultivos viejos, deteriorados y con muy pocos árboles por hectárea.

Preciado *et al.*, (2011) las fincas registran una producción de cacao de 265,7 kg ha⁻¹año⁻¹, siendo el cacao tipo criollo de edades superiores a los 50 años. Del mismo modo se indica que se evidencia una alta afectación de plantas y frutos por *Monilophthora roreri* y *Crinnpellis pernicioso*.

El estudio indica que las diferencias más representativas de los tres (3) tipos de fincas para la variable rendimiento/productividad, se encuentra en las siguientes variables: a) densidad de árboles por hectárea; b) tipo de variedades cultivadas de cacao; c) edad de los cultivos; d) fertilización e) ciclos de cosechas; f) tiempo de dedicación a la finca). Ratifica Espinosa *et al.*, (2015) que los sistemas productivos de cacao se abordan con dos sistemas tecnológicos contrastantes: 1) de forma tradicional o sistemas complejos locales, dentro del concepto de integralidad de manejo del territorio, y 2) en sistemas de explotación comercial moderna (alta densidad de siembra, uso de químicos y material vegetal de clones).

Datos similares reportados por Peña *et al.*, (2017), en la variable de edad de los sistemas de producción de cacao son similares, las fincas tipo I tiene una edad promedio de 10 años y 5 ha destinadas a la agroforestería, con cultivos principales de copoazu y cacao asociado hasta con 4 especies forestales, las fincas tipo II tiene una edad promedio de 11,3 años y 8,8 ha destinadas a la agroforestería, con cultivo de copoazu asociado hasta con 5 especies forestales, las fincas tipo III tiene una edad promedio de 12,3 y 13,6 años destinadas a la agroforestería, con cultivo de copoazu y piña asociada hasta con tres (3) especies forestales.

Como resultado, el modelo muestra que el rendimiento por hectárea es una variable significativa para la producción, por lo tanto, se podría aumentar la densidad de siembra por hectárea como lo

expresa Fedecacao (2013), pero teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales, el manejo y la oferta ambiental del sistema productivo.

Sin embargo, Pérez (2021) la distancia más utilizada en el pacífico es de 816 árboles/ha⁻¹, se basan en las condiciones ambientales, como niveles altos de humedad relativa, alta pluviometría y baja luminosidad. Aunque se difiere por lo recomendado por Fedecacao (2013) aunque solo un 5% de los productores manejan densidad de 1.000 árboles/ha⁻¹. Para ello se requiere realizar un buen plan de asistencia técnica, aumentar la inversión en investigación + desarrollo + investigación, para aumentar la oferta tecnológica y que esta se adopte por los cacaocultores para mejorar los niveles de productividad y la calidad del cacao (Aguíño, 2021).

6.6 Distribución de nutrientes en las fincas tipo

Una vez identificado y analizados las diferencias de los tres de tipos fincas en los sistemas de producción de cacao como variable principal, se realizaron análisis de suelos en cada grupo de finca, para conocer la distribución de minerales en el suelo y el nivel de nutrición de las fincas tipo. La distribución de los minerales más importantes para el desarrollo óptimo del cacao se aprecia en la figura 5. Los macronutrientes se encuentran en nivel medio – bajo, mientras que en todas las fincas las concentraciones de hierro (Fe) son altas. Esto llama la atención debido a que el hierro puede estar causando algún tipo de toxicidad.

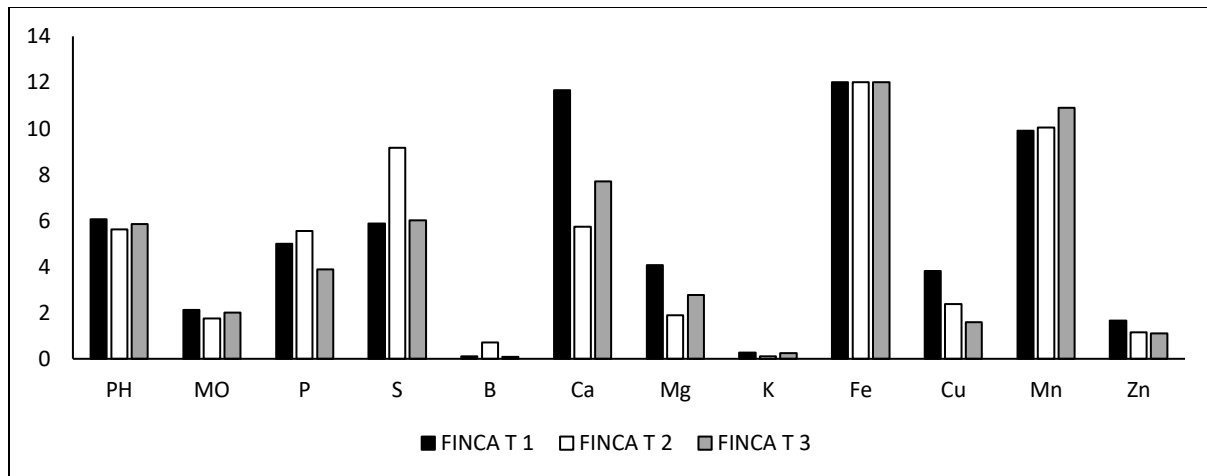


Figura 5. Análisis de nutrientes en las fincas tipos I, II y III.

Fuente: Investigación

6.7 Interpretación cuadro indicativo de nutrientes en suelo para cacao.

Según los cuadros indicativos de niveles de nutrición ICA (2017) se puede evidenciar que las fincas tipo I la fertilidad del suelo es media, con fósforo (P) bajo, al igual en Azufre (S) y Boro (B), poseen un pH ligeramente ácido y contenido de materia orgánica media para el cultivo de cacao (figura 6). Este grupo de fincas, los propietarios realizan fertilización al menos una vez al año, aplican fertilización edáfica con mezclas de NPK – triple 15 y/o cafetero en presentación química de 17 -6-18-2; 17% Nitrógeno; 6% Fosforo; 18% Potasio; 2% Magnesio; 2% Azufre; Boro 0,2% y Zinc 0,1%, esta aplicación permite mantener el estado nutricional de los suelos de las fincas, con las dosis de 250 - 350 gramos. Se evidencia alto contenido de hierro (Fe), debido a que los suelos de algunas fincas presentan encharcamiento debido a su topografía y la deficiencia de drenajes, aunque algunas fincas cuentan con drenajes internos incipientes.

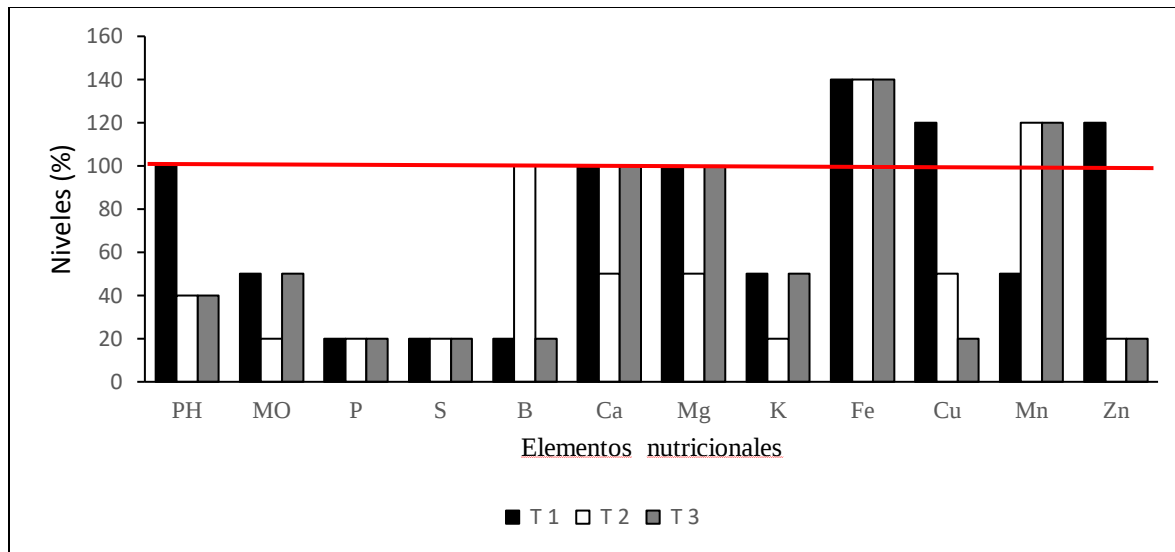


Figura 6. Elementos nutricionales de las fincas tipo I, II y III

Fuente: Investigación

Las fincas tipo II, presentan niveles medios de nutrición en el suelo, presentando niveles bajos de (P), (S), (K) y (Zn), revelan un contenido de minerales contrastantes de (B), (Cu) y (Mn), un aspecto relevante es la presencia de altos contenidos de hierro (Fe), contenido de materia orgánica es bajo y suelo moderadamente ácido (figura 6). En estas fincas los productores realizan fertilización esporádica y dispersa con triple 15 en dosis bajas. Esto no permite compensar la deficiencia nutricional del suelo. Los suelos de las fincas presentan encharcamiento, las fincas tienen pocos drenajes a los cuales no se les realiza mantenimiento. Se evidencia un contenido alto de hierro.

Las fincas tipo III, contienen niveles bajo de fertilidad principalmente con los elementos (P), (S), (B), (Cu) y (Zn), resaltando buenos niveles altos de (Ca), (Mg) y (Mn), con buen contenido de materia orgánica, pH moderadamente ácido, y alto contenido de hierro (figura 6). Este grupo de fincas se caracteriza porque los agricultores no realizan ningún tipo de fertilización química, ni orgánica.

Además, estas fincas están ubicadas en parte de colinas y los predios son distantes del centro poblado, lo cual hace que los costos de las actividades sean elevados. Por otra parte, al realizar fertilización edáfica puede llegar a tener pérdida del 60% de los insumos, debido a la escorrentía que se presenta por la inclinación de las pendientes que oscilan entre 10 a 15%. La ubicación de este grupo de fincas y la falta de vías de acceso adecuadas, no permite realizar las labores de mantenimiento y cosecha de forma oportuna. Estos factores son tensores y hacen que los agricultores en su mayoría no presten atención al cultivo de cacao y en la mayoría de los casos solo realicen actividades de recolección de mazorcas y otros productos.

Estos resultados indican que los suelos cacaoteros en Tumaco, tienen deficiencia nutricional, lo cual no permite que el cacao alcance niveles productivos altos, debido a que las familias cacaoteras no cuentan con planes de fertilización e insumos necesarios para su aplicación, esto hacen que los suelos tengan una tendencia a tener niveles de nutrición bajos. Por otra parte, la mayoría de las fincas no cuentan con drenajes internos adecuados lo que genera alto encharcamiento y alto contenido de hierro, lo que puede estar causando toxicidad (Lopez, 2021).

Los elementos nutricionales se clasifican según la cantidad requerida por la especie, se clasifican en mayores, secundarios y menores, tienen funciones específicas y deben estar disponibles para ser aprovechados fácilmente en un programa de nutrición eficiente (Mejía, *et al.*, 2000). Todos los minerales son igualmente esenciales para el metabolismo y desarrollo de las plantas, los nutrientes asociados con el metabolismo se encuentran en mayor concentración en los estados iniciales de la formación, desarrollo y producción (Navarro y Navarro, 2003).

Uribe *et al.*, (1998) manifiestan que la investigación sobre fertilización edáfica y foliar en cacao, en Colombia, es escasa; se dispone de poca información sobre requerimientos nutricionales, dosis y épocas de aplicación, edad del cultivo y nivel del sombrero. Se ha encontrado, en experimentos

en Brasil que la fertilización del cacaotero, bajo sombra, produce pequeños incrementos en producción, mientras que a pleno sol hay incrementos considerables en el rendimiento.

En Colombia, el cultivo de cacao se realiza en suelos con diferentes niveles de fertilidad, en los cuales las características químicas juegan un papel importante, siendo la base del equilibrio nutricional y de una productividad satisfactoria (Sousa *et al.*, 1999). Por su parte, Fedecacao (2015) indica los requerimientos nutricionales por hectárea para el cultivo de cacao a partir de edad en producción de 4 años, se requiere aplicar (K) 633 kg, (P) 48 kg, (N) 438 kg, (Ca) 373 kg (Mg) 129 kg, (Mn) 6 kg, (Zn) 1.5 kg, para la obtener productividades superiores a $1.000 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$

6.8 Descripción de las variables químicas evaluadas en los tipos de fincas

6.8.1 el pH.

El pH expuesto en los análisis de suelos de las fincas es moderadamente ácido. El cacao prefiere suelos ligeramente ácidos, con pH 6.4 a 6.6 no se debe sembrarse en suelos menor a pH 5.5 o superior a 7 (Harvey *et al.*, 2002). Como el pH es importante en el modelo de componentes principales, la comparación de este grupo de datos se evidencia que los datos coinciden muy bien con las características inicialmente descritas en el muestro nacional y reafirma que este set de datos puede ser comparado que el máximo es 6.6 y media 5.5 (León *et al.*, 2019).

Los suelos con un rango de pH menor a 5,5 tienen una acidez muy alta para desarrollar cultivos de cacao de manera adecuada, debido principalmente a altas concentraciones en la solución del suelo, del aluminio y el manganeso. Estos dos elementos, impiden el desarrollo y crecimiento de la raíz del cacao, al reducir la toma de nutrientes esenciales como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, indispensables en el crecimiento y producción del cultivo (Murray, 2014). Una de las alternativas de aplicación para mejorar las condiciones de suelo para neutralizar

la acidez de las fincas, aplicar abonos orgánicos a base de microorganismos eficientes, elaborados con mantillo del suelo, harina de roca, leche, estiércol de ganado (Fundación Suyusama, 2021).

6.8.2 Materia Orgánica (MO).

El contenido de materia orgánica que se encuentran en las fincas de cacao presenta niveles medio, para el mejoramiento de esta situación para llevarlos a niveles altos. Fundación Suyusama (2021) expresan la aplicación de abonos orgánicos a base de harina de roca que son valoradas por la diversidad mineral que contienen y se logran con la remineralización en el suelo y aplicación en conjunto con microorganismo eficientes. Navarro *et al.*, (1995) lo que supuso un indudable efecto positivo en la agricultura, aumentando los rendimientos y una de las cuales fue el uso de residuos orgánicos como abono de los cultivos.

6.8.3 Fósforo (P).

De acuerdo a los resultados de análisis de suelo de las fincas presentan niveles de fosforo bajo. Montecino (2014) indica el fósforo se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. ICA (1992) cuando existe deficiencia de fósforo (P) las plantas crecen lentamente y las hojas pequeñas no se desarrollan, raíces cortas, delgadas y poco profundas, en hojas maduras se nota un color pálido en los filos y en las puntas, las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas.

Vivar (2013) la deficiencia de fósforo se manifiesta en manchas necróticas en el ápice de la hoja, tomando el resto un color verde intenso. Inpofos (1997) algunos nutrientes, aunque se encuentran en el suelo, no están disponibles para la planta, debido a una baja solubilidad, o la inhibición por otros elementos minerales que afectan la absorción, este efecto se presenta

generalmente en el fósforo, potasio, son bloqueadas por el efecto de la salinidad o alcalinidad del suelo.

Montecino (2014) un gran número de ácidos orgánicos tienen la capacidad de solubilizar fosfatos, pero en suelos ácidos minerales, la capacidad de adsorción está determinada principalmente por las cantidades y naturaleza de los óxidos hidratados de hierro y aluminio y de las cantidades de aluminio intercambiable, dejando así al ion fosfato en estado soluble para su disponibilidad a las plantas. El uso de fuentes orgánicas es una opción viable para adicionar fósforo a los cultivos, procedente de los residuos de cosecha, el estiércol, gallina o mejorando la materia orgánica del suelo pueden contribuir en gran medida al fósforo de la solución del suelo (Intagris, 2020).

6.8.4 Azufre (S).

Según los resultados de los análisis de suelo realizados, el contenido de azufre en los suelos cacaoteros es baja. Los síntomas de deficiencia de azufre (S) son a menudo difíciles de distinguir, los síntomas se presentan inicialmente en las hojas nuevas que desarrollan un color amarillento brillante incluyendo las nervaduras, sin embargo, no existe reducción marcada del tamaño de las hojas, en hojas viejas se presentan parches amarillentos de tono pálido Brady (2002). La insuficiencia de este elemento no permite que el cultivo pueda tener las suficientes hojas para captar la suficiente luz solar para el desarrollar el debido proceso fotosintético y desarrollo fisiológico de los cultivos (Clavijo, 1989).

En las hojas nuevas se observa un color pálido y con escaso desarrollo, nervaduras más pálidas que los limbos; se presenta reducción de la síntesis de proteínas por falta de aminoácidos con la disminución en la producción de clorofila (Mosquera, 2017). Debido a efectos de dilución de la

concentración por incrementos en el material de la pared celular durante la expansión de la hoja y por reabsorción de nutrientes durante la senescencia (Mejía, 2000).

Existen alternativas de remediaciones nutricionales a base de sulfatos que permitan mejorar la calidad y la deficiencia nutricional de los suelos de las fincas (Fundación Suyusama, 2021). Los residuos de cultivo, y los abonos orgánicos pueden ayudar a reponer el azufre removido en las cosechas, pero esas fuentes generalmente pueden reciclar solo aquel azufre que ya existe en el campo, las regiones con suelos pobres en azufre puede haber una gran dependencia de la adición de fertilizantes, las aplicaciones regulares de materiales que contienen azufre son necesarias para el buen rendimiento de los cultivos (Sanzano, 2019).

6.8.5 Boro (B).

Es esencial para que la floración sea normal, en el caso de los análisis de suelos el contenido de boro es bajo. Las deficiencias se presentan anomalías como floración profusa en el tallo principal y en las ramas y en ocasiones hinchamiento de los cojines florales, la deficiencia de boro afecta la viabilidad del polen y el crecimiento de los tubos polínicos, afectando de esta manera la formación de las semillas y como consecuencia aparecen frutos distorsionados que presentan puntos necróticos (López *et al.*, 2021). La deficiencia de boro, afecta los puntos de crecimiento activo de la planta, por esta razón, los síntomas característicos se presentan en los tejidos más jóvenes, mientras que los tejidos de las hojas maduras aparecen sanos (Mejía, 2000).

Cuando existe carencia de boro, se pueden observar quebraduras en el tallo y las ramas de estos tejidos tienden a exudar, es un síntoma característico de esta deficiencia, aplicación de cal hasta pH de 6,50; incrementar el nivel de Ca y K (Inpofos, 1997). Existe desconocimiento de los agricultores sobre la importancia de boro el cual es fundamental en los procesos fisiológicos de la planta para el crecimiento celular, además, este micronutriente desempeña un papel clave en la

polinización y formación de los frutos, así mismo, existen alternativas de reincorporar abonos orgánicos descompuesto y biofertilizantes a base de boro directo al suelo para su nutrición y mejora la situación del suelo en deficiencia de boro (Alarcón, 2002).

6.8.6 Calcio (Ca).

Según análisis de suelo realizados muestra que el contenido de calcio en el suelo es alto. Esto indica que los cultivos pueden presentar problema de oxidación por la alta humedad de los suelos de las fincas en zonas de vega o planice, debido a que no existen un adecuado drenaje en las fincas. (Larrea, 2018) los excesivos contenidos foliares de calcio, puede ser la causa de varios trastornos que afectan dicho cultivo, ya que se presenta un desbalance entre su concentración y la de potasio, boro y magnesio, en la planta debe haber un equilibrio entre ellos. Inpofos (1997) indica los síntomas de deficiencia de calcio (Ca) aparecen en las hojas más jóvenes, las cuales presentan parches necróticos que se inician como manchas blancas en la región cerca de los márgenes. En casos de deficiencia severa ocurre una caída prematura de las hojas y muerte de los brotes y yemas, en las hojas más viejas la quemazón apical y marginal progresa rápidamente, dejando áreas sanas dentro de la zona necrosada, además, causa disminución de crecimiento de la raíz (Ocampo, 2020).

Seipasa (2020) es un elemento clave para el desarrollo del cultivo y se complementa con el boro, el calcio es uno de los nutrientes que más y mejor influye, se trata de un elemento estructural que juega un papel determinante en el mantenimiento de los tejidos celulares, el desarrollo y la fructificación del cultivo. Así mismo, existen alternativas de manejo y ayudan a mejorar y mantener los niveles de nutrición de los suelos en particular en calcio, una es la elaboración de biofertilizantes a base sulfatos y/o fertilización foliar de formulación a los modos de acción sinérgicos de su composición, además de mejorar la estructura del suelo y favorecer el desarrollo radicular, reduce bloqueos causados por condiciones extremas de las plantas (Seipasa,2020).

6.8.7 Magnesio (Mg).

De acuerdo al análisis de suelo de las fincas de cacao el magnesio tiene presencia de contenido medio, se requiere aplicar fórmulas para mantener el contenido deseado para los cultivos. Mejía (2000) los árboles de cacao tienen necesidades nutricionales de acuerdo con el estado de desarrollo, ya sea crecimiento, floración y producción, en general, el potasio, es el nutriente más absorbido por el cacao, seguido de nitrógeno, calcio y magnesio, la cantidad exacta de nutrientes removidos por un cultivo en particular depende del estado nutricional del árbol

Barriga *et al.*, (2006) las plantas de cacao, con deficiencia de magnesio, se notan porque las hojas no tienen el color verde en las áreas cercanas al centro de las hojas viejas, sino un color verde pálido o amarillo pálido que luego avanza a los bordes de las hojas y las orillas de las hojas se tornan pálidas e inicia la muerte de esa parte de la hoja.

Los excesivos contenidos foliares de calcio, en el cacao, puede ser la causa de varios trastornos que afectan dicho cultivo, ya que se presenta un desbalance entre su concentración y la de potasio, boro y magnesio, en la planta debe haber un equilibrio entre ellos (Laínez, 1979). Los productores desconocen el proceso fotosintético de las plantas y los elementos que inciden para realizar un proceso ideal y que los cultivos desarrollen su crecimiento ideal y que requieren condiciones nutricionales para la productividad de las fincas (Graetz, 2020).

6.8.8 Potasio (K).

El análisis de suelo indica que los suelos de la finca de cacao, su contenido en el suelo es medio, en general, es el nutriente más absorbido por el cacao, seguido por el nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg) Mejía (2000). La cantidad exacta de nutrientes removidos por un cultivo en particular depende del estado nutricional del suelo (Omotoso, 1975; Fassbender *et al.*, 1988; Mejía, 2000); Uribe *et al.*, 2000); Sánchez *et al.*, (2005); Enríquez, 2005). El Potasio, se caracteriza por el

amarillamiento del borde de las hojas hacia adentro, frutos sin un llenado adecuado (Mejía *et al.*, 2000). El potasio, es un elemento que cumple función en el metabolismo y, por ende, es fundamental tanto en la etapa vegetativa como en la reproductiva (López *et al.*, 2015).

En las tres etapas de desarrollo, el elemento de mayor requerimiento es el potasio, en crecimiento, desarrollo y producción (Rafael, 2012). El potasio es beneficioso en suelos y es necesario para la producción, basado en formación de frutos, es el elemento para absorbido por el cultivo de cacao y es más requerido para mejorar la productividad, es clave nivelar la deficiencia nutricional de este elemento el cual se caracteriza como elemento mayor y necesario (Montecino, 2014). Algunos ensayos se han realizado para balancear este mineral con la aplicación de abonos orgánicos, compostaje y biofertilizantes elaborados con residuos de cosecha de cacao, musáceas; sulfatos y aplicando microorganismos eficientes (Fundación Suyusama, 2021).

6.8.9 Hierro (fe).

En los análisis de suelos de las fincas se refleja el contenido de hierro es alto. Lo cual se analiza que puede haber un grado de toxicidad en los suelos. Los micronutrientes hierro y manganeso, también asociados a condiciones de mal drenaje superficial se propone que no son objeto de aplicación adicional (Agrosavia 2021). El hierro es fundamental para el desarrollo de las plantas, su exceso en las plantas puede incrementar la formación de radicales de oxígeno, los cuales son fitotóxicos y además responsables de la degradación de las proteínas y la peroxidación de los lípidos de la membrana celular, así mismo la toxicidad de (Fe) se caracteriza por la presencia de pequeñas manchas de color pardo que aparecen primero en las puntas de las hojas viejas (Alvim, 1961). Es común observar en caso severo se presenta un blanqueamiento de las hojas; tallos cortos y delgados, es típica de suelos alcalinos, mal drenados y pobres en materia orgánica (Marrocos *et al.*, 2010).

Castellano (2014) aunque en la actualidad se disponga de genotipos tolerantes a la acidez, la solución más acertada, técnica y económicamente, es la aplicación de materiales básicos (enmiendas calcáreas) que neutralicen la acidez, esta práctica se conoce como encalado y los materiales que la hacen posible son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio.

La práctica de fertilización, principalmente nitrogenada y fosfatada, debe ser evaluada integralmente, considerando no sólo el rendimiento del cultivo y la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, sino también la composición y comportamiento de la biota, a fin de no inhibir estos procesos biológicos ni estimular la dependencia de insumos externos en estos sistemas (López *et al.*, 2000). Los tratamientos para controlar el exceso de hierro son 1. Aplicar K, P y Mg adicionales. 2. Incorporar cal en suelos ácidos para elevar el pH. 3. Remover el agua de inundación. 4. Se debe drenar el suelo y se lo debe mantener libre de agua (pero húmedo) alrededor de 7-10 días, para mejorar el suplemento de O₂ durante este período (López, 2021).

6.8.10 Cobre (Cu).

Según estudio de suelo en predios de cacao, presentan contenido de cobre medio. En las plantas, el cobre activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos, también es necesario en el proceso de la fotosíntesis, esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas (Lopez, 2021). Después de hacer un extenso estudio sobre la movilidad de los nutrimentos minerales, clasifican el hierro, el zinc, el cobre, el manganeso y el molibdeno como elementos parcialmente móviles, encalamiento a pH de 6,5-7,0; incrementar el nivel de nitrógeno y cobre (Sánchez *et al.*, 2005)

Los niveles de nutrientes en tejido foliar es un elemento indispensable para hacerle seguimiento al desarrollo de estas aplicaciones y su efecto sobre la producción (Bukovac *et al.*, 1957). El exceso de potasio, fósforo y otros micronutrientes puede provocar, indirectamente, deficiencia de cobre. Esta deficiencia también puede ser provocada por un pH alto en el sustrato, pues su disponibilidad será menor para la planta (Infocafes, 2002). Para nivelar el contenido de nutriente se puede efectuar una sola aplicación de sulfato de cobre o de cualquier forma, pero es preciso hacerlo con precaución, pues la línea divisoria entre su escasez y su exceso es muy delgada (López, 2021).

6.8.11 Manganese (Mn).

Según análisis de suelos de los cultivos de cacao el contenido de manganeso es alto. Se aprecia en hojas jóvenes una clorosis intervenal en fajas, conservándose las nervaduras de color verde, esto es común en suelos alcalinos (Vivar, 2013). Para (García, 1998; Marschner, 2003) mencionan que la clorosis o necrosis marginal que aparece primero en las hojas más viejas, como con manchas intervenales pardas o café, rodeadas por una zona clorótica, además, la pérdida de dominancia apical y proliferación de chupones axilares, como en el cacao y la aparición de síntomas de deficiencia de otros elementos, como Ca, Fe y Mg.

Lora (1999) indica que se les denomina elementos menores o micronutrientes, estos elementos son el boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), níquel (Ni), molibdeno (Mo) y cloro (Cl), existen algunos elementos cuya esencialidad no ha sido probada, pero cuya presencia en algunos casos produce efectos benéficos, tales como el silicio (Si), yodo (I) y sodio (Na); o en ciertos casos el elemento es necesario para que se efectúe un determinado proceso, tal como ocurre con el cobalto (Co), en la fijación simbiótica del nitrógeno.

El efecto típico de la fitotoxicidad de (Mn) es una disminución en el crecimiento al incrementar la concentración de manganeso por encima del nivel crítico. Existen alternativa de contrarrestar la

situación a través del encalamiento a pH de 6.0-6.5; aplicación elevada de magnesio; aplicación elevada de fósforo; empleo de genotipos tolerantes; aplicación elevada de materia orgánica (Silva, 2007).

6.8.12 Zinc (Zn).

El contenido de zinc expuesto en los análisis de suelo es bajo. Provoca en hojas nuevas distorsión o alargamiento con acentuada curvatura en forma de hoz o falciforme (Lora, 1999). La clorosis de las hojas nuevas, debido a deficiencia inducida de hierro es síntoma típico de toxicidad de Zn (García, 1998). Además, la clorosis de las hojas nuevas, debido a deficiencia inducida de hierro es síntoma típico de toxicidad de Zn (Marschner, 2003), mencionan la posible toxicidad en suelos ácidos o ligeramente ácidos, consideran también la aplicación continua y elevada de fertilizantes de Zn y la continua aplicación de plaguicidas que contienen el microelemento, como causa de la toxicidad.

Casierra y Poveda (2005) las aguas costeras contaminadas con Zn y metales pesados incrementó a niveles tóxicos su concentración en varios cultivos (Muchaweti *et al.*, 2006). Las deficiencias nutricionales de zinc no son identificadas por los productores por la falta de conocimiento, esto hace no tener planes de balance nutricional de los suelos de las fincas que permita mejorar las condiciones químicas para así incidir en los rendimientos productivos de los cultivos (Lora, 2001).

El Zinc (Zn) es uno de los micronutrientes que las plantas necesitan para tener crecimiento y reproducción normales. Sin embargo, a pesar de su importancia, el Zn es el micronutriente más deficiente en todo el mundo, aun cuando las necesidades de los cultivos son muy pequeñas. Actualmente se habla de deficiencia de Zn en un 40% de los suelos cultivados en todo el mundo y donde aproximadamente el 50% de los suelos agrícolas del mundo (Intagri, 2008).

Así mismo existen alternativa de mejorar las condiciones nutricionales del suelo con deficiencia de zinc, la más viable a corto plazo es la fertilización de los cultivos con Zn, esto daría como resultados corregir la deficiencia en la planta, aumentar en el contenido en grano, incrementar los rendimientos y las utilidades de los agricultores. Los fertilizantes con Zn que se recomiendan aplicar deben ser hidrosolubles, tanto en suelos ácidos como alcalinos (Intagri, 2008).

7. Estrategias de manejo participativo para cada tipología de finca de Cacao identificada

7.1 Alternativas de manejo

Una vez identificados los tipos de sistemas de producción de cacao, se realizaron talleres de manera participativa con productores para diseñar una alternativa de manejo sostenible para cada grupo.

7.1.1 Estrategia de manejo de las fincas tipo I.

La estrategia de manejo productivo, desarrollar un plan de asistencia para el desarrollo de las capacidades sociales integrales y el fortalecimiento de la asociatividad, que permita a los productores poseer capacidad de producción, calidad del grano y mejora de los precios de la materia prima. Así mismo, mantener la densidad de 1000 árboles/ha⁻¹ o incrementarla con materiales de buenas características, aplicar buenas prácticas agrícolas, drenajes y polinización. Igualmente, incrementar los rendimientos por encima de los 1000 kg/ha⁻¹, del mismo modo establecer regímenes de fertilización con base en los análisis de suelos teniendo en cuenta los elementos P, S, B que se encuentran en niveles bajos. Para los niveles alto de hierro se deben adecuar los drenajes de tal modo que permita el lavado del exceso de hierro, aunque es indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El alto contenido de hierro en el suelo, causa generalmente aumento de la acidez (Mehender *et al.*, 2019). Del mismo modo, el encharcamiento prolongado puede reducir el rendimiento de cultivos afectando directamente el crecimiento o la supervivencia de las plantas (Onyango *et al.*, 2020). El grupo I desarrollan actividades productivas acorde al cultivo y logran resultados iguales o superiores a 1000 kg ha⁻¹año⁻¹ (Hidalgo *et al.*, 2014). En estas fincas requieren seguimiento técnico para aumentar los niveles de producción que se registran en la región de Santander (Suárez, 2018). En cultivos tecnificados se realizan tecnología apropiada para alcanzar los niveles

producción más alto de 3000 kg ha⁻¹año⁻¹ (Fedecacao, 2018). Esas tecnologías pueden implicar mejoramiento de la fertilización y la aplicación de la polinización.

7.1.2 Estrategia de manejo de las fincas tipo II.

Estrategia de implementar un plan de asistencia técnica mediante la generación y mejora de las habilidades, destrezas y principios de los productores, para apropiar y ejecutar las labores de la unidad productiva, entre actividades técnico-productivas y/o de adecuación y el fortalecimiento de la asociatividad que permita tener capacidad del negocio del grano de cacao. Así mismo incrementar la densidad de árboles, establecer árboles de cacao de buenas características de productividad y de calidad, regular el sombrero, aplicar buenas prácticas de manejo, establecer un plan de fertilización que permita nivelar los contenidos de minerales de P, S, K y Zn que se encuentran en niveles bajos, con el fin de tener plantaciones de cacao de alta productividad. Así mismo, realizar adecuación de drenajes en las fincas de tal modo que permita reducir el exceso de hierro. Ferro y Meneses (1996) la asistencia técnica, la aplicación de las buenas prácticas aumentan la sostenibilidad económica del cultivo, convirtiéndolos en sistemas integrales de producción rentable. Cordeagropaz (2015) realizar labores técnicas adecuadas y oportunas se obtienen cifras de rendimiento superior al promedio nacional y regional. Al igual, se requiere desarrollar un plan de capacitación en manejo agronómico del cultivo y registro de cuentas. Del mismo modo se deben establecer estrategias para el mejoramiento de las vías de acceso.

7.1.3 Estrategia de manejo de las fincas tipo III.

Estrategia de mejoramiento productivo, mediante la implementación de un plan de asistencia técnica integral que permita desarrollar capacidades de gestión y de fortalecimiento organizativo, empresarial y comercial, en mejora de las habilidades, destrezas, talentos, valores y principios de los productores, para ejecutar, apropiar, las gestiones y labores que demande su actividad

productiva y de promoción de la rentabilidad del grano de cacao para que se incorporen a la actividad mujeres y jóvenes rurales. Así mismo, desarrollar actividades de rehabilitación, renovación y resiembra, aumentando la densidad de siembra, con material vegetal de cacao de alto rendimiento y de calidad, aplicar buenas prácticas de manejo, construcción y adecuación de drenajes y financiamiento de crédito. Así mismo, se deben realizar análisis de suelo cuidadoso para poder determinar el plan de fertilización requerido para enfatizar en la mejora de la productividad de cacao. (Fundación Suyusama 2021) implementar biopreparados y abonos orgánicos, para la remediación nutricional de los suelos, esta práctica permitirá bajar los costos, comparados con los precios actuales de los abonos e insumos.

Del mismo modo, incorporar cal agrícola a los suelos para bajar los niveles de toxicidad de hierro, debido al escurrimiento hídrico leve y remoción de masa de suelo hacen que los suelos de laderas presenten mayor toxicidad (Mantilla, 2002). Afirma Hidalgo *et al.*, (2014) reinvertir en sus fincas y destinar a las labores de poda y rehabilitación de sus cultivos e incrementa la producción.

La aplicación de tecnología mediana puede llegar a producir a $1.000 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ (Fedecacao, 2018). Igualmente, desarrollar asistencia técnica y de formación para que los productores adopten y apropien métodos de manejo para incrementar la productividad de cacao. Existen causas que impiden la producción eficiente del cacao y su calidad, como las enfermedades, las condiciones ambientales y el manejo del cultivo. Además, este tipo de fincas es indispensable la asesoría técnica, la capacitación a los agricultores y la aplicación de las buenas prácticas, realizando énfasis en el registro de cuentas del cacao y de la finca para que conozcan las verdaderas capacidades de ahorro y crédito en este cultivo (Suárez, 2018).

Conclusiones

Se identificaron tres tipologías de fincas, estas agrupan 3, 12 y 85% de las fincas productoras de cacao respectivamente. Fincas tipo I presentan rendimientos superiores a 1000 kg ha⁻¹año⁻¹. Fincas tipo II, rendimientos entre 600 y 1000 kg ha⁻¹año⁻¹. Fincas tipo III, evidencian rendimientos menores a 600 kg ha⁻¹año⁻¹.

Los suelos de las fincas tipos, presentan un contenido nutricional bajo en los minerales (P), (K), (S), (B), (Cu) y (Zn) y el contenido de hierro (Fe) alto, el cual llama la atención que puede estar causando algún tipo de toxicidad en los suelos de las fincas.

En el análisis de correspondencias múltiples 18 componentes explicaron el 59,75% de la variabilidad total; las variables más discriminantes fueron la producción de cacao, especies de sombrío, la organización comunitaria, registro de actividades y la mano de obra.

Las fincas de cacao en Tumaco, pueden lograr una producción por encima del punto de equilibrio, aplicando buenas prácticas agrícolas y asistencia técnica.

Las variables que más influyen en la productividad local son: fertilización, drenajes, distancias de las fincas al centro poblado, registro de costos e ingresos, labores culturales y asistencia técnica.

La estrategia sostenible es implementar un plan de asistencia técnica integral que mejoren las capacidades organizacional y productivas de los productores, incrementar la densidad de árboles, establecer árboles de cacao de buenas características morfo-agronómicas y organolépticas, desarrollar actividades de rehabilitación, renovación, regular el sombrío, aplicar buenas prácticas agrícolas, definir el plan de fertilización, aplicar método de polinización, construcción y adecuación de drenajes y acceder a financiamiento de crédito.

Recomendaciones

- Las tipologías de las fincas I, II y III se deben intervenir de forma diferencial.
- Implementar asesoría técnica para fortalecer las habilidades y destrezas de los productores, en el manejo integral del sistema productivo de cacao.
- Desarrollar actividades de rehabilitación y renovación, aumentando la densidad de árboles por hectárea, con material vegetal regional, tolerantes a enfermedades y con rendimiento superior a 1500kg/ha^{-1} , aplicando el manejo agronómico adecuado a las fincas de cacao.
- Investigar el efecto de los altos contenidos de hierro en la productividad y calidad del cacao de Tumaco y su manejo.
- Desarrollar el punto de equilibrio para cacao específico para Tumaco.
- Implementar biopreparados y abonos orgánicos, para la remediación nutricional de los suelos a bajo costo.

Referencias

- Abott, P.C; Benjamín. T; Burniske, GR; Croft, M; Fenton, M; Kelly, R; Lundy, M; Rodriguez. C; y Wilcox, D. (2018). *Análisis de la cadena de suministro de cacao en Colombia. Agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional - USAID*. Cali: CO.
- AGRONET Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (2017) – Nariño. Obtenido de: https://www.agronet.gov.co/Documents/NARI%C3%91O_2017.pdf
- AGRONET Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (2020) – Nariño. Obtenido de: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/El-a%C3%B1o-cacaotero-2020-2021-ha-sido-el-de-mayor-producci%C3%B3n-en-la-historia-de-Colombia.aspx#:~:text=04%2F11%2F2021.>
- AGROSAVIA (2021) *Convenio de colaboración 2020 – 069 ADC – PDT Nariño, realización de un análisis de fertilidad completo de suelos y análisis de cadmio de los núcleos de las parcelas de la red de parcelas demostrativas de cacao e interpretación de los resultados, y la divulgación y transferencia de tecnología apropiada de maquinaria agrícola para la comunidad cacaotera*. s.n.
- AGROSAVIA. (2021). *Resultados y recomendaciones de los análisis de suelos cacaoteros de los diferentes núcleos de la red de 15 parcelas demostrativas de cacao, vinculada a once organizaciones de cacao, en el marco del proyecto PDT Nariño, Municipio de Tumaco – Nariño*. s.n.
- Aguiño, E. (2021). *El mercado de cacao en Colombia, aplicación de un modelo econométrico*. Universidad Benito Juárez de México.
- Agustín Sanzano (2019) *El azufre del suelo Cátedra de Edafología Facultad de Agronomía y Zootecnia*. Universidad Nacional de Tucumá.

- Alarcon, V. (2002). *El boro como nutriente esencial. Aspectos fisiológicos y dinámicos en el suelo y planta*. Universidad de Cartigana, Chile.
- Alcaldía de Tumaco (2008). *Plan de Ordenamiento Territorial (2008- 2019)*. Colombia, Nariño – Tumaco. 194 p.
- Alcaldía de Tumaco (2014). *Proyecto mejorar la calidad de la producción, la pos-cosecha e iniciativas agroindustriales mediante la aplicación de tecnologías adecuadas y la cualificación de los agricultores vinculados a diferentes eslabones de la cadena cacao - chocolate en el municipio de Tumaco-Nariño*. Colombia, Nariño, Tumaco. 68 p.
- Angulo, A; Blanco, J. y Aldana, H. (2000). *Caracterización y Tipificación de los Productores de Cacao del Departamento de Santander*. Bucaramanga, Colombia. s.n.
- Angulo, J. (2012). *Caracterización de los sistemas productivos del rio rosario, Tumaco, Nariño*. (Tesis de grado Maestría Ciencias Agrarias). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Anzules, T. (2019). *Sustentabilidad de sistemas de producción de Cacao. (Theobroma cacao L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4110>
- APECO. (1995). *Bases para la Gestión de los RRNN y elaboración de un Plan de Ordenamiento Territorial en la Región San Martín*. s.n.
- Arboleda, R. y González, A. (2010). *Análisis socioeconómico del sector cacaotero colombiano*. Envigado: Escuela de ingeniería de Antioquia.
https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1572/7/ArboledaRicardo_2010_AnalisisSocioeconomicoSector.pdf
- Arévalo, G. y Zúñiga, C. (2002). *Manejo Integrado de Enfermedades del cacao. Banda de Shilcayo*. San Martín: Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).

- Ballesteros, W; Saya, M; Ordóñez, J. (2008). Sistemas agroforestales tradicionales en el Consejo Comunitario del Bajo Mira y Frontera en Tumaco, Nariño, Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 1(46), 73-80.
- Banco de desarrollo de América Latina (2018). *Una apuesta por la competitividad de Tumaco: Construcción territorial, inclusión productiva y bienestar social*. Bogotá: Instituto de Ciencia Política Hernán Echavarría Olózaga (ICP). 52 p.
- Barriga, S.; Menjivar, JC. y Mite, F. (2006). Validación del manejo de la nutrición por sitio específico en una plantación de cacao en la provincia de Guayas, Ecuador. *En Acta Agronómica*, 55 (3), 15-22.
- Barrios, A. F. y Carvajal, Y. (2006). *Regionalización de índices de aridez y agresividad climática en Colombia utilizando análisis multivariado. Conformación estadística de una base de datos nacional homogénea*. Cali: Universidad del Valle.
- Bertalanffy, L.V. (1968). *Sistema general rural. Publicado George Brazill*. Nueva York: s.n.
- Biopacifico (1998). *Proyecto para la conservación de la biodiversidad del choco biográfico. Economía de las Comunidades Rurales del Pacífico colombiano*. Quibdó – Colombia PNUD –FEG 1998. 120 P.
- Bolaños, O. (1999). *Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión.
- Borderías, M. y Muguruza, C. (2014). *Evaluación ambiental*. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Ed. UNED.
- Brady, N. y Weil, R. (2002). *La Naturaleza y Propiedades de los Suelos*. 13ª edición. EEUU: Prentice Hall.

- Bukovac, M. J. y Wiltwer, S. H (1957). Absorción y movilidad de los nutrientes aplicados por vía foliar. 32 (5): 428-435.
- Cadena Regional de Cacao (2019). Proyecto de Desarrollo Territorial – PDT, fortalecimiento a la cadena de cacao, elaboración de la herramienta y metodología para el censo cacaotero, articulado a la Red 11 parcelas demostrativas. Municipio de Tumaco –Nariño. Financiado por AECID –UE, Ficha censo – Diagnostico P 1-3.
- Calzada, I. E.; Preciado, M.A. (2013) Estudio situación socioeconómico de los cacaoteros, en la vereda san Luis robles, municipio de Tumaco, 2013
- Casierra, F.; Poveda. J. (2005). La toxicidad por Mn y Zn disminuye la calidad y rendimiento. *Agron. Colomb.* 23(2):283-289.
- Castillo D; Tapia M; Brunett. L; Marquez. O; Teran. O; Espinosa. E. (2012). Evaluación de sustentabilidad social económica y productiva agroecosistema de leche en pequeña escala en el municipio de Amecameca. *Revista Científica UDO Agrícola* 3, 690–740.
- Castillo. M. (2002). *Elementos de muestreo de poblaciones*. México: Universidad Autónoma Chapingo, UACH. pp.18 – 2.
- Castro Heredia, L. M.; Carvajal Escobar, Y.; Ávila Díaz, Á. J. (2012). Análisis clúster como técnica de análisis exploratorio de registros múltiples en datos meteorológicos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 11, enero-diciembre, pp. 11-20
- Clough. Y; Fausto. H.; Tschardtke. T. (2009). Auge y caída del cacao: sostenibilidad de los agrobosques y oportunidades para la conservación de la biodiversidad. *Conserv Lett*, 2(5), 197–205. doi: 10.1111/j.1755-263X.2009.00072.x

- Combe. J; Budowski. G. (1979). Clasificación de otras técnicas agroforestales tradicionales. En taller sobre sistemas agroforestales tradicionales, en América Latina, Turrialba, C, R). Ed por salas, G. Turrialba, C.R, CATIE P-17-47.
- CONIF. Corporación Nacional De Investigación Y Fomento Forestal (2004). Caracterización de sistemas agroforestales. Bogotá, CONIF, Mimeografo, 4p.
- CORDEAGROPAZ. Corporación para el Desarrollo Agroempresarial de Tumaco (2019). Diagnostico socioeconómico y productivo de 300 familias cacaoteras, municipio de Tumaco, 09; 12 p.
- CORDEAGROPAZ. Corporación para el Desarrollo Agroempresarial de Tumaco (2015). Diagnostico socioeconómico y productivo de 535 familias cacaoteras, municipio de Tumaco, 16; 19 p.
- Coronado, J. (2007). Escalas de medición. Revista Paradigmas. P104-125.
URL::<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4942056.pdf>.
- Corven J. (1993). *Asociación de cultivos con cacao, aspectos económicos. Seminario Regional “Sombras y cultivos asociados con cacao”*. Costa Rica: CATIE.
- Cuadras, C. (1996). Métodos de análisis multivariados. Ediciones de la Universidad de Barcelona. Ciencia y Tecnología N° 15. Barcelona.
- Criollo. H; Lagos. T; Bacca. T; Muñoz, D. (2016). Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2016, 1(19), 105-113.
- DANE; Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2004). Documento Metodológico de cacao.
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/doc_met_cacao.pdf, 2004.

- De la fuente, F. S. (2011). *Análisis de correspondencia simples y múltiples*. Madrid: Facultad ciencias económicas y empresarial. Universidad Autónoma de Madrid.
- Documento CONPES 3811 (2014). Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación, Política y Estrategias para el desarrollo Agropecuario del Departamento de Nariño, P14.
- Enríquez, G. (2005). *El cultivo orgánico de cacao bajo el concepto de calidad total*. Recuperado de:
http://www.ceaecuador.org/imagesFTP/4640.Cacao_organico_y_biol_INIAP.pdf
- Escobar G; Berdegúe J. (1989). Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP. p 13-43. In: Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile, RIMISP.
- Escobar. G; Berdegúe. J. (1990). Conceptos y metodologías para tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP”, en Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Santiago de Chile. 284 p.
- Espinosa, A. J, A; Rios. O. L, A. (2015). Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.), en comunidades afrodescendientes del Pacífico Colombiano (Tumaco- Nariño, Colombia). Acta Agron. 65 (3) p 211-217.
- Etxeberria, E. García, J. Gil y Rodríguez, G. (1995) *Análisis de Datos y Texto*, ediciones ra-ma, Madrid
- FAO y CAF (2007). *Colombia, nota de análisis sectorial, agricultura y desarrollo rural*. Roma: s.n.

- FAO, Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Elaboración propia de pronóstico incluye los años del 2006 al 2011. Con el apoyo de la ICCO, (2016). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. – San Jose, C.R.: IICA, P 31.
- Fassbender, H.W. (1985). Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*), café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. III Modelos de la materia orgánica y elementos nutritivos. Turrialba 35: 403–413
- FEDECACAO, Federación Nacional de cacaotero. (2013). Obtenido de https://www.fedecacao.com.co/portal/images/INFORME_2013.pdf
- FEDECACAO, Federación Nacional de cacaotero. (2015) guía Técnica para el cultivo de cacao, cuarta edición 2009. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, convenio campaña monillia, pág. 40 - 44.
- FEDECACAO, Federación Nacional de cacaotero. (2015). Obtenido de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/326-en> 2015-2016-se-logro-nuevo-recorden-produccion-nacional-de-cacao.
- FEDECACAO, Federación Nacional de Cacaotero. (2018). Informe de ejecución plan de ingresos, inversiones y gastos del fondo nacional del cacao durante el cuarto trimestre y consolidada vigencia 2018 Bogotá D.c. P. 7 - 9.
- FEDECACAO, Federación Nacional de Cacaotero. (2018). Producción de cacao en el primer tri. Obtenido de <http://www.fedecacao.com.co/portal/imagenes/INFORME2018.Pdf>.
- FEDECACAO, Federación Nacional de Cacaotero. (2021). Producción de cacao en el primer trimestre. Obtenido de <https://www.fedecacao.com.co/economianacional>

- Ferraro, C. (2010). Clústeres y políticas de articulación productiva en América Latina. CEPAL-FUNDES, Santiago de Chile. 182 p.
- Ferro, J.; Meneses, O. (1996). Cuadernos de Desarrollo Rural P. (37).
- Fundacion Suyusama, (2021). Convenio colaboración 2020-071 ADC-PDT Nariño, orientados a mejorar la productividad a través del apoyo de aprendizajes en la estrategia de la red de 15 parcelas demostrativas de cacao articuladas en once organizaciones de cacao, en Tumaco – Nariño. Resultados Guia de preparación y aplicación de abonos orgánicos – remediación de deficiencias nutricionales de los suelos cacaoteros. Tumaco – Nariño – P3.
- Gallopín, G. (2006). *Indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Santiago de Chile: Edición Fodepal.
- García, A. (1998). Efectos tóxicos de los micronutrientes y otros elementos. En: Memorias Curso Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura. Soc. Col. de la Ciencia del Suelo. Santa Fe de Bogotá, D.C. p.13-31.
- García, L. A. E. (2014). Fondo Situación socioeconómica de las organizaciones campesinas del cantón quinsaloma en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) Quevedo - los ríos – Ecuador. Universidad técnica estatal de Quevedo facultad de ciencias agrarias, Tesis de carrera de economía agrícola.
- Gobernación de Nariño, (2015) cacao de Tumaco Nariño gana premio mundial a la excelencia en el Salón de Chocolate de París; 2015. <http://nariño.gov.co/2012-2015/index.php/prensa/6559-cacaode-tumaco-narino-gana-premio-mundial-a-laexcelencia-en-el-salon-de-chocolate-de-paris>. Verificado julio 9 de 2019.
- Gower, J. (1967): Una comparación de algunos métodos de análisis de conglomerados. *Bioma J.* 23: 623-637.

- Graetz, H.A. (2000). Suelos y fertilización. Manual para educación agropecuaria. Traducido por Orozco, F. Colaboración Kirchner, F.; López, E. y Berlijn, J. Séptima reimpresión. Editorial Trillas, IMPREMAX, México, Distrito Federal. 80 p.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. I. Y Black, W. (1999). Análisis Multivariado. 5 edición. Editorial Prentice Hall. Madrid.
- Harvey P., Campanela B., Castro P., Harms H., Lichtfouse E., Schäffner A., Smrcek S., y Werck D. (2002). Fitorremediación de hidrocarburos poliaromáticos, anilinas y fenoles. Reinart. ciencia contaminar Res. En t. 9, 29-47.
- Hernández, H. (2018). *Estudio de pre-factibilidad para cultivo de cacao en finca la guacamaya en Dabeiba, Antioquia*. (Tesis de grado). Institución Universitaria ESUMER, Medellín, Colombia. Disponible en el sitio web de la fuente, http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1098/2/Esumer_cultivo.pdf
- Heredia, C.L.M; Carvajal, E.C.Y; Avila, D.A.J. (2012). Análisis clúster como técnica de análisis exploratorio de registros múltiples en datos meteorológicos ingeniería de recursos naturales y del ambiente 2012.
- Hidalgo. O; Otiniano. A; Ventura. R; Quispe. P; Mendez. M. (2014). Tipología de fincas cacaoteras en la Subcuenca media del río huayabamba, distrito de huicungo, San Martín, per). P. 3 -6. © Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

ICCO, Organización internacional del cacao – (2017). Recuperado de:

<https://www.redagricola.com/pe/perspectivas-globales-la-icco-cacao-la-demanda-crece-la-oferta-deficit-los-precios-alza/>.

ICCO, Organización internacional del cacao – (2018). Recuperado de:

<https://www.redagricola.com/pe/perspectivas-globales-la-icco-cacao-la-demanda-crece-la-oferta-deficit-los-precios/>

ICCO, Organización Internacional del Cacao - (2020). Observatorio del cacao fino y de aroma para américa latina, Iniciativa latinoamericana del cacao. Boletín No. 8, Pag. 2.

ICCO, Organización Internacional del Cacao - (2021). Obtenido <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/11/latinoamerica-produce-el-80-del-cacao-prime-del-mundo/>

ICCO, Organización Internacional del Cacao - (2022). Boletín Trimestral de Estadísticas del Observatorio de COMMODITIES: Cacao (ICCO, 2022). Boletín N0.9-1, Pag. 2.

IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). Atlas Climatológico de Colombia – IDEAM. Pag. 12 – 19.

IICA. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (2017). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en America / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. – San Jose, Costa Rica.

INFOCAFES, (2002). Cultivo del Cacao. Misti-fertilizantes 157.

INPOFOS, (1997). Nutrientes secundarios y Micronutrientes. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Quito – EC, Querétaro – MX. Capítulo 6, 8 pp. Capítulo 7, p. 11.

- Jaramillo, J. 2006. Asistencia técnica en línea. En: Responde Corpoica, http://www.corpoica.org.co/Foro/vermensaje.asp?id_mensaje=253; consulta: junio, 2011.
- Larrea, G. (2018). Disponibilidad y variabilidad espacial de calcio, magnesio y potasio en suelos agrícolas y prístinos de la región pampeana. Tesis de Maestría, Fac. Cs. Agrarias, Univ. Nac. Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires. 62 p
- Lin, G.; L. Chen. (2006). Identificación de regiones homogéneas para el análisis de frecuencia regional utilizando el mapa autoorganizado. Revista de hidrología 324, págs. 1–9.
- Lopez, J. C. (2021) Centro de formacion/rol-del-hierro-en-el-cultivo-de-plantas/. Obtenido <https://www.pthorticulture.com/es/>
- Lora, R. (1999). Dinámica del azufre y los micronutrientes. En: Ciclo de cursos de actualización de conocimientos con aplicación en palma africana de aceite. CENIPALMA. Santa Fe de Bogotá, D.C. p.93-109.
- Lora, R. (2001). Factores que afectan la disponibilidad de azufre y elementos menores. En: Memorias Curso de actualización sobre suelos y fertilizantes. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. C.I. Tibaitatá. Bogotá. p.129-153.
- Mahender, A; Swamy B, Anandan A, Ali J. (2019). Tolerancia a las condiciones del suelo tóxico y deficiente en hierro P;8(2):31.
- Malagón. R; Prager. M. (2001). El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. P 107.
- Marschner, H. (2003). Nutrición mineral de plantas superiores. Función de los nutrientes: micronutrientes. Diagnóstico de deficiencia y toxicidad de nutrientes minerales. Editar. Academia Presionar. San Diego, California (EEUU). p.313-404 y 461-469.

- Martínez, R. (2013). Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. P. 14, 165-185.
- Masera, O; Astier. M; Galván. Y. (2008). Formulación de indicadores socio ambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. En: *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Editorial Imag Impressions. Pag. 73-94.
- Masera, O; Masera. O; Astier .M; López. R, S (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA n MESMIS. GIRAMundi-prensa, M prensa, primer ediccion. México. Pag. 13-18
- Matila, G.; Torres, S.; Gomez, E.; Ordoñez, N.; Sanchez R.; Chamorro, C.; Florez, A. (2002) Estabilidad, Productividad y degradación de los suelos, Universidad Nacional – Bogotá. P.257.
- Mejía, L. (2000). Nutrición del cacao. Publicación de CORPOICA. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Caca. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bucaramanga, Colombia. 33-35.
- MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). Corporación Colombia Internacional. SIPSA Boletín de julio de 2011. No. 7. Volumen 10.
- Montecinos, C. (2014). Manejo Biológico del Fósforo en el Suelo, <http://www.clades.cl/revistas/8/rev8art4.htm>, 12/05/2014

- Muchaweti, M.; Birkett, J.; Chinyanga, E.; Lester, J. (2006). Contenido de metales pesados de vegetales riego con mezclas de aguas residuales y lodos de depuradora en Zimbabwe. *agricola ecológicos Reinar*.112:41-48.
- Murray, R.M.; M.G. Orozco; A. Hernández; C. Lemus; O. Nájera. (2014). El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18 (1): 23-31.
- Nair. P, K (1985). *Clasificación de sistemas Agroforestales* (Holanda), editores 3:97-128
- Navarro, S.; Navarro, G. (2003). *Química Agrícola*. Ediciones Mundial. España. Pág. 15
- Navia, E. J. F; Benavides, B.O; Berraza. A.F.V (2019). Caracterización de sistemas agroforestales tradicionales en el Pacífico sur de Colombia, departamento de Nariño. En: *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. Volumen 11 julio-diciembre, 2019. Pp. 90-101 ISSN Revista en Línea: 2539-178X.
- NGO. MA; Gidoin. C; Avelino. J; Cilas. C; Deheuvels. O; Wery. J. (2013). La diversidad y la agrupación espacial de árboles de sombra afectan el rendimiento del cacao y la presión de patógenos en los agroforestales de Costa Rica. *Basic Appl Ecol*, 14 (4), 329–336. doi: 10.1016 / j.baae.2013.03.003.
- Omotoso, T. (1975). Cantidades de Nutrientes removidos del suelo en Amelonado cosechado y F3 Amazon Cacao durante un año. *Turrialba*, 235:
- Onyango, D. Entila F, Dida M, Ismail A, Drame K. (2019). Comprensión mecánica de la tolerancia a la toxicidad del hierro en variedades de arroz contrastantes de África: respuestas morfofisiológicas y bioquímicas. *Biología Vegetal Funcional*.; 46(1):93-105.
- Onyango, D. Entila, F, Egdane J, pacieb M, Katimbang L, Dida M Y Drame, K. N. (2020). *Comprensión mecánica de la tolerancia a la toxicidad del hierro en variedades de arroz*

- contrastantes de África: 2. Capacidad de oxidación de la raíz y control del estrés oxidativo. *Biología vegetal funcional*, 47(2), 145-155.
- Ordoñez. H; Navia. F; Ballesteros. W. (2018). Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. P. 3 – 4.
- Ospina. A, A. (2004). Clasificación y caracterización de tecnologías agroforestales. En: *Agroforestería en Latinoamérica*. Cochabamba, Bolivia: AGRUCO, P. 21_40.
- Pabon. M, G; Herrera. R L; Sepulveda. W (2016). Caracterización socio-económica y productiva de cacao, en el departamento de Santander, Colombia. *Revista Mexicana de Agro-negocios*. P283. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14146082001>.
- Palacio, F.X; Apodaca, M.J; Crisci J.V (2020). *Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R /.* - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2020. Pag 15.
- Peña, D. (2002). *Análisis de Datos Multivariados*. McGraw - Hill. España.
- Peña, V. J., Alegre O.J. C. (2017). Tipificación de prototipos de sistemas de producción agroforestal en la provincia de Tambopata, Madre de Dios. /10.32911/as.2017.v10.n2.166. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pag 242 y 243.
- Peña. M, M.L; Díaz. G, E. (2007). Impacto De La Estrategia De Producción En La Ventaja Competitiva y En Los Resultados Operativos - CIO., 367-377.
- Perez, Z. J.I., Rojas, M J., Zabala, P.A.F (2021). Evaluación de densidades de siembra en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en la región pacífica colombiana. Corporación Colombiana Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación El Mira, Tumaco, Nariño (Colombia). P 320

- Peterson, L. (2002). Análisis jerárquico de grupos y componentes principales de perfiles transcripcionales basados en micromatrices. Texas, EE. UU. Obtenido en: <http://genomebiology.com/2002/3/7/software/0002>.
- Phillips, D. (1995) Análisis de correspondencia en Actualización en Investigación Social, N° 7. Departamento de Sociología, Universidad de Surrey. Guilford..
- Pokorny. B; Godar. I; Hoch. J; Johnson. J; Koning. G; Medina. R; Steinbrenner. V, V; WEIGELT. Y (2011). La producción familiar como alternativa de un desarrollo sostenible para la Amazonía: Lecciones aprendidas de iniciativas de uso forestal por productores familiares en la Amazonía boliviana, brasilera, ecuatoriana y peruana”. CIFOR, Bogor, Indonesia. ISBN: 978-602-8693-33-2. 174 p.
- Pound, F. J.- 1.942. ¡Ciertos aspectos de la agricultura en Colombia con referencia especial a la producción de! cacao. 45 págs. (Mimeografiado).
- Preciado. O; Ocampo. C, I; Ballesteros. P, W. (2011). Caracterización del sistema tradicional de producción de cacao (*Theobroma cacao* L), en seis núcleos productivos del municipio de Tumaco, Nariño. P. 10 - 11.
- PRODESOC - Programa para el Desarrollo Rural Sostenible. (2006). Guía Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales, en el Municipio El Castillo, Río San Juan, Nicaragua. ProDeSoc – P.7.
- PROEXPORT, (2012). Cacao colombiano fino y de aroma. Bogotá D.C. págs. 15. <http://www.inviertaencolombia.com.co/images/Perfil%20Cacao%202012.pdf>.
- Rafael E. (2012). Agrícola y Fertilidad de suelos para la cultura de cacao.
- Raintree. B, J. (1987). El estado del arte del diagnóstico y diseño agroforestal. Sistemas agroforestal, 5(3): 219-250.

- Ramírez. J, A; Sigarroa. A,K; Del Valle. R,A (2014). Caracterización de los sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L), en el departamento de Norte de Santander y evaluación de su sostenibilidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 67(1) pp 8-11. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v67nl.42635>.
- Rao, A. R; Srinivas,V. (2006). Regionalización, análisis de cluster. *Hidrología*, 318, pp 37–56.
- Ríos. G; Romero. M; Botero. M; Franco. G; Pérez. J; Morales. J; GALLEGO. J; Echeverry. D (2014). Zonificación, caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo (*Solanum quitoense* Lam) en el Eje Cafetero. *Revista CORPOICA*. (5)1: 22-30.
- Rodríguez. P; Carvajal. G. (1996). Caracterización de sistemas de producción. Módulos para la capacitación metodológica de las UMATA. Bogotá. P 1 -16.
- Sanchez, Diaz, M. y Aguirreolea, J. (1999). Relaciones hídricas, pp. 3 - 90. En: Azcon-Bieto, J. y Talon, M. *Fisiología y Bioquímica vegetal*. Primera edición. McGraw-Hill. Madrid, España. 581 p.
- Sánchez, J. (1990). Caracterización de la producción de cacao en Honduras. IICA-PROCACO-FHIA. Honduras.
- Sánchez, L.; Parra, D.; Gamboa1, E.Y Rincón, J. (2005). Rendimiento de una plantación comercial de cacao ante diferentes dosis de fertilización con N P K, en el sureste del estado Táchira, Venezuela. En: *Bioagro* 17(2): 119-122. Nota Técnica.
- SNIA, Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (2017). Ley 1876 de 2017 objeto, definiciones y principios. El Congreso de Colombia, en virtud del Procedimiento Legislativo Especial para la Paz, la cual se crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y se dictan otras disposiciones. Artículo 24. Pag. 32.

- Sarandón. S; Flores. C (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. (S. Sarandón y C. Flores, Eds.) (2a ed.). La Plata, Argentina: Univeridad Nacional de La Plata.
- Silva, R. (2000) docente investigador, carrera de ingeniería agronómica, u.d.c.a. dirección para correspondencia: calle 222 no. 55-37, bogotá, d.c.rev. u.d.c.a act. & div. cient. 10 (2): 5-20.
- Sokal, R.R; Sneath, P.H.A (1963). Principales numérica de la taxonomía. Pág. 4-6. Brasil.
- Sousa, JR. J.O., J.W. Mello, V.V. Alvarez Y J.C. Neves. (1999). Productividad de fincas de cacao: Características químicas. R. Bras. Ci. Solo 23: 863-872
- Suárez, J.Y. (2018). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12699>
- Tuesta. H (2017). Caracterización de los sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito teniente Cesar Lopez Rojas, provincia de alto amazonia. Universidad Nacional agraria de la selva, facultad de agronomía departamento académico de ciencias agrarias UNAL. Universidad Nacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR (2007). Estudio prospectivo y de vigilancia tecnológica para la definición de la agenda de investigación en la cadena productiva de cacao – chocolate. Bogotá D.C., informe de trabajo No.1 enero 2007, 124 p. on line: www.agrocadenas.gov.co
- Uribe, A. H; Méndez Y J. Mantilla. (1998). Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. *Revista Suelos Ecuatoriales*, 28:31-36.

- Uribe, A., H. Méndez Y J. (2000). Efecto de niveles de nitrógeno, potasio sobre la producción de cacao en suelos Ecuatoriales. 26:23-31.
- Valerio. D; García. A; Acero. R; Perea. J; Castaldo. A; Martos. J (2004). *Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo. Producción animal y gestión. Dpto Producción animal*. España: Universidad de Córdoba.
- Vargas, R.L.; Rodríguez, S.R.N. (2020). Tipificación del espacio rural a través de métodos multivariados: Ejercicio en la zona rural de Málaga. *Cuadernos Geográficos*, 59(1), 247-278.
- Vivar, F. (2013). *Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao en Ecuador*. Memorias Congreso Mundial del Cacao.
- Von. B, L (1968). *Teoría General de los sistemas*. George Braziller. New York: s.n.
- Wiersum. K,F. (1981). *Esquema del concepto agroforestal*. En miradores en agroforesteria. Editado por K.F. Wiersum. Holanda: Universidad agrícola de wageningen.

Anexos

Anexo A. Ficha de diagnóstico aplicada en campo para el estudio

TIPIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONALES DE CACAO

(*Theobroma cacao* L), EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO.

1. DATOS BASICOS

Nombre del propietario de la finca: _____ Cedula: _____

Zona: _____ Vereda: _____ Celular: _____

2. Variables evaluadas para la tipificación de las fincas productoras de cacao en el municipio de Tumaco.

Variable	Código	Modalidad
Área total de la finca (AF)	1	1 – 3 ha ⁻¹
	2	3.5 – 6 ha ⁻¹
	3	>7 ha ⁻¹
Área en cacao (ACC)	1	1 – 3 ha ⁻¹
	2	3.5 – 6.5 ha ⁻¹
	3	> 7 ha ⁻¹
Densidad de siembra (DS)	1	<625 plantas/ha ⁻¹
	2	626 – 1.111 plantas/ha ⁻¹
	3	>1.111plantas/ha ⁻¹
Tenencia de la tierra (TT)	1	Propia
	2	Arrendada
	3	Herencia
	4	Otra
Edad de los cultivos de cacao (ECC)	1	< 18 años
	2	19 – 50 años

	3	51 – 65 años
	4	> 66 años
Producción de cacao seco (PCS)	1	< 300 kg/ha ⁻¹
	2	301 – 600 kg/ha ⁻¹
	3	601 a-1000 kg/ha ⁻¹
	4	> 1001 kg/ha ⁻¹
Costos de producción por hectárea (CPH)	1	<\$3.5 millones
	2	\$3.5 - \$7 millones
	3	>\$7 millones
Relación costo – beneficio (RCB)	1	Positiva
	2	Negativa
Mano de obra (MNO)	1	Familiar
	2	Contratada
	3	Ambos
Dependencia de insumos externos (DIE)	1	Alta
	2	Media
	3	Baja
Origen de los recursos de inversión (ORI)	1	Propia
	2	Productor Donación y crédito
	3	Productor y crédito
	4	Donación
Actividades diferentes a las de la finca (ADAF)	1	Contratista
	2	Jornalero
	3	Constructor
	4	Otros
Características Ambiental		
Área en bosque (ARB)	1	<2 ha ⁻¹
	2	2 – 3 ha ⁻¹
	3	>3.5 ha ⁻¹
Especies de sombrío (ESPS)	1	Plátano + frutales

	2	Forestales
	3	Frutales y forestales
	4	Ninguna
Uso de las especies (USE)	1	Autoconsumo
	2	Venta
	3	Intercambio por labores en la finca
Manejo del sombrío (MSO)	1	Podas de formación
	2	Poda de realce
	3	Otras
Topografía de la finca (TFI)	1	Plano o vega
	2	Colina moderada
	3	Lomas con pendiente mayor a 10%
Características Técnicas de Manejo		
Tecnología y gestión		
Variedades cacao (VARC)	1	Cacao criollo
	2	CCN 51
	3	CCN 51+ ICS 95
	4	CCN 51+ ICS95 + CACAO Criollo+ Otras variedades
	5	Otros
Tipo de poda (ACP)	1	Poda de formación
	2	Poda de mantenimiento
	3	Poda de rehabilitación
Control de malezas en el año (CM)	1	3 veces año
	2	4 veces año
	3	6 veces año
Control de enfermedades (CENF)	1	Reconoce enfermedades y realiza actividades de acuerdo al PMIE
	2	Reconoce algunas enfermedades y el manejo es parcial

	3	No reconoce las enfermedades
Periodicidad del control fitosanitario (PCFS)	1	Cada 8 días
	2	Cada 15 días
	3	Cada mes
	4	Cuando cosecha
	5	No realiza
Venta del grano de cacao seco (VGCS)	1	Organización en la vereda
	2	Comercializadora en cabecera municipal
	3	Intermediario
Registro de actividades y costos (RAC)	1	De actividades agronómica en la finca
	2	De producción
	3	De reinversión en la finca
	4	Ninguno
Características sociales		
Familiar		
Género (GEN)	1	Masculino
	2	Femenino
Edad (ED)	1	<18 años
	2	Entre 18 y 50 años
	3	Entre 50 y 65 años
	4	>De 65 años
Composición familiar (CFAM)	1	1 y 5 personas
	2	6 y 8 personas
	3	> 9 personas
Grado de escolaridad (GESC)	1	Bachiller o mas
	2	Entre 4 y 9 año de escolaridad
	3	< 3 año de escolaridad
Social		

Servicio de asesoría técnica recibida (ATYTT)	1	Fedecacao
	2	Epsagro
	3	Alcaldía de Tumaco – Umata
	4	Sena
	5	Agrosavia
	6	Programa de cooperación
	7	Asociación de agricultores
Organización comunitaria (ORGC)	1	Si
	2	No
Participación en capacitación (PCAP)	1	Constantemente
	2	Esporádicamente
	3	Nunca
Distancia a la finca (DIST)	1	<1 km
	2	Entre 1.5 a 4.5 km
	3	>5 km

 FIRMA DEL ENCUESTADOR

 FECHA