

**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE BRECHAS PRODUCTIVAS
PALMICULTORES ASOCIADOS A COOCIC EN EL MUNICIPIO DE
TAMALAMEQUE, DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Autor
DAVID SEGUNDO SÁNCHEZ REYES
CÓDIGO: 2175899

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
CAU VALLEDUPAR
2021

**CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE BRECHAS PRODUCTIVAS
PALMICULTORES ASOCIADOS A COOCIC EN EL MUNICIPIO DE
TAMALAMEQUE, DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Autor

DAVID SEGUNDO SÁNCHEZ REYES

**Informe final de pasantía, presentado como requisito para optar al título de
ADMINISTRADOR DE EMPRESAS AGROPECUARIAS**

Directores

GERMAN RICARDO PAREDES GUZMAN

Ingeniero Agrónomo

Magister en Ciencias Agrarias

ALONSO DE JESÚS AGUDELO NISPERUZA

Ingeniero Agroindustrial

Especialista en Gerencias de Proyectos

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
CAU VALLEDUPAR**

2021

CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I	8
INTRODUCCIÓN	8
1. Antecedentes	9
2. El problema	11
2.1 Formulación del problema	12
3. Justificación	12
4. Objetivos	14
4.1 Objetivo general	14
4.2 Objetivos específicos.....	14
5. Glosario.....	15
6. Marco teórico	17
7. Metodología	20
7.1 Método cuantitativo.....	20
7.2 Tipo de investigación	20
7.3 Diseño estadístico.....	21
7.3.1 Análisis de componentes principales (ACP)	21
7.3.2 Ejes del análisis de componentes principales	25
7.3.3 Circulo de correlaciones	25

7.4 Población muestra	26
7.5 Fases metodológica caracterización de productores asociados a COOCIC.....	26
7.5.1 Fase 1: Caracterización de productores	26
7.5.2 Fase 2: Solicitud de información productiva y precipitaciones	30
7.5.3 Fase 3: Procesamiento y análisis de información.....	31
7.5.4 Fase 4: Informe final	31
8. Plan de trabajo.....	32
8.1 Cronograma de actividades.	33
CAPITULO II	34
9. Descripción de la empresa	34
9.1 Constitución de COOCIC	34
9.2 Organigrama.....	34
9.3 Misión.....	35
9.4 Visión	35
9.5 Objetivos y funciones de COOCIC	35
9.5.1 Promoción y desarrollo humano, infraestructura, tecnológico y social	35
9.5.2 Servicios especiales	36
9.5.3 Mercadeo y comercialización	36
9.5.4 Servicio de mecanización de tierra.....	36
9.5.5 Asistencia técnica y transferencia de tecnología	37

10. Ubicación espacial oficinas.....	37
CAPITULO III.....	38
11. Resultado y discusión	38
11.1 Análisis de componentes principales (ACP).....	39
11.2 Rendimiento potencial material ASD (Deli x Ghana). vs rendimiento promedio asociados.	48
11.3 Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de los asociados.	49
11.4 Prácticas agronómicas con baja adopción en los asociados a COOCIC que implican la toma de decisiones.....	51
11.4.1 Componente agronómico establecimiento del cultivo.....	52
11.4.2 Componente agronómico labores culturales.....	53
11.4.3 Componente agronómico manejo nutricional.....	53
11.4.4 Componente agronómico manejo sanitario	54
11.4.5 Componente agronómico cosecha y producción	54
12. Conclusiones	55
13. Recomendaciones	57
14. Lista de referencias	58
15. Anexos	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aptitud de tierras para siembra de palma de aceite, condición climática.....	18
Tabla 2. Aptitud de tierras para siembra de palma de aceite, condiciones del suelo.....	18
Tabla 3. Manejo metodológico recolección de la información.....	27
Tabla 4. Prácticas agronómicas evaluadas en el índice de balance tecnológico.....	28
Tabla 5. Rango de calificación IBT de cultivos, según puntaje obtenido.....	29
Tabla 6. Precipitaciones promedio productores COOCIC 2015 -2020	30
Tabla 7. Cronograma de actividades caracterización productores COOCIC	33
Tabla 8. Resultados IBT por componente agronómico.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de costos 2019, para el cultivar <i>Elaeis guineensis</i>	19
Figura 2. Círculo de correlaciones	23
Figura 3. Representación simultánea.	25
Figura 4. Proceso de caracterización de productores COOCIC.....	26
Figura 5. Organigrama de COOCIC.	34
Figura 6. Ubicación espacial oficinas COOCIC.	37
Figura 7. Plano factorial de los individuos	39
Figura 8. Círculo de Correlaciones: Plano factorial de las variables.....	40
Figura 9. Contribuciones al primer eje por parte de los palmicultores.	43
Figura 10. Contribuciones al segundo eje por parte de los palmicultores	44
Figura 11. Contribuciones a la formación del primer eje: IBT componentes agronómicos	45
Figura 12. Contribuciones a la formación del segundo eje: IBT por componentes agronómicos.....	46
Figura 13. Representación simultánea entre palmicultores e IBT.	47
Figura 14. Rendimiento promedio asociados a COOCIC vs Rendimiento potencial material ASD (Deli x Ghana).....	48
Figura 15. Precipitaciones promedio vs rendimiento promedio productores asociados COOCIC.	50

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El manejo y uso adecuado de la información en las organizaciones es de suma importancia, su influencia de manera directa en la toma de decisiones es fundamental para lograr los objetivos y metas planteados por la misma. Cuando se desconocen las limitantes o debilidades se puede incursionar en errores que afectaran la productividad y el crecimiento. La Cooperativa Campesina Integral del Cesar (COOCIC), es una organización campesina con 32 años de experiencia en el sector agropecuario, está dedicada a la explotación del cultivo de palma de aceite y otros productos en el municipio de Tamalameque Cesar, su trayectoria en el tiempo indica una buena gestión y desempeño de sus asociados; Sin embargo, en los últimos años los ingresos económicos por concepto de venta de racimos de fruta fresca (RFF) han disminuido debido a varios factores, surge la necesidad de identificar las limitantes asociadas a esta problemática, de manera que se puedan adelantar acciones en el rendimiento productivo del cultivo $t.ha^{-1}$.

En la actualidad, existen mecanismos para identificar aquellos factores asociados a la disminución productiva del cultivo, el Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), desarrolló una herramienta que permite diagnosticar las brechas productivas, denominado calificación del índice de balance tecnológico en cultivos de palma de aceite, esta herramienta realiza una valoración integral con base en las condiciones deseables del cultivo. Como aporte profesional al desarrollo de la región se suscribió el convenio pasantía de cooperación interinstitucional prácticas No. 270 de 2020 entre Cooperativa Campesina Integral del Cesar (COOCIC) y la universidad Santo Tomás firmado el 13 de noviembre, su finalidad fue el diagnóstico de los factores que limitan el rendimiento productivo en $t.ha^{-1}$ de los 27 asociados que la conforman.

1. Antecedentes

La COOCIC, nace con el propósito de generar desarrollo y progreso al municipio de Tamalameque ubicado en al sur del departamento del Cesar. Fue fundada el 3 de septiembre de 1988, con 37 socios otorgándoles la permanencia jurídica el 27 de septiembre del mismo año. (Mercado, 2008. p23). En la actualidad el número de asociados es de 27 palmicultores que representan 259,5 hectáreas sembradas, que van desde 7,5 hasta 21 hectáreas por productor, material genético ASD Costa Rica, variedad (Deli x Ghana). Su objetivo principal se fundamenta en la intervención integral, que permita organizar diversos programas, de manera que resuelva y apoye las necesidades de los campesinos asociados con la explotación del cultivo de palma de aceite y otros productos. Los últimos 6 años se ha experimentado un decrecimiento en las producciones de los asociados, afectando los ingresos económicos de sus familias, este fenómeno se debe en parte a la variabilidad climática, específicamente al régimen de lluvias y otros factores relativos al manejo agronómico del cultivo. (Woittiez, et al., 2018, p25).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2019, Colombia se consolida a nivel mundial como el cuarto productor de aceite de palma, aproximadamente 546.094 hectáreas aproximadamente 4200 productores representan el 85% son de pequeña escala, organizados a través de alianzas estratégicas con el respaldo de los núcleos palmeros, El esfuerzo de los núcleos en brindar una asistencia técnica de calidad se convierte en un reto, se trata de prestar un servicio de diagnóstico, análisis y seguimiento a cada predio productor, sin embargo una visita no siempre resuelve los problemas del cultivo, en ocasiones se requiere personal especializado para temas específicos y los pequeños productores no cuentan con la facilidad económica para hacerlo, existen pocos técnicos para las extensiones de áreas cultivadas, esta

situación representa un cuello de botella para el sector y genera desventajas marcadas entre grandes y pequeños productores referente al rendimiento productivo.

El rendimiento productivo en cultivos agrícolas se define como el rendimiento obtenible en condiciones ideales, frente a resultados de cultivos en condiciones reales. Ruiz, (2017) afirma que **“la importancia del estudio en las brechas de rendimiento radica en el hecho de que a partir de su determinación es posible identificar factores asociados a su existencia. Es decir, factores que condicionan el rendimiento”**(p.27). Obteniendo información detallada de las causas, es posible diseñar estrategias enfocadas a incrementar la producción del cultivo, y de esta manera cerrar las brechas de producción.

Fairhurst, (2016) manifiesta la necesidad de identificar y eliminar las brechas de productividad en el cultivo de palma de aceite, sector que enfrenta grandes desafíos, uno de ellos es la creciente demanda del mercado bajo las exigencias de un producto sostenible desde el eje ambiental y social; **“La productividad actual en la palma de aceite es resultado de las prácticas de manejo implementadas durante los 3-4 años anteriores, ya que la inflorescencia se tarda unos 36 a 40 meses desde el inicio de su formación hasta la cosecha”**(p.41). La anterior afirmación significa que la formación de racimos se gesta bajo condiciones edafoclimáticas donde se encuentra el cultivo y un manejo agronómico adecuado.

Es importante evidenciar los puntos críticos que limitan el rendimiento del cultivo, una alternativa viable es un diagnóstico, Franco Bautista, Arias Arias, & Beltrán Giraldo, (2012) en su guía calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite afirman que un diagnóstico es un **“proceso sistemático que consiste en obtener y evaluar objetivamente evidencias sobre el nivel tecnológico del manejo agronómico del cultivo en producción, con el**

fin de determinar el grado de correspondencia entre dicho nivel y las condiciones deseables del cultivo” (p.33).

2. El problema

Tamalameque es un municipio ubicado al sur del departamento del Cesar, cuenta con 51.131 hectáreas, de las cuales el 48% se destinan a la producción pecuaria, 11% a la explotación agrícola, en cultivos como palma de aceite, arroz, maíz, yuca y pancoger 16% a complejos de agua, 19% reserva forestal y 6% improductivo. (Alcaldía Municipal de Tamalameque, 2018). El municipio cuenta con 3000 hectáreas sembradas en palma de aceite, de las cuales COOCIC posee 259,7 hectáreas sembradas del año 2006, distribuidas en las veredas Los Naranjos, Alianzas, Las palmas y Totumito; la venta de RFF a la extractora Palmariaguaní, ubicada en el municipio de Bosconia Cesar, el principal ingreso de sus asociados, quienes han experimentado un decrecimiento en sus utilidades debido a la volatilidad de precios y bajos rendimientos obtenidos durante los últimos 6 años. EL rendimiento productivo de la cooperativa para el año 2020 fue de 14,45 t.ha⁻¹, cifra muy similar al promedio registrado en 2019 de 14,42 t.ha⁻¹ para la zona norte.

Franco, et al., (2012), manifiesta que siembras mayores a 7 años en la zona norte deben tener un rendimiento productivo de 30 t.ha⁻¹ en condiciones deseables. Según Fedepalma, existen brechas en el rendimiento productivo entre grandes y pequeños productores, aproximadamente 7 toneladas de racimos de fruta fresca por hectárea. (Fedepalma, 2010). Los bajos rendimientos están asociados en su gran mayoría a la falta de adopción de tecnologías, la literatura reporta que la incorporación de nuevas tecnologías, en sus etapas iniciales presenta bajas tasas de éxito, sin embargo, su éxito posterior se da en aquellos productores que las comprenden, entienden sus riesgos y las aplican oportunamente, como también difunden sus beneficios (IICA, 2015). Muchas

veces los pequeños productores no adoptan nuevas tecnologías por su desconomiento y falta de estrategias claras en la asistencia técnica de los núcleos palmeros.

Para identificar las brechas de productividad se hace necesario un diagnóstico de las condiciones agronómicas en los cultivos de los asociados, surge la siguiente pregunta:

2.1 Formulación del problema

¿De qué manera las brechas de productividad inciden en la producción afectando el rendimiento de los palmicultores asociados a la Cooperativa Campesina Integral del Cesar – COOCIC?

3. Justificación

El sector palmero en Colombia; enfrenta grandes desafíos, pretender una palmicultura única y diferenciada indica una producción sostenible desde lo económico, lo social y lo ambiental. El primer paso es garantizar un rendimiento óptimo en toneladas por hectárea, para ello es necesario identificar las brechas productivas, definiendo una línea base, o línea de partida según la condición del cultivo. Fedepalma, ha planteado una meta para el año 2023, de 5 toneladas de aceite de palma crudo (APC) por hectárea, esto requiere una producción media de 24 toneladas RFF por hectárea año, a nivel grupal los asociados a COOCIC, presentan un promedio de 14,4 t.ha⁻¹ para el año 2020, lo anterior significa una brecha de 9,6 t.ha⁻¹ para alcanzar el objetivo propuesto por la Federación.

El requerimiento de los mercados internacionales en estándares de sostenibilidad ha obligado al sector a diseñar estrategias y garantizar un producto responsable desde su origen, para ser competitivos se debe mejorar los rendimientos productivos y su estructura de costos.

Fedepalma también impulsa el consumo local de aceite de palma colombiano, bajo el lema “aceite de palma 100% Colombiano”, con la estrategia busca aumentar el consumo del aceite en los hogares y el incremento de mezcla en el biodiesel con el programa B30, según el gremio se lograría un impacto económico, social y ambiental en los 21 departamentos productores de palma de aceite. (González, 2020).

El programa B30, es la apuesta de Fedepalma con el apoyo del gobierno nacional en aumentar la mezcla de biocombustibles al 30%, se espera generar 200 mil nuevos empleos en la zona rural, beneficiando los 21 departamentos y 144 municipios donde se desarrolla el cultivo de palma de aceite, el programa también busca fortalecer el mercado nacional, sin descuidar el mercado extranjero.

Con la identificación de las brechas productivas en los asociados a COOCIC, a través del índice de balance tecnológico (IBT), se busca implementar estrategias de carácter agronómico en el manejo del cultivo, logrando aumentar el rendimiento productivo en $t.ha^{-1}$ y los ingresos económicos, lo que redundará en mayor grado de competitividad dentro del sector.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Determinar las de brechas de productividad en los palmicultores asociados a la Cooperativa Campesina Integral del Cesar – COOCIC.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar los productores asociados a COOCIC, a través del índice de balance tecnológico (IBT).
- ✓ Fortalecer la aplicación del instrumento IBT, con el rendimiento productivo en t.ha¹ año 2020 y las precipitaciones registradas durante los últimos 6 años de los productores asociados a COOCIC, ubicados en el municipio de Tamalameque.
- ✓ Generar información para la toma decisiones en el manejo agronómico del cultivo palmicultores asociados a COOCIC.

5. Glosario

- ✓ **ACP:** Análisis de componentes principales.
- ✓ **Altimetría:** La altimetría estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura, o “cota”, de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia, y de esta manera obtener el relieve de un determinado terreno. (Botia, Vargas, & Rincón, 2011).
- ✓ **APC:** Aceite de palma crudo.
- ✓ **Biocombustibles:** Son combustibles derivados de materias orgánicas, generalmente de biomasa, materias vegetales y estiércol de animales.
- ✓ **Brechas de productividad:** Diferencia marcada en el rendimiento productivo entre productores de gran escala y pequeños productores, los cuales no responden al ritmo y agilidad de adaptación a nuevas tecnologías y necesidades del mercado; estas brechas se miden en t/ha/año.
- ✓ **CENIPALMA:** Centro de Investigación en Palma de Aceite.
- ✓ **Cooperativa campesina:** Son organizaciones asociativas sin ánimo de lucro, propenden por el desarrollo de las regiones y son los asociados los aportantes y gestores de la organización.
- ✓ **Cultivar ASD Costa Rica (Deli x Ghana):** Material genético de origen africano y mejorado por la casa comercial Costa Rica, existen varios cultivares, se destacan los cruces Deli x Ghana y Deli x Nigeria.
- ✓ **Edafoclimático:** Factores asociados a condiciones de clima y suelo (precipitaciones, condiciones físicas y químicas del suelo, horas luz, etc.)
- ✓ **FEDEPALMA:** Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

- ✓ **FLIPA:** Fondo Latinoamericano de Innovación en Palma de Aceite.
- ✓ **IBT:** Índice de balance tecnológico, indicador que evalúa el grado de adopción tecnológica en el cultivo de palma de aceite con base en una condición deseable y utiliza una escala de 1 a 100. (Franco, et al., 2012)
- ✓ **Marchitez Letal (ML):** Enfermedad de importancia económica en la palmicultura colombiana, ha sido reportada en la zona oriental y central, se considera como vector de la enfermedad un insecto denominado *Haplaxius crudus*.
- ✓ **Núcleo palmero:** Organización efectiva de una planta de beneficio, con sus cultivos propio, socios y alianzas productivas, propende por la relación gana - gana entre la planta de beneficios y su base de suministros (Hinestroza, 2020).
- ✓ **Pestalotiopsis:** Enfermedad que afecta el área foliar de las palmas y puede ocasionar perdidas en la producción hasta de un 40%.
- ✓ **Planimetría:** Consiste en la medición de áreas y su representación en planos.
- ✓ **Pluviómetro:** Instrumento que mide la cantidad de lluvia que cae, en determinado lugar en un espacio de tiempo, el agua almacenada en él se mide en milímetros por metro cuadrado.
- ✓ **Pudrición de Cogollo (PC):** Enfermedad causada por el microorganismo *Phytophthora palmivora*, quien afecta los tejidos internos del cogollo de la planta y genera la entrada de otros microorganismos causantes de las pudriciones.
- ✓ **RFF:** Racimos de fruta fresca.
- ✓ **Sostenibilidad:** Manejar de forma responsable y segura los recursos que intervienen en un proceso productivo, de manera que se garanticen todas las condiciones para las futuras generaciones.

- ✓ **UMA:** Unidades de manejo agronómico.

6. Marco teórico

La palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq, tiene sus orígenes en África Ecuatorial, específicamente en las costas del Golfo de Guinea, es un cultivo de tardío rendimiento; su ingreso al continente Americano se dio aproximadamente en el siglo XVI por comerciantes y colonizadores de esclavos, quienes usaban el fruto de la palma de aceite en su dieta alimenticia. Las primeras plantas ingresaron a Colombia en 1932, por el señor Florentino Claes con fines ornamentales para algunos pueblos de la región Amazónica y la estación agrícola en Palmira, Valle del Cauca. Posteriormente en 1945 la multinacional “United Fruit Company” se interesó en su siembra, en el lugar de Honduras ubicado en el departamento del Magdalena. (Mujica Granados, Torres, & Vargas Esparza, 2010).

Uno de los principales motivos de la siembra de palma de aceite en Colombia fue los altos rendimientos obtenidos por unidad de superficie, de acuerdo con Fedepalma, (2020) Colombia cuenta con 559,582 hectáreas sembradas, el 86,8% se encuentra en etapa productiva y el 13,1% en etapa de desarrollo; La zona norte cuenta con 131,936 hectáreas sembradas, de las cuales 90,7% se encuentra en etapa productiva y 9,3% en etapa de desarrollo. Las condiciones agroclimáticas del país favorecen el desarrollo del cultivo a gran escala, para Munévar M., (2004), las tierras con aptitud deseables deben tener una precipitación entre 2.500 – 3.500 mm/año, radiación solar 13-15 MJ/m²/día, temperatura media anual entre 25 -29°C, pendientes inferiores al 4% y ningún riesgo de inundación. A continuación, se presenta la aptitud de suelos y los requerimientos climáticos para el establecimiento del cultivo (Tabla 1).

Tabla 1*Aptitud de tierras para siembra de palma de aceite, condición climática.*

Clase de aptitud Limitación	Apta		Moderada	Marginal	No apta
	Ninguna	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
Precipitación (mm)	2,500 - 3,500	1.700 - 2500 3.500-4.000	1.450 - 1.700 4.000 - 5.000	1.250-1.450 5.000-6000	<1.250 >6.000
Periodo seco (menos de 100 mm(mes))	ninguna	1	1-2	2-3	>3
Radiación solar (MJ/m2/día)	13 -15	11-13 15-17	9-11 17-19	7-9 19-21	>7 >21
Temperatura media anual (°C)	25-29	22-25 29-32	20-22 32-35	10-20 35-37	<16 >37
Pendiente (%)	0 - 4	4 -12	12-23	23-38	>38
Pendiente (grado)	0-2	2-6	6-12	12-20	>20
Clase de drenaje	Moderado a bueno	Bueno a excesivo	Excesivo o pobre	Excesivo o pobre	Excesivo o muy pobre
Riesgo de inundación	Ninguno	Ninguno	Ligero	Moderado	Alto

Fuente: Munévar M., (2004)

Otros parámetros para la selección de tierras son las propiedades físicas y químicas del suelo, indispensables en el desarrollo fisiológico y rendimiento productivo, estas condiciones determinan en gran proporción los costos de producción (Tabla 2).

Tabla 2*Aptitud de tierras para siembra de palma de aceite, condiciones del suelo.*

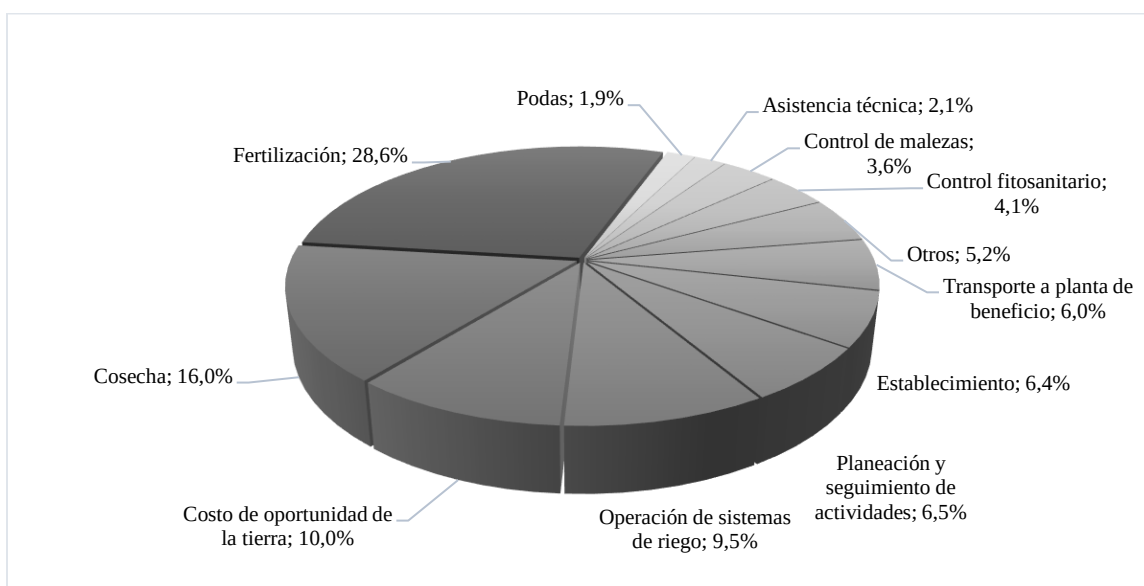
Clase de aptitud Limitación	Apta		Moderada	Marginal	No apta
	Ninguna	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
Condiciones físicas					
Textura	FAn, F. FL**	FAC, FACL	FACAn, AnF.	AcL, Ac	An, Ac
Profundidad efectiva (cm)	>100	AcAn	AcL, AcAn	turba	grava
Espesor capa orgánica (cm)	-	75-100 0-50	50-75 50-200	25-50 200-300	<25
Condiciones químicas					>300
CIC efectiva (cmol kg ⁻¹)	>24	16-34	<16	-	-
Saturación de bases horizonte A (%)	>50	35-50	<35	-	-
Carbono orgánico en horizonte A (%)	1,5-2,0	>2 o <1,5	-	-	-
Salinidad a 50 cm de profundidad (dSm ⁻¹)	0-1	1-2	2-3	3-4	>4

Fuente: Munévar M., (2004).

Cenipalma, (2019) viene desarrollando un aforo en las cuatro zonas palmeras del país en la composición de la estructura de costos para la producción de *Elaeis guineensis*, como metodología se estiman los costos de producción en las fases del cultivo y la extracción, la información del aforo es de referencia e indicativa. Para 2019 se estimó el costo total de manejo por \$ 290.688/hectárea y el costo de producción de una tonelada de aceite de palma crudo en \$ 1.498.477. La figura 1 muestra la distribución de la estructura de costos en 2019.

Figura 1

*Estructura de costos 2019, para el cultivar *Elaeis guineensis*.*



Fuente: Mosquera Montoya, y otros, (2020).

Generalmente, en los costos de producción los mayores porcentajes se ubican en fertilización, cosecha, costo de oportunidad de la tierra, operación de sistemas de riego y el seguimiento de actividades. En cuanto a los rendimientos productivos, la palmicultura colombiana viene regazada los últimos 5 años, manejando una media nacional de $15,46 \text{ t.ha}^{-1}$, algunos factores asociados a esta problemática es la variabilidad climática, aspectos fitosanitarios como Pudrición de Cogollo (PC) en la zona norte y Marchitez Letal (ML) en la zona oriental.

Finalmente, el requerimiento nutricional del cultivo va en función de la edad y las condiciones agroclimáticas donde fue establecido.

7. Metodología

7.1 Método cuantitativo

Tradicionalmente uno de los métodos más usados para las investigaciones debido a que utiliza cifras o números para estudiar un fenómeno y expresar el problema de la investigación. Hernández, Fernández y Baptista (2012), indican que una investigación cuantitativa ***“Usa la recolección de datos para probar hipótesis con base a medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”*** (p.4).

La selección del método cuantitativo parte del tipo de información a recolectar; con la aplicación del IBT se miden 5 variables o componentes agronómicos, asignándoles valores según el grado de cumplimiento en cada práctica, posteriormente se totalizan y se analizan a través de un método estadístico.

7.2 Tipo de investigación

La investigación realizada es de carácter descriptiva y correlacional, se centra en recolectar información de un grupo de variables y determinar la relación entre ellas en un tiempo, como afecta la adopción de tecnología en cada variable la producción de cada productor asociado a COOCIC, según Hernández, et al., (2012) ***“el diseño transversal correlacionales – causas describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto”***(p.155). Por otra parte, las causas – efectos ya ocurrieron o están sucediendo en el desarrollo del estudio, y quien realiza el diagnostico los observa y los reporta.

Para la recolección de información se utilizó las técnicas de entrevista al productor y observación a las condiciones del cultivo. Cauas, (2006) manifiesta que la entrevista constituye *“una técnica de recolección de información que utiliza la interacción verbal entre un entrevistador y un entrevistado”* (p.49). Mientras que la observación permite mirar, detallar y registrar información clave de los procesos y actividades que se realizan en el cultivo, utilizando el instrumento IBT, cuestionario que consta de 119 preguntas, distribuidas en 5 componentes agronómicos del cultivo como: 1) Establecimiento del cultivo, 2) Labores culturales, 3) Manejo nutricional, 4) Manejo sanitario y 5) Cosecha y producción.

7.3 Diseño estadístico

Desde el punto de vista estadístico, se propone un análisis de componentes principales, con el objetivo de observar el comportamiento de los distintos factores relacionados con el cultivo de palma de aceite en los productores asociados a COOCIC. El análisis de los datos se realizó con el software estadístico Rstudio, versión 4.04 licencia gratuita. Visitar enlace: (<https://rstudio.com/products/rstudio/download/>).

7.3.1 Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales es una técnica estadística de representación de los datos, busca interpretar las relaciones entre variables e individuos conformados en una matriz de datos. El método, permite reducir la dimensionalidad de los datos. En este sentido, el análisis de componentes principales busca representar un conjunto de datos que tiene cierto número de variables (digamos p variables), en un conjunto con q variables latentes. ($q < p$).

Este análisis, utiliza el concepto de “inercia”, el cual, es la variación explicada existente en todas las variables. La idea principal, consiste en maximizar dicha inercia, para lograr una mejor

representación. A partir de dicha inercia, se obtienen los componentes principales, las cuales, son las q variables latentes (Lebart & Piron, 1995).

El conjunto de datos original, que denotaremos como X , se puede estandarizar, lo cual, implica que, se trabaja con las correlaciones existentes entre las variables. La estandarización, se realiza a cada variable, usando el proceso de estandarización que se aplica en una distribución Normal. A ese conjunto de datos estandarizado, se le denota como Z . Así, la maximización de la inercia, partiendo del Teorema de Pitágoras, tiene el siguiente procedimiento:

$$O\psi_i = Zu = \sum_{j=1}^p z_{ij}u_j$$

Aquí, $O\psi_i$ corresponde a la proyección ortogonal de la i -ésima variable latente y el origen de coordenadas, el cual, corresponde al “centro de gravedad”, es decir, los promedios de cada variable en los datos originales. Este proceso corresponde al análisis de los individuos.

Por el Teorema de Pitágoras, se tiene que:

$$\sum_{i=1}^n Z_i\psi_i^2 = \sum_{i=1}^n OZ_i^2 - \sum_{i=1}^n O\psi_i^2$$

En la ecuación, $\sum_{i=1}^n O\psi_i^2$ es la expresión a maximizar, es decir:

$$\max \sum_{i=1}^n O\psi_i^2 = \max u'Z'NZu$$

Mediante el método de multiplicadores de Lagrange, se llega a un sistema de valores y vectores propios, de modo que:

$$Z'NZu = \lambda u$$

Donde u es un vector unitario, es decir, $u'u = 1$ y es el vector propio asociado al valor propio λ . $Z'NZ$ es una matriz diagonalizable, y a partir de dicha matriz, se llega a la expresión que se tenía anteriormente, es decir:

$$\psi_{n \cdot p} = Z_{n \cdot p} u_{p \cdot p}$$

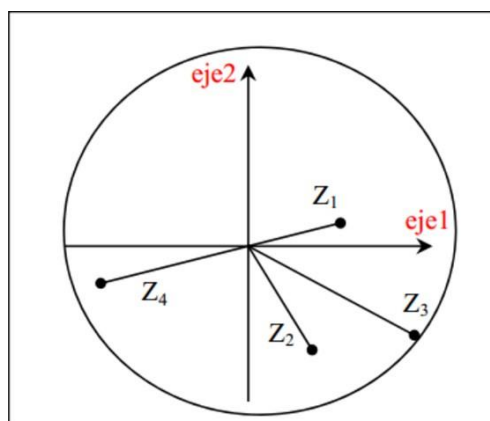
Que son los Componentes Principales. De forma análoga, para el análisis de las variables, se obtienen las Componentes Principales:

$$\varphi_{p \cdot n} = Z'_{p \cdot n} v_{n \cdot n}$$

En el análisis de las variables, los componentes principales toman valores entre -1 y 1, por lo que, las variables, se grafican en un círculo de correlaciones. Este círculo de correlaciones muestra que, si las variables apuntan a la misma dirección, y están alejadas del centro, tienen mejor representación en alguno de los ejes del plano, y tienen relación positiva (Figura 2).

Figura 2

Círculo de correlaciones



Fuente: Lebart & Piron, (1995).

Una vez que se realizan las estimaciones de las componentes, se forman planos cartesianos, también llamados planos factoriales, para individuos y variables, los cuales, pueden interpretarse, de acuerdo con su posición en el plano. Para ello, existen cálculos a través de los componentes estimados, que sirven como ayuda para interpretar lo que sucede en los planos. Uno de esos

cálculos, es la contribución a la formación de los ejes factoriales, estas contribuciones, se calculan para individuos y para variables, a partir de los componentes. Así, la contribución de los individuos tiene la siguiente forma:

$$CTR_1(i) = \frac{\psi_{i1}^2}{\lambda_1}$$

La expresión anterior, es la contribución del individuo i a la formación del eje 1 del plano, calculada a partir de la primera componente principal asociada al individuo i y el primer valor propio asociado a dicha componente. De forma análoga, se tiene la contribución del individuo i a la formación del eje 2:

$$CTR_2(i) = \frac{\psi_{i2}^2}{\lambda_2}$$

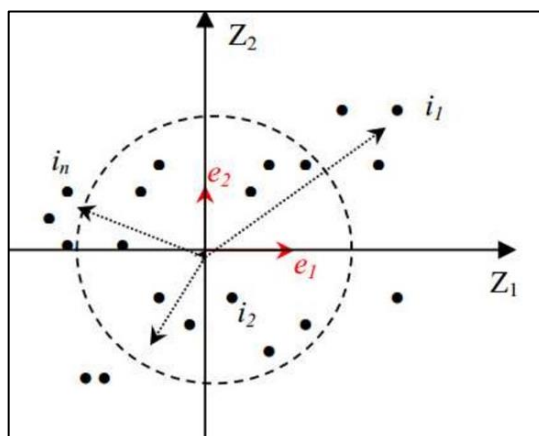
Cuanto más alto es el valor de la contribución, más lejos estará el individuo del origen de coordenadas del plano cartesiano y más cerca del eje correspondiente. En el caso de las variables, se calculan las contribuciones así:

$$CTR_1(j) = \frac{\varphi_{j1}^2}{\lambda_1}$$

$$CTR_2(j) = \frac{\varphi_{j2}^2}{\lambda_2}$$

Las contribuciones, ayudan a interpretar los planos cartesianos, de forma que, se puede observar cómo se comportan los individuos respecto a otros, y respecto a las variables. En el análisis de Componentes Principales, se puede analizar de manera conjunta, individuos y variables, mostrando el comportamiento de los individuos respecto a las variables medidas, usando una representación simultánea (Figura 3).

Figura 3
Representación simultánea.



Fuente: Lebart & Piron, (1995).

7.3.2 Ejes del análisis de componentes principales

Se interpretan como factores y cada factor corresponde a una dimensión, un factor es una combinación lineal de las variables iniciales, y todos los factores son no correlacionados, los factores interpretan la variabilidad de los datos en porcentaje y se representan en orden descendente. Es decir, factor = dimensión ACP = eje ACP.

7.3.3 Círculo de correlaciones

El círculo de correlaciones muestra una proyección de las variables iniciales en el espacio factorial. Cuando dos variables están lejos del centro existen diferentes interpretaciones: si está cerca una de la otra están positivamente correlacionadas, si están ortogonales significa que no están correlacionadas, cuando las variables están cerca del centro quiere decir que no aportan información significativa a las variables que conforman el espacio factorial. El círculo correlacional presenta una proyección de las variables iniciales en el plano factorial.

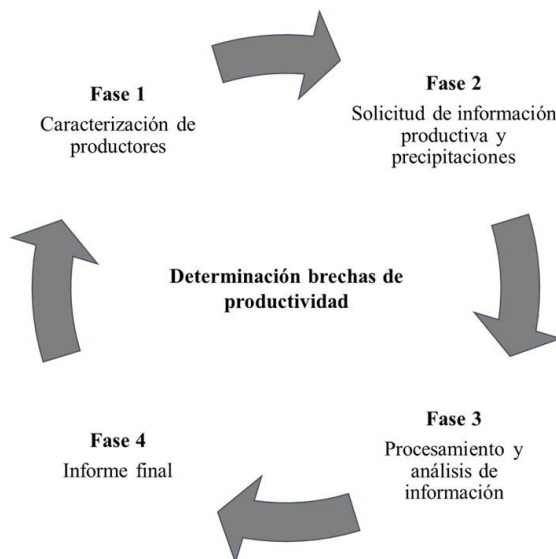
7.4 Población muestra

La población de la propuesta son 27 productores asociados a COOCIC, quienes están ubicados en el municipio de Tamalameque Cesar, en las veredas Los Naranjos, Alianzas, Las palmas y Totumito. Se utilizó el IBT, con base a los criterios técnicos para cada práctica según el componente agronómico. El IBT corresponde al porcentaje asociado con base al puntaje global obtenido a partir de las prácticas evaluadas. De acuerdo con la tabla 5, se categoriza el IBT en rangos de aplicación y se otorga el porcentaje obtenido para cada componente agronómico.

7.5 Fases metodológica caracterización de productores asociados a COOCIC.

Figura 4

Proceso de caracterización de productores COOCIC.



Fuente: Elaboración propia, (2020).

7.5.1 Fase 1: Caracterización de productores

Se aplicó el cuestionario de calificación índice de balance tecnológico IBT, (Anexo 1) expuesto en la guía calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite; el cual permite diagnosticar y valorar cada proceso dentro del cultivo. (Franco, et al., 2012).

Tabla 3*Manejo metodológico recolección de la información.*

Instrumento	Fuente de información	Mecanismo de recolección	Método de análisis
Índice de balance tecnológico IBT	Entrevista a 27 productores asociados a COOCIC	Cuestionario elaborado con base en la guía calificación del nivel tecnológico en las plantaciones de palma de aceite (Franco, et al., 2012).	Análisis de componentes principales (ACP)

Fuente: Tomado y Adaptado de Ruiz, (2017).

Para calcular la adopción de tecnología en cultivos de palma de aceite, el IBT se constituye según Cenipalma en una herramienta clave para determinar las brechas productivas, consiste en medir los cinco procesos básicos del cultivo como 1) Establecimiento del cultivo, 2) Labores culturales, 3) Manejo nutricional, 4) Manejo sanitario y 5) Cosecha y producción. El IBT evalúa cada una de las prácticas agronómicas involucradas en el cultivo, con base en los criterios técnicos establecidos, una práctica puede tener una puntuación máxima, intermedia o baja según lo muestre la evidencia en campo, la Tabla 4 presenta los componentes agronómicos evaluados en cada fase del cultivo. El cuestionario dispuesto para el diagnóstico IBT (Anexo 1), consta de 119 preguntas las cuales se distribuyen en las cinco fases del cultivo, se aplicó a cada uno de los 27 productores asociados a COOCIC, a través de entrevista al productor y observación al cultivo, donde se evidencio el cumplimiento de cada criterio expuesto en el instrumento. Finalmente se asignó el puntaje obtenido en cada práctica de acuerdo a las fases agronómicas, calificación actual - calificación máxima posible de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\text{Índice Balance Tecnológico} = \frac{\text{Calif. Actual}}{\text{Calif. máxima}} * 100$$

La calificación obtenida reflejará el grado de adopción por práctica denominado IBT, los valores por debajo de 100 se consideran críticos (Tabla 5).

Tabla 4

Prácticas agronómicas evaluadas en el índice de balance tecnológico.

Fases agronómicas	Calificación máxima de fase	Componente agronómico evaluado	Calificación		
			Máximo	Intermedio	Bajo
Establecimiento del cultivo	20	Estudios de caracterización de suelos y condiciones climatológicas	2	-	0
		Estudios topográficos	2	1	0
		Diseño de sistemas de riego y/o drenajes	6	3	0
		Diseño de Unidades de Manejo Agronómico (UMA)	3	1,5	0
		Preparación de suelos	4	2	0
		Establecimiento de leguminosas	3	1,5	0
Labores culturales	10	Limpieza de platos	3	1,5	0
		Limpieza de interlíneas	1	0,5	0
		Poda	2	1	0
		Disposición de hojas podadas	2	1	0
		Mantenimiento de infraestructura	2	1	0
Manejo nutricional	30	Toma de muestras foliares	4	2	0
		Toma de muestras de suelos	5	2,5	0
		Censo de producción	5	2,5	0
		Eficacia de la fertilización	6	-	0
		Fraccionamiento de la fertilización	4	2	0
		Época de la fertilización	4	-	0
		Medición del crecimiento vegetativo	2	-	0
Manejo sanitario	25	Censo y seguimiento de plagas y enfermedades	10	5	0
		Oportunidad de control de plagas y enfermedades	10	5	0
		Calidad del follaje	2,5	1,25	0
		Área foliar	2,5	-	0
Cosecha y producción	15	Criterio y ciclo de cosecha	3	1,5	0
		Recolección de fruto	3	1,5	0
		Calidad del fruto cosechado	3	1,5	0

	Producción	6	3	1
Puntos totales	100		100	

Fuente: Franco, et al., (2012).

Tabla 5

Rango de calificación IBT de cultivos, según puntaje obtenido

Puntaje	Calificación
Inferior a 50	Deficiente
50 a 60	Regular
60 a 70	Aceptable
70 a 90	Bueno
Mayor a 90	Excelente

Fuente: Franco, et al., (2012).

El IBT general es el resultado de los cinco procesos evaluados, la sumatoria de los cinco divididos en 100 puntos posibles.

Este puntaje final permitirá ubicar al productor en la escala cualitativa de la Tabla 5. Para más información remitirse a la guía de Franco, et al., (2012)

7.5.2 Fase 2: Solicitud de información productiva y precipitaciones

La cooperativa cuenta con datos históricos referente a productividad y precipitaciones de los asociados, a partir del año 2009 el departamento agrónomo recolecta la información de cosecha y producción reportada por los productores en la báscula de la extractora Palmariaguaní, ubicada en el corregimiento de Pasa Corriendo.

Los datos de precipitaciones corresponden a los eventos ocurridos durante un periodo de tiempo, es decir un año, en este aspecto la cooperativa ubicó en zonas estratégicas los instrumentos denominados pluviómetros para la recolección de los datos, las zonas corresponden a fincas de los productores, quienes registran la información y la reportan al ingeniero agrónomo. La tabla 6 presenta el promedio de las precipitaciones registradas del año 2015 a 2020, expresado en milímetros (mm).

Tabla 6

Precipitaciones promedio productores COOCIC 2015 -2020

Mes /Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	0	49	0	40
Febrero	0	0	0	0	7	15
Marzo	29	18	97	40	92	45
Abril	91	98	37	168	134	47
Mayo	81	156	342	291	314	65
Junio	12	138	194	46	86	141
Julio	95	99	165	96	10	79
Agosto	45	140	151	93	204	336
Septiembre	133	164	183	24	153	321
Octubre	187	296	119	346	169	213
Noviembre	22	90	133	62	49	181
Diciembre	10	31	101	10	0	85
Total precipitaciones (mm)	705	1230	1522	1225	1218	1568

Fuente: COOCIC, (2020).

El requerimiento hídrico del cultivo debe ser mayor a 2000 mm/año, con distribuciones mensuales superiores a 100 mm, de no cumplirse esta condición es necesario aplicar riego para compensar el desbalance (Arias, y otros, 2009).

Según los datos de la tabla 6, los productores registran un déficit hídrico durante 5 meses de noviembre a marzo, situación que afecta el estado fisiológico y productivo del cultivo. Esta información fue solicitada para apoyar la aplicación del IBT y determinar mejor las brechas de producción.

7.5.3 Fase 3: Procesamiento y análisis de información

Al finalizar las fases anteriores, se realiza el análisis de la información recolectada, en esta fase se determina los IBT de cada componente agronómico por productor, de acuerdo con los puntajes obtenidos en cada práctica evaluada. Estos datos son interpretados a través del software estadístico Rstudio por el método “análisis de componentes principales”; este método utiliza el concepto de “inercia”, el cual, es la variación explicada existente en todas las variables. La idea principal, consiste en maximizar dicha inercia, para lograr una mejor representación de los datos.

Finalmente se determina el rendimiento histórico productivo global de los asociados y se compara con el rendimiento potencial del material genético ASD ((Deli x Ghana) en condiciones ideales, también el rendimiento actual en t.ha¹ como se relaciona con la precipitación de los últimos 6 años.

7.5.4 Fase 4: Informe final

Elaboración del informe final con los resultados encontrados en el proceso, recomendaciones y conclusiones.

8. Plan de trabajo

El trabajo propuesto se llevó a cabo en un plazo máximo de 144 horas, como lo establece el reglamento estudiantil, a partir del 09 de diciembre de 2020 al 09 de febrero de 2021 con el apoyo del ingeniero agrónomo José Ardila Gordillo, asesor designado por la cooperativa y los docentes German Ricardo Paredes Guzmán y Alonso de Jesús Agudelo Nisperuza por la universidad. A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

8.1 Cronograma de actividades.

Tabla 7

Cronograma de actividades caracterización productores COOCIC

Fases	Actividades específicas	Responsable	Mes	Sem	Días	Jornada (8 hr)
1. Caracterización de productores	Encuesta IBT productores vereda Totumito	David Sánchez- Jose Ardila	Diciembre (2020)	S1	11	8
	Encuesta IBT productores vereda las Palmas	David Sánchez- Jose Ardila		S2	12	8
	Encuesta IBT Productores vereda los Naranjos	David Sánchez- Jose Ardila		S3	18,19, 25	24
	Encuesta IBT productores vereda Alianza	David Sánchez- Jose Ardila		S4	26	8
	1er Informe de avance	David Sánchez				
			Sub - total horas mes			48
2. Solicitud de información productores asociados a COOCIC	Solicitud y organización de información	David Sánchez - Asenet V.	Enero (2021)	S1	1, 2	16
3. Procesamiento y análisis de información	Tabulación de resultados instrumento IBT	David Sánchez		S2	8,9	16
	Análisis e interpretación de resultados IBT método ACP.	David Sánchez		S3	15,16,22,23	32
	2do informe de avances	David Sánchez		S4	29, 30	16
			Sub - total horas mes			80
4. Informe final	Informe final, recomendaciones y conclusiones.	David Sánchez	Febrero (2021)	S1	5, 6	16
			Sub - total horas mes			16
Nota: Días de la semana a realizar el cronograma de actividades viernes y sábados.			Horas totales			144

Fuente: Elaboración propia, (2020).

CAPITULO II

9. Descripción de la empresa

9.1 Constitución de COOCIC

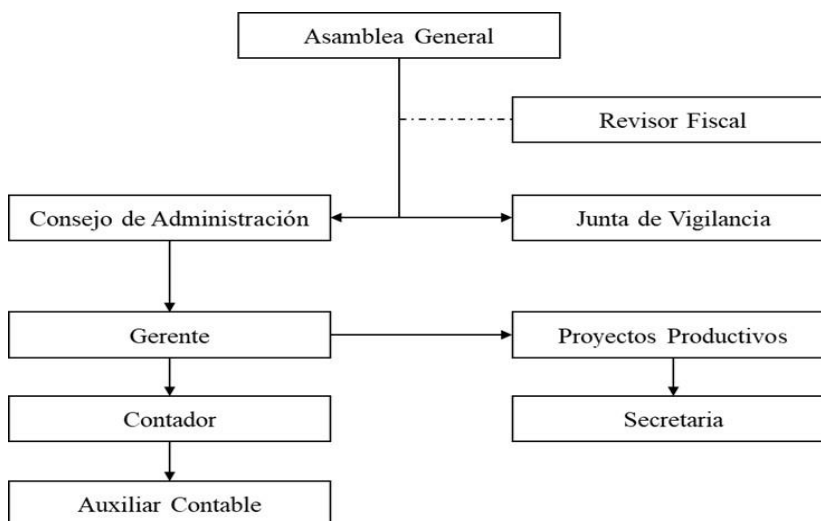
Fue fundada el 3 de septiembre de 1988, con la personería jurídica N° 1932 emanada del DANCOOP), inicialmente fue conformada por 37 agricultores, en la actualidad cuenta con 27 asociados. Esta cooperativa nace con el objetivo de atender varios programas y fortalecer la producción agroindustrial de sus asociados, en su recorrido ha participado en varios programas y proyectos con diversos actores, se destaca el proyecto de constitución de sede propia a través del Ministerio de Agricultura. (COOCIC, 2011).

9.2 Organigrama

Representa la estructura orgánica de la cooperativa, su mando secuencial y escala jerárquica de la organización, encabezado por la asamblea general, quien representa en gran parte la toma de decisiones, en compañía de su representante legal, quien hace las veces de gerente.

Figura 5

Organigrama de COOCIC.



Fuente: COOCIC, (2020).

9.3 Misión

Elevar el nivel económico, social y cultural de los asociados y sus familias campesinas, de su grupo familiar base de nuestro relevo generacional y la comunidad en general, para lo cual ejecutará programas y proyectos productivos que generen empleo, desarrollo tecnológico del campo, facilite el acceso al consumo responsable y el suministro y mercadeo de productos agrícolas de calidad, la transformación de materias primas para darles un valor agregado, brindar servicios de mecanización de suelos a los productores, brindar asesoría organizativa y empresarial a otros grupos, capacitación, asistencia técnica, agrícola y pecuaria, buscar el acceso al mercado justo, trabajando en red y promoviendo alianzas estratégicas productivas con incidencia en el desarrollo social y económico de nuestro municipio y la región del sur del Cesar (COOCIC, 2011).

9.4 Visión

Nuestra visión es ser gestores y actores de un nuevo modelo de desarrollo social alternativo, seremos una empresa de economía solidaria, de gran impacto regional en lo social y económico regional con reconocimiento nacional. Seremos una empresa de economía social y solidaria modelo y piloto en materia administrativa, productiva, económica y social (COOCIC, 2011).

9.5 Objetivos y funciones de COOCIC

9.5.1 Promoción y desarrollo humano, infraestructura, tecnológico y social

- ✓ Promocionar los proyectos y programas que adelanta la Cooperativa en todos los campos.
- ✓ Propiciar la vinculación de nuevos asociados.
- ✓ Organizar actividades tendientes a mejorar los niveles de participación de los asociados.

- ✓ Elaborar diagnóstico de la problemática que afecta a los asociados sobre vivienda, salud y educación etc.
- ✓ Presentar alternativas de solución a los problemas encontrado en los asociados.
- ✓ Impulsar la renovación tecnológica al interior de COOCIC y elaborar proyectos tendientes a mejorar la infraestructura física de la sede de COOCIC.

9.5.2 Servicios especiales

- ✓ Establecer para los asociados los servicios de asistencia legal, medica, farmacéutica, hospitalaria y pequeñas cirugías.
- ✓ Organizar programas de protección colectiva: Seguro de vida, servicios fúnebres y otros.
- ✓ Organizar programas recreativos y campañas preventivas en salud.

9.5.3 Mercadeo y comercialización

Esta sección tendrá como objetivo principal la organización de todo el equipo humano, técnico e infraestructura requerida para desarrollar la compra y venta de los productos que produzcan los asociados en los proyectos que se están ejecutando. Esta sección estará bajo la responsabilidad directa del área de mercadeo de COOCIC la cual contará con un equipo de personas capacitadas para recibir los productos de los asociados para su comercialización mediante la figura de consignación de productos. Todo producto recibido de los asociados tendrá un tiempo mínimo y máximo para su liquidación que oscilará entre 15 y 45 días COOCIC, (2011).

9.5.4 Servicio de mecanización de tierra

- ✓ Brindar a los asociados y no asociados pequeños productores de la región un oportuno servicio de mecanización de tierras.

- ✓ Fomentar la implementación de nuevas tecnologías en materia de mecanización de tierra utilizando nuevos implementos como el arado de cincel, el rastrillo vibratorio, la sembradora neumática de precisión, la grada rotativa y otros.

9.5.5 Asistencia técnica y transferencia de tecnología

- ✓ Organizar un departamento técnico que permita a COOCIC garantizarles a los asociados un servicio de asistencia técnica acorde a las actividades que estén realizando.

El departamento técnico será soporte fundamental para la toma de decisiones administrativas sobre las inversiones que se vayan a realizar en los proyectos. Esta sección trabajará mancomunadamente con la sección de producción buscando con ello elevar la productividad de los asociados COOCIC, (2011).

10. Ubicación espacial oficinas

Las oficinas se encuentran en el municipio de Tamalameque, Cesar en la dirección, Calle 5 # 2-56.

Figura 6

Ubicación espacial oficinas COOCIC.



Fuente: Google Earth, (2021).

CAPITULO III

11. Resultado y discusión

Con base en el planteamiento metodológico, se muestran los resultados obtenidos a partir del IBT respecto a los 5 componentes agronómicos estudiados.

Tabla 8

Resultados IBT por componente agronómico.

PRODUCTOR	ABREVIATURA	ÍNDICE DE BALANCE TECNOLÓGICO POR COMPONENTE AGRONÓMICO				
		ESTABLECIMIENTO	LABORES CULTURALES	MANEJO NUTRICIONAL	MANEJO SANITARIO	COSECHA PRODUCCIÓN
LUIS ALFONSO MENESES	L.A.M.	22,5	100,0	58,3	55,0	80,0
COOPERATIVA COOCIC	C.C.	25,0	85,0	50,0	60,0	56,7
PEDRAZA SURMAY DANIEL	P.S.D.	10,0	100,0	50,0	60,0	66,7
TIQUE QUINTERO WILLIAM E.	T.Q.W.E.	15,0	85,0	50,0	60,0	66,7
WILLIAM DE JESUS MERCADO T.	W.J.M.T.	25,0	70,0	43,3	60,0	70,0
FRANCISCO LUIS RODRIGUEZ P.	F.L.R.P.	10,0	85,0	50,0	60,0	66,7
ROBLES ARCE DANIEL	R.A.D.	10,0	100,0	43,3	55,0	70,0
LACIDES HERNANDEZ R.	L.H.R.	10,0	70,0	50,0	60,0	66,7
ALBEIRIS MIER PEREZ	A.M.P.	10,0	85,0	50,0	60,0	56,7
GOMEZ HERNANDEZ JESUS A.	G.H.J.A.	10,0	70,0	50,0	60,0	56,7
JOSE JOEL GORDILLO GUERRA	J.J.G.G.	10,0	70,0	43,3	60,0	66,7
JUAN DE DIOS MORA TELLEZ	J.D.M.T.	10,0	85,0	43,3	60,0	56,7
EDGAR BALLENA	E.B.	17,5	70,0	43,3	60,0	56,7
PEDROZO TORRES RAFAEL	P.T.R.	10,0	85,0	43,3	60,0	56,7
AMINTA NAVARRO DE R.	A.N.R.	10,0	70,0	43,3	60,0	56,7
PEDROZO OSPINO GILBERTO R.	P.O.G.R.	10,0	85,0	43,3	60,0	46,7
PEDROZO OSPINO SIMON	P.O.S.	10,0	85,0	43,3	60,0	46,7
JOSE DAVID PEREZ QUIROZ	J.D.P.Q.	10,0	70,0	43,3	60,0	56,7
FRANCISCO JAVIER SALDAÑA O.	F.J.S.O.	10,0	70,0	43,3	55,0	56,7
MANUEL DOLORES TELLEZ	M.D.T.	10,0	70,0	43,3	60,0	46,7
ETILVIA MONTESINO PACHECO	E.M.P.	10,0	65,0	43,3	60,0	46,7
TELLEZ QUINTERO OLIPIO	T.Q.O.	10,0	65,0	43,3	60,0	46,7
EDUARDO TIQUE BARON	E.T.B.	10,0	65,0	43,3	60,0	46,7
JAIR ENRIQUE AGUDELO R.	J.E.A.R.	10,0	55,0	43,3	60,0	46,7
LUZ ELENA CONTRERAS CASTRO	L.E.C.C.	10,0	30,0	43,3	60,0	50,0
ROBLES BRUGES MARIA ELENA	R.B.M.E.	10,0	70,0	43,3	55,0	36,7
ANA ROSA CASTRO GUERRA	A.R.C.G.	7,5	55,0	50,0	55,0	30,0
PROMEDIO COMPONENTE AGRONÓMICO		11,9	74,6	45,9	58,9	55,7

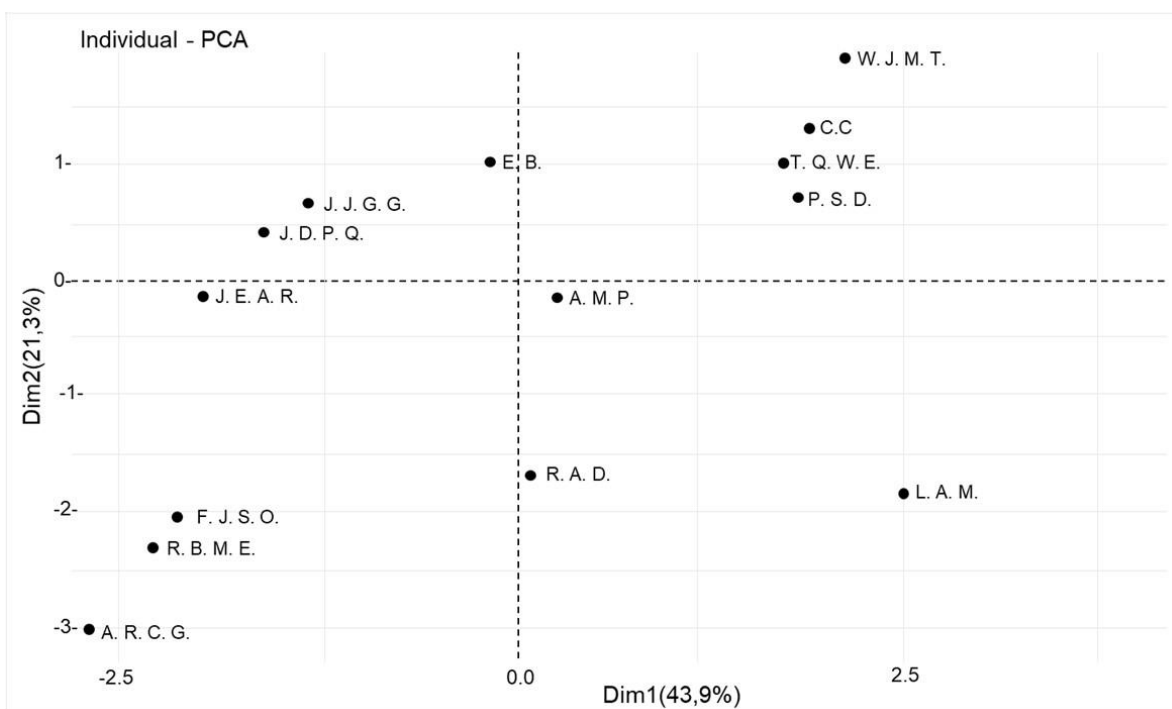
Fuente: Elaboración propia, (2021).

11.1 Análisis de componentes principales (ACP)

Este análisis indica la caracterización de los productores asociados a COOCIC, a través del IBT, mostrando aquellos que obtuvieron mejor balance tecnológico respecto a los 5 componentes agronómicos estudiados. Esta técnica permite agrupar los resultados de las variables en dos dimensiones y correlaciona datos similares entre los individuos estudiados y los ubica en un plano factorial como lo representa la figura 7.

Figura 7

Plano factorial de los individuos



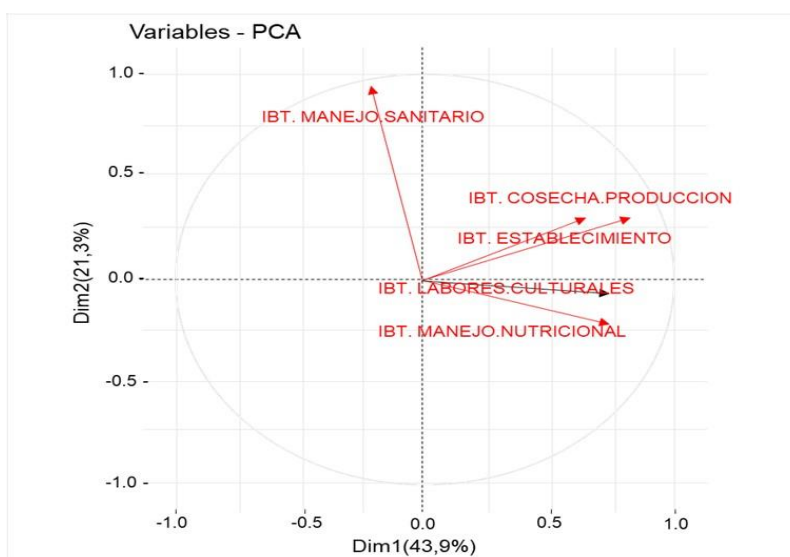
Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

El análisis de los dos componentes principales en la figura 7, representa el 65.2% de la variabilidad de las categorías estudiadas, esto sugiere la confiabilidad en el análisis de la información. (Husson, Lê, & Pagès, 2013).

El comportamiento de los individuos, como se muestra en la figura 7, presenta alrededor del origen de coordenadas, los productores que presentaron IBT cercanos al IBT promedio de cada variable, sin embargo, los productores William de Jesús Mercado Tovar y Luis Alfonso Meneses se caracterizan por presentar puntajes sobresalientes frente a los demás productores en los componentes agronómicos establecimiento del cultivo 25 y 22,5 labores culturales 70 y 100, cosecha y producción 70 y 80 estas calificaciones reflejan una diferencia significativa en el rendimiento productivo de 10,5 t.ha¹ por encima del promedio global de los asociados que se ubicó en 14,4 t.ha¹ para el año 2020; mientras que Ana Rosa Castro Guerra, es la productora más distante del eje de coordenadas, esto sugiere puntuaciones regulares en los componentes agronómicos establecimiento del cultivo 7,5 cosecha y producción 30 y su rendimiento productivo para el año 2020 fue de 4,9 t.ha¹ siendo la cifra más baja registrada en el grupo de productores asociados.

Figura 8

Círculo de Correlaciones: Plano factorial de las variables



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

De la figura 8, se puede observar que, el IBT de Cosecha y Producción y el IBT de Establecimiento, están fuertemente ligados, debido a que las flechas en el círculo de correlaciones forman un ángulo agudo. Esto indica que, cuanto mayor sea el IBT del establecimiento, mayor será, estadísticamente, el IBT de cosecha y producción en el cultivo de los productores asociados a COOCIC.

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico, las prácticas que inciden directamente en el incremento de cosecha y producción de acuerdo con el establecimiento del cultivo fueron; diseño y establecimiento de sistemas de riego, preparación de suelos y establecimiento de cobertura leguminosas; los productores que registraron calificaciones en estas prácticas obtuvieron IBT de cosecha y producción superior a 60 puntos (aceptable).

Munévar M., (2004) manifiesta la necesidad de identificar la aptitud de las tierras para la siembra de palma de aceite, considera que es un paso importante que debe darse antes de cualquier proyecto; dada las implicaciones que tendrá en la productividad y competitividad del futuro cultivo. El resultado grupal promedio de IBT establecimiento del cultivo se ubico en 11,9 (deficiente) de 100 puntos posibles, esto sugiere que para el establecimiento del cultivo, no se tuvieron en cuenta estudios de aptitud de tierras, es decir, no se realizaron estudios topograficos, caracterización de suelos y condiciones climatologicas, diseño de unidades de manejo agronómico (UMA) y establecimiento de cobertura. Lo anterior tiene implicaciones directas en el rendimiento potencial del cultivo. La literatura reporta que los factores climaticos determinantes en la producción de la palma de aceite ***“son las precipitaciones y su distribución, la temperatura, la radiación solar y los vientos”*** (Paramananthan, 2003), sumados a la elección del material genetico para la siembra.

La figura 8, también presenta que los IBT de establecimiento, labores culturales , manejo nutricional, cosecha y producción, están correlacionados positivamente, estas variables en el plano factorial se presentan próximas una a la otra, mientras que, estos IBT no tienen correlación significativa con el IBT de manejo sanitario, que se muestra de forma ortogonal. Esta variable registro un promedio global de 58,9 (regular) sin embargo, esta calificación se da, con base en la frecuencia de revisiones sanitarias de plagas y enfermedades y oportunidad en el control que, no se cumple cada 15 días según el criterio técnico para enfermedades letales como pudrición de cogollo (PC), marchitez letal (ML) y anillo rojo (AR), sino que se realiza con una frecuencia mayor a 35 a 45 días, respectivamente con la visita del ingeniero agrónomo.

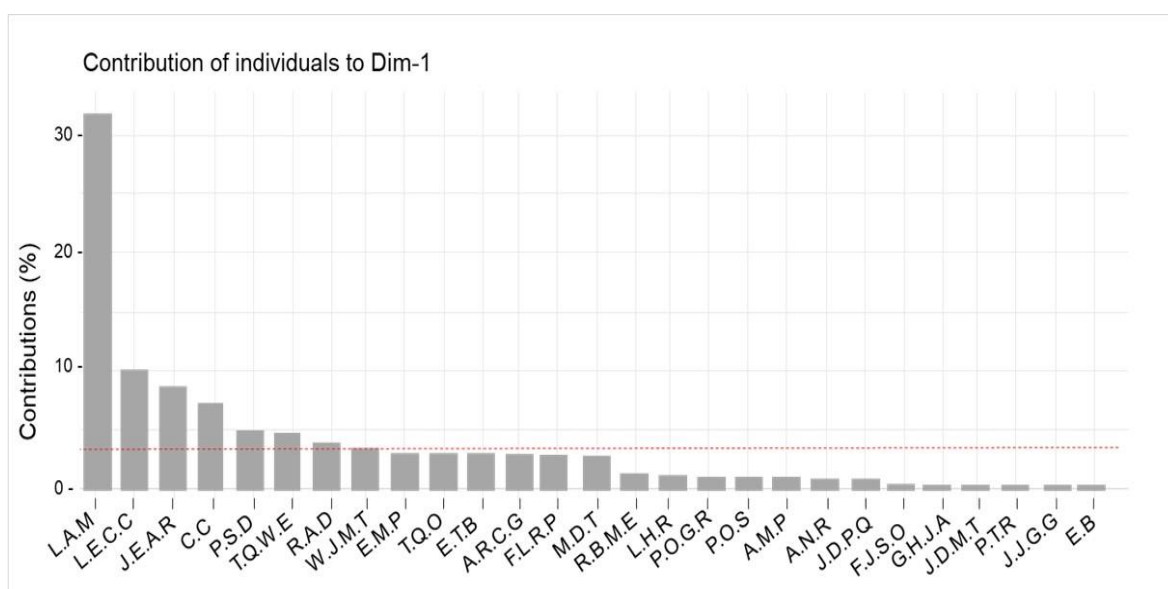
Las plantaciones de los productores durante el diagnostico no registraron problemas significativos a nivel fitosanitario, por lo que el análisis de la información no encontró una correlación significativa con los demás IBT, sin embargo, el intervalo de tiempo en revisiones se prolonga demasiado, consiguiendo ocultar afectaciones graves y disminuyendo la oportunidad en detección y control. Según Franco, et al., (2012). ***“El control de enfermedades y plagas comprende una serie de labores y operaciones de campo, tendientes a minimizar el impacto económico de los patógenos y plagas que atacan al cultivo, reduciendo su potencial de productividad.”***(p.96).

El IBT en el manejo nutricional 45,9 (deficiente), al igual que el IBT en labores culturales 74,6 (bueno) si afecta de manera directa los rendimientos productivos, por lo que se correlacionan positivamente con la cosecha y la producción. La nutrición juega un rol importante en el rendimiento potencial del cultivo t.ha¹, Donough C, (2008) afirma que la palma de aceite presenta ***“alta demanda de nutrientes debido al rápido crecimiento anual, específicamente los primeros años de su ciclo de crecimiento y, a los altos rendimientos anuales obtenibles después que inicia***

la producción en el tercer año de la siembra en campo”, lo anterior sugiere un manejo riguroso en los planes nutricionales del cultivo y se debe tener en cuenta las condiciones limitantes, (Fairhurst & Hardter, 2003) manifiesta que “las condiciones físicas del suelo, la escasez o exceso ocasionales de agua y el desbalance o deficiencias de nutrientes limitan el rendimiento potencial”(p.97).

Figura 9

Contribuciones al primer eje por parte de los palmicultores.



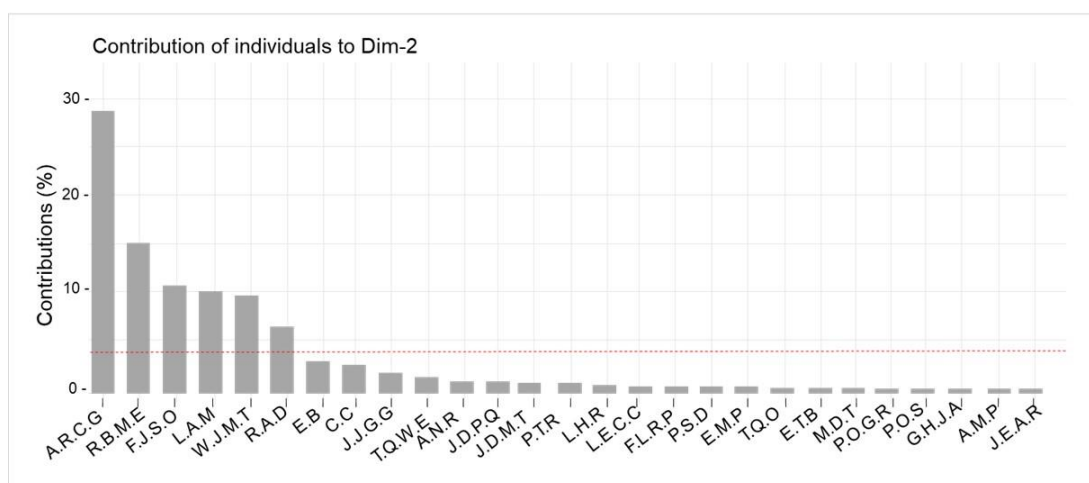
Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

De acuerdo con la figura 9, el palmicultor Luis Alfonso Meneses, es el que más aporta a la formación del primer eje, con un 31.93% de contribución. Esto se refleja en el plano factorial mostrado en la figura 7; Luis Alfonso Meneses es el productor con la mayor calificación de IBT cosecha y producción, un puntaje de 80 (bueno), seguido del IBT labores culturales con una calificación perfecta de 100 puntos (excelente). Dentro del manejo que viene realizando el productor se destacan aquellas prácticas enfocadas a conservar el cultivo de palma de aceite en las

mejores condiciones y optimizar el rendimiento productivo en $t.ha^{-1}$, tales prácticas son; criterio y ciclo de corte de RFF ideal, con desprendimiento de 2 pepas y corte de RFF no mayor a 12 días, recolección de fruto suelos en el plato, calidad del fruto cosechado, limpieza de platos, limpieza de interlineas, poda, disposición de hojas podadas y mantenimiento de la infraestructura.

Figura 10

Contribuciones al segundo eje por parte de los palmicultores



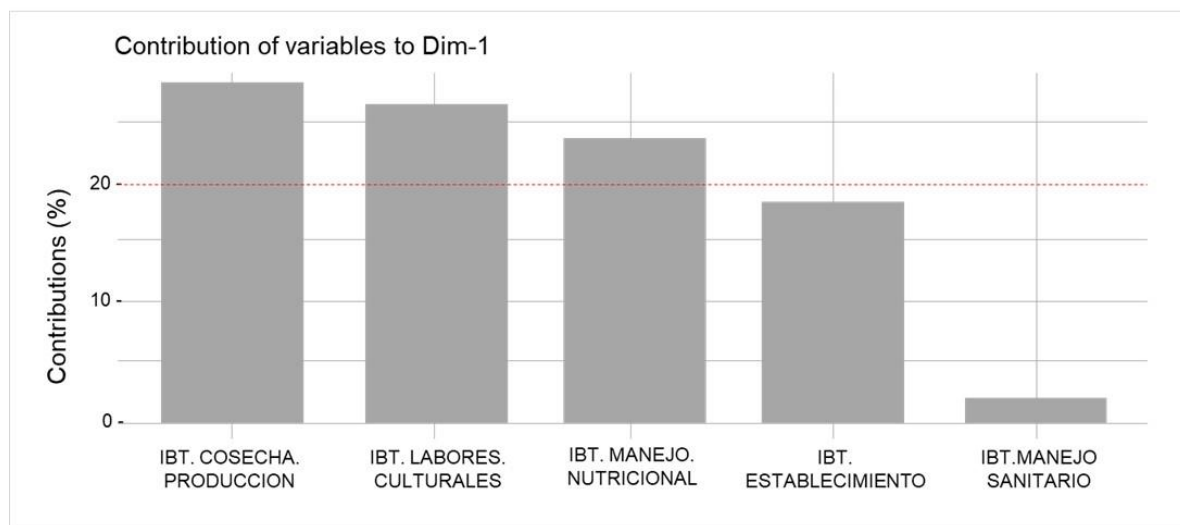
Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

La figura 10 muestra las contribuciones de los palmicultores al segundo eje del plano factorial. De acuerdo con este resultado, las productoras Ana Rosa Castro Guerra y Robles Bruges María Elena, son las que más contribuyen a la formación del segundo eje, con un 29.16% y un 15.1%, ambas productoras presentan resultados de IBT manejo sanitario con una calificación de 55 (regular) y rendimientos productivos inferiores a la media de la cooperativa de 4,9 y 7,8 $t.ha^{-1}$ a 2020, esto explica las calificaciones obtenidas en el IBT de cosecha y producción de 30 (deficiente) y 36,7 (deficiente) respectivamente.

Las figuras 9 y 10, ayudan a interpretar el comportamiento de los palmicultores respecto al IBT obtenido en cada componente agronómico evaluado, cabe resaltar que la adopción de tecnología en cada uno de ellos marcará la diferencia en el número de toneladas obtenidas por hectárea/año.

Figura 11

Contribuciones a la formación del primer eje: IBT componentes agronómicos



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

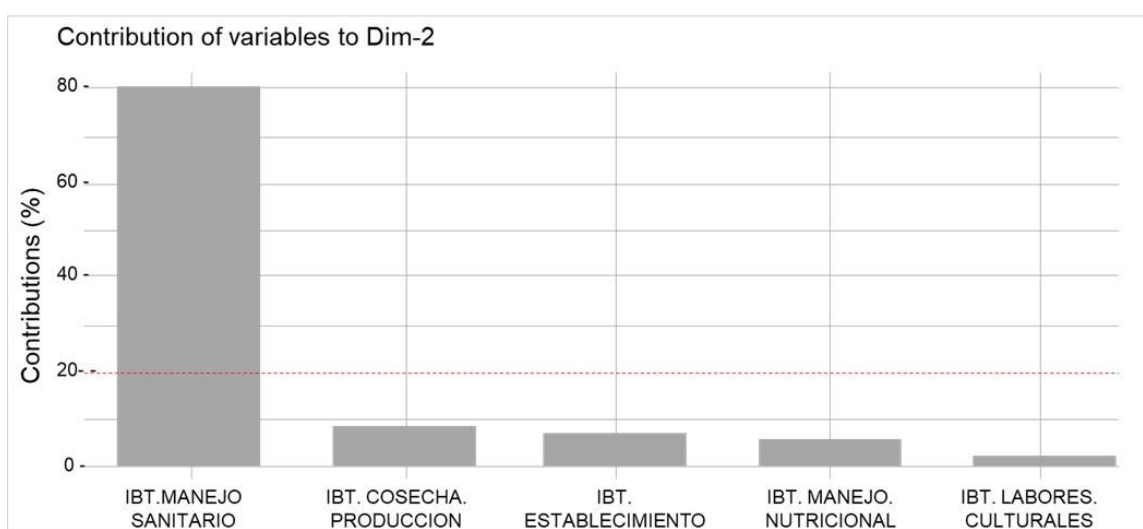
La figura 11, refleja que el IBT de cosecha - producción, y el IBT de labores culturales, son los índices que más aportan a la formación de los ejes en el plano factorial, con un 28.35% y un 27.14% respectivamente. La cosecha y la producción es el resultado final de los otros componentes agronómicos, el promedio grupal de esta variable se ubicó en 55,7 puntos (regular), indicando una oportunidad de mejora de 44,3 puntos a fin de completar una calificación optima de 100 puntos. El rendimiento productivo medio de COOCIC en $t.ha^{-1}$ para el año 2020 fue de 14,45 toneladas, cifra que no se ajusta al rendimiento productivo fijado para la zona norte, el cual es de

30 t.ha⁻¹ para siembras mayores a 7 años. Franco, et al., (2012). Según lo anterior la cooperativa presenta una brecha en t.ha⁻¹ de aproximadamente 15 toneladas de RFF.

Solo el 11,1% de los productores reportó para el año 2020 una media de 22,4 t.ha⁻¹ ubicándolos en un rango intermedio, que para la zona norte se encuentra entre 20 - 30 toneladas de RFF; mientras tanto el 88,9% de los productores registro una media de 13,83 t.ha⁻¹.

Figura 12

Contribuciones a la formación del segundo eje: IBT por componentes agronómicos.

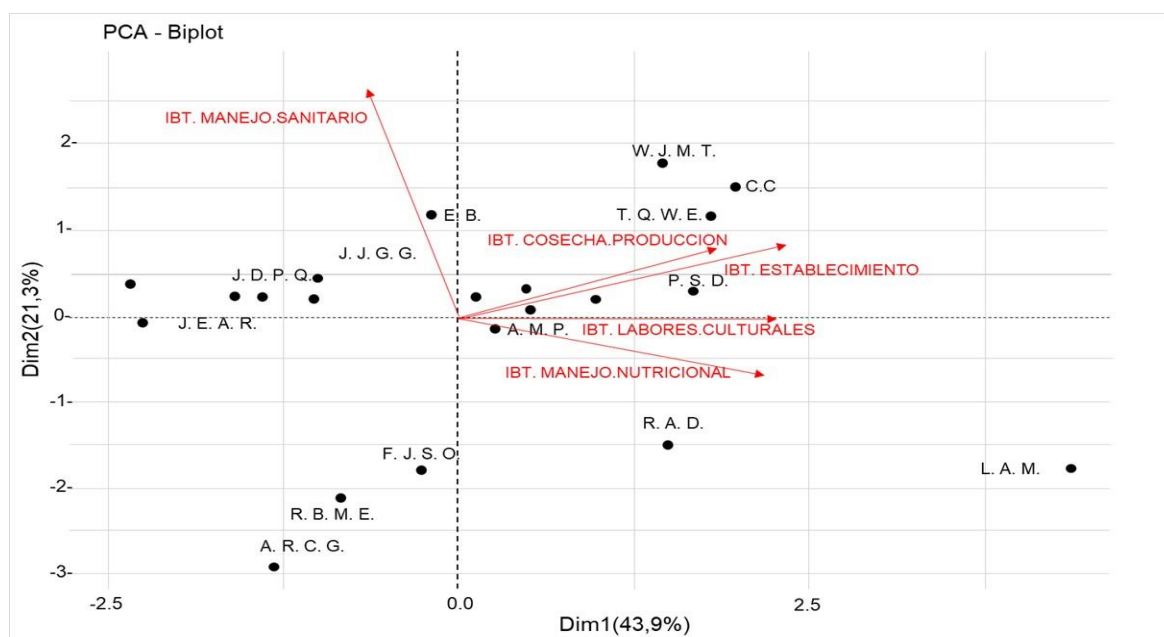


Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio 2021.

La figura 12 presenta que el IBT de manejo sanitario es la variable que más aporta a la formación del segundo eje, con un porcentaje de contribución del 79.72%. El manejo sanitario es la segunda variable que se destaca en las calificaciones obtenidas, con un puntaje global promedio de 58,9 (regular). Prácticas como censo y seguimiento de enfermedades – plagas y oportunidad en el control, pueden mejorarse significativamente disminuyendo el tiempo de revisiones y tratamientos. En estas prácticas el 100% de los productores obtuvieron calificaciones intermedias, que se obtuvo con base en las revisiones que realiza el ingeniero agrónomo cada 35 ó 45 días respectivamente.

Figura 13

Representación simultánea entre palmicultores e IBT.



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software estadístico Rstudio, (2021).

La figura 13, corresponde a la representación simultánea entre individuos y variables, el ACP ubica en el eje de abscisas, los productores que registraron mejor balance tecnológico en los componentes agronómicos labores culturales, cosecha y producción. En este eje se destacan los productores Luis Alfonso Meneses, Pedraza Surmay Daniel y Robles Arce Daniel, con calificaciones de 100 puntos (excelentes), en cuanto a cosecha y producción las calificaciones se ubicaron en 80 (bueno), 66,7 (aceptable) y 70 (bueno). Mientras que el eje de ordenadas ubica a los productores que presentaron las calificaciones más bajas en las variables estudiadas, siendo el caso de Francisco Jose Saldaña Oliveros, Robles Bruges María Elena y Ana Rosa Castro Guerra. Finalmente, alrededor del origen de coordenadas, se encuentran los productores que presentaron calificaciones cercanas al promedio de cada variable.

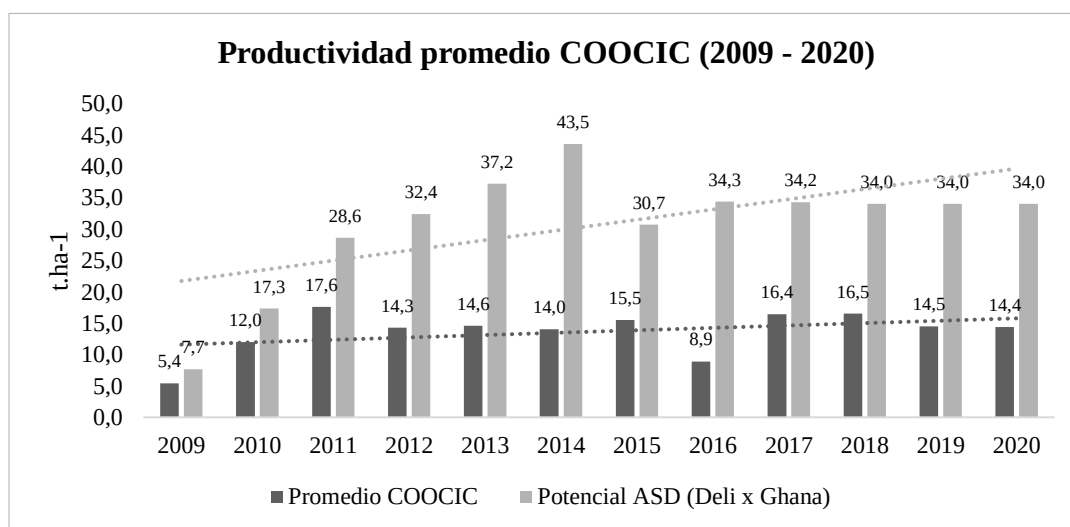
11.2 Rendimiento potencial material ASD (Deli x Ghana). vs rendimiento promedio asociados.

La selección y siembra de los materiales genéticos debe ir en función de su potencial productivo y condiciones edafoclimáticas, así mismo de un manejo agronómico adecuado, como buen establecimiento del cultivo, nutrición adecuada y sanidad vegetal. El material de siembra para los productores asociados a COOCIC es ASD (Deli x Ghana), este cultivar ***“resulta del mejoramiento del parental femenino Deli dura que fue introducido a Costa Rica de cinco estaciones del Sudeste Asiático, caracterizadas por su alta productividad, y de las líneas pisíferas Calabar originarias de Nigeria”***, (Ayala, Romero , & et al., 2017).

Según estudios realizados por Cenipalma, (2017) el material ASD (Deli x Ghana) presenta producciones por encima de las 34 t.ha⁻¹, después del quinto año de siembra y un máximo de 43,6 t.ha⁻¹ en 11 años de registro. Se quiso comparar el rendimiento promedio real de los asociados a COOCIC, con el potencial productivo del material, como refuerzo a la caracterización aplicada con el IBT.

Figura 14

Rendimiento promedio asociados a COOCIC vs Rendimiento potencial material ASD (Deli x Ghana).



Fuente: Elaboración propia, (2021)

De la figura 14, se puede deducir que el rendimiento promedio de los productores asociados a COOCIC, está por debajo de los rendimientos expresados por el material ASD (Deli x Ghana), teniendo en cuenta que la siembra de los asociados es 2006, se revisó los rendimientos promedios a partir del año 2009 hasta el año 2020, el pico máximo registrado en $t.ha^{-1}$ para los asociados se alcanzó en el año 2011 con 17,6 toneladas de RFF. Lo anterior significa una brecha de producción superior al 56%, comparado con el potencial productivo del material en óptimas condiciones.

11.3 Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de los asociados.

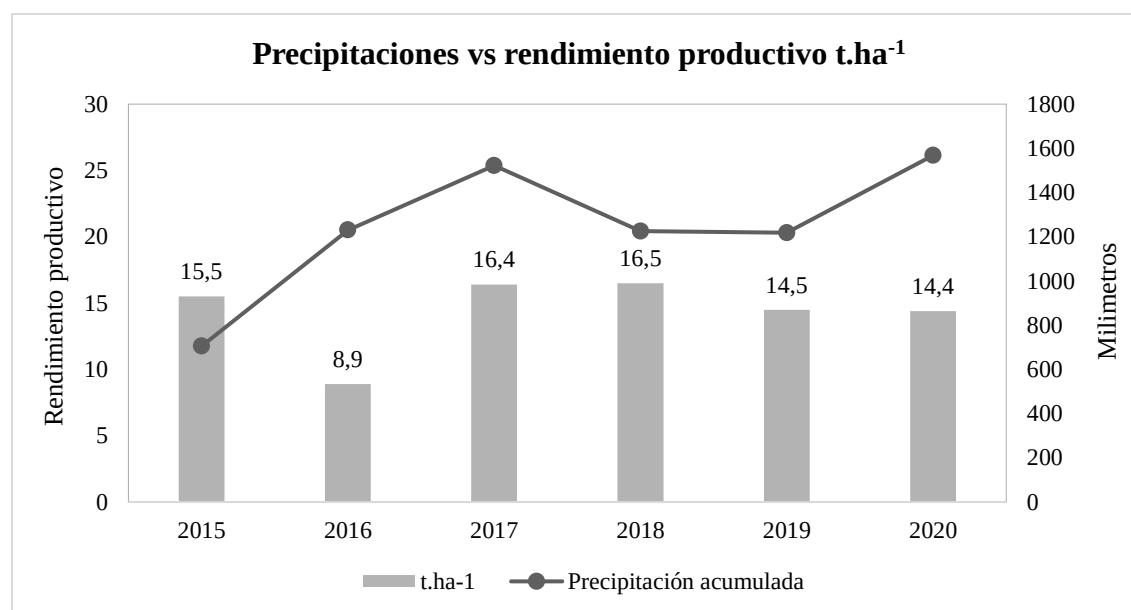
El requerimiento hídrico de palma de aceite es alto, según Woittiez, et al., (2018) “*la palma de aceite transpira aproximadamente 6 mm de agua por día bajo condiciones normales y requiere precipitaciones acumuladas durante todo el año*”(p.32). Una planta/día requiere alrededor de 5 mm de agua, equivalente a 349 litros.

Lo anterior significa precipitaciones mensuales superiores a 100 mm, para el buen desarrollo productivo del cultivo, de no cumplirse esta condición es necesario aplicar riego, evitando los bajos rendimientos. Con base en la literatura el exceso o escasez de agua reduce en gran medida el rendimiento productivo del cultivo en $t.ha^{-1}$, cuando las plantas presentan estrés hídrico las características principales son (Arias, y otros, 2009).

- ✓ Acumulación de flechas (hojas que no abren).
- ✓ Producción abundante de inflorescencias masculinas.
- ✓ Secamiento ascendente de hojas.
- ✓ Enrruanamiento.
- ✓ Deshidratación del racimo formado (momificado)

Figura 15

Precipitaciones promedio vs rendimiento promedio productores asociados COOCIC.



Fuente: Elaboración propia con datos COOCIC, (2021).

La figura 15, presenta la evolución productiva en t.ha⁻¹ y las precipitaciones acumuladas a partir del año 2015, que se caracterizó por el fenómeno del niño, donde la zona norte experimentó un decrecimiento en las producciones obtenidas en 2016, con una variación negativa de -17,7% según estimaciones de Fedepalma, (2017). COOCIC en 2016 presentó variación negativa frente al año 2015 de -42,6%, lo anterior con base en la reducción de las precipitaciones en la zona, las cuales no superaron en 2015 los 705 mm. Según Woittiez, et al., (2018) el rendimiento en t.ha⁻¹ se reduce con precipitaciones menores a 2000 mm/año y existe una reducción potencial de hasta menor a 10 t.ha⁻¹ con déficit mayores a 500 mm/año.

Cómo se observa en la figura 15, las precipitaciones promedios de los productores no superan los 1350 mm/año, lo que significa un déficit hídrico anual promedio acumulado de aproximadamente 650 mm, el cual debe ser suplido con sistemas de riegos; sin embargo, más del

90% (24 productores) de los asociados a COOCIC, cuentan con sistema de riego por micro - manguera, sin estudios previos en diseño y construcción, factor que influyó en la calificación final del componente agronómico establecimiento del cultivo y no se tuvo en cuenta, debido al cumplimiento de criterios técnicos; en estos sistemas de riego se desconoce la eficiencia. El desconocimiento en la eficiencia de los sistemas de riegos es un problema grave, se puede estar incurriendo en aplicaciones inferiores a las requeridas por el cultivo, afectando de manera directa la aplicación de fertilizantes y, por ende, la formación de RFF.

Aunque las precipitaciones acumuladas a partir del año 2017 aumentaron, no se registró un comportamiento significativo en el rendimiento en $t.ha^{-1}$ de los asociados y la tendencia es a la baja, esta condición puede estar asociada a la poca distribución de los eventos lluvias y planes de fertilización aplicados en los años posteriores, específicamente en el tipo de producto y dosis por plantas, factores claves en la formación y llenado de RFF.

11.4 Prácticas agronómicas con baja adopción en los asociados a COOCIC que implican la toma de decisiones.

Las brechas de producción están asociadas a la baja adopción de tecnologías en cada fase del cultivo, la aplicación del instrumento IBT permitió identificar aquellas prácticas agronómicas que no implementan los productores y que su aplicación impacta de manera positiva el cierre de brechas, y ayudan a desarrollar un plan de trabajo en la mejora continua de los asociados.

A continuación, se describen aquellas prácticas con baja adopción en el grupo de productores caracterizados.

11.4.1 Componente agronómico establecimiento del cultivo.

- ✓ *Estudios de caracterización de suelos y condiciones climatológicas:* se encontró una adopción de cero (0) en la totalidad de los productores, no hay evidencias de estudios, que permitan identificar la aptitud de las tierras donde se estableció el cultivo. El objetivo del estudio radica en determinar las propiedades físicas, químicas e hidráulicas del suelo, y el climatológico en revisar el comportamiento de las precipitaciones, vientos, radiación solar, horas luz y la evapotranspiración. Franco, et al., (2012).
- ✓ *Estudios topográficos:* en la totalidad de los productores se encontró cero (0) adopción de esta práctica, el enfoque del estudio determina el relieve del terreno donde se establecerá el cultivo, incluye altimetría y planimetría.
- ✓ *Diseño de sistemas de riego y/o drenajes:* 11,1% de los productores registró riego, sin embargo, no se encontró evidencias de diseños y planos que sustenten el sistema. Según Franco, et al., (2012). ***“El diseño de sistemas de riego y/o drenajes es un informe detallado que comprende un mapa con la localización y orientación de los canales o tuberías de conducción u obras de control hidráulico”***(p.32).
- ✓ *Diseño de Unidades de Manejo Agronómico (UMA):* son unidades de manejo de acuerdo con el tipo de suelo, edad del cultivo, cultivar y la disponibilidad de agua. No se evidenció la adopción de esta práctica en su totalidad. Su implementación en los cultivos es de gran importancia para el rendimiento productivo, permite un manejo agronómico adecuado por sitio, de acuerdo con las características antes mencionadas, específicamente en labores como fertilización. (Munévar, López, Rochels, Villamizar , & Reyes, 2011).
- ✓ *Establecimiento de leguminosas:* son especies de plantas leguminosas que aportan grandes beneficios al suelo, se destaca la fijación de nitrógeno, materia orgánica, retención de

humedad. Solo el 14,8% (4 productores) evidenciaron en el cultivo plantas leguminosas en baja proporción.

11.4.2 Componente agronómico labores culturales

- ✓ *Disposición de hojas podadas:* se sugiere hacer la disposición de las hojas en sitios que no obstaculicen las demás actividades que se realizan dentro del cultivo.

Franco, et al., (2012) sugiere que la ubicación debe estar ***“relacionada con su capacidad de aportar nutrientes al suelo mediante el reciclaje, con la pendiente del terreno y con la disponibilidad de espacio para la ejecución de las labores de mantenimiento y cosecha del cultivo”***(p.78). El 51,8 % de los productores reportó la ubicación de las hojas de cosecha y poda alrededor del plato, esta práctica genera grandes beneficios a las plantas, debido a su aporte en nutrientes como N, P y K, el aumento en la retención de humedad y la estimulación de raíces terciarias y cuaternarias, quienes absorben más del 80% de los nutrientes.

11.4.3 Componente agronómico manejo nutricional

- ✓ *Eficacia de la fertilización:* una de las prácticas más importantes en el manejo nutricional del cultivo, su objetivo es aportar los elementos requeridos en cantidades adecuadas, Franco, et al., (2012) manifiesta que este ejercicio ***“busca conocer la cantidad de nutrientes efectivamente aprovechada por la palma e identificar posibles causas de pérdidas”***(p.88). Para determinar un balance adecuado de nutrientes es necesario disponer de análisis de suelos, foliares, históricos de producción y crecimiento vegetativo. Durante el diagnostico ninguno de los productores reporto la adopción de esta práctica.
- ✓ *Medición del crecimiento vegetativo:* es una actividad que realiza personal calificado, busca registrar medidas para determinar el área foliar, longitud de las hojas y emisión foliar

de las plantas. Su importancia radica es la formulación del plan de manejo nutricional del cultivo. Franco, et al., (2012).

La adopción de esta práctica en el cultivo de los asociados fue de cero (0).

11.4.4 Componente agronómico manejo sanitario

- ✓ *Calidad del follaje:* está determinado por hojas sanas, quienes son responsables del proceso fotosintético. El 18,5% de los productores reporto área foliar con afectaciones bajas de daño, causado por hongos del género *pestalotiopsis*.

11.4.5 Componente agronómico cosecha y producción

- ✓ *Recolección del fruto:* consiste en recolectar la totalidad de los frutos cosechados, esta labor se desarrolla en el plato de la palma, es necesario disponer de platos limpios. Durante el diagnostico en campo, se observó en algunos cultivos RFF abandonados en el plato, al igual que frutos sueltos sin recolectar en el proceso de cosecha. El 74% de los productores presentó estas falencias, causa para otorgar una calificación intermedia en esta práctica. La falta de supervisión en la actividad ocasiona estos problemas.
- ✓ *Producción:* para Franco, et al., (2012). “***La producción en el cultivo de palma se mide en términos de toneladas de racimos de fruta fresca cosechada en una hectárea por año t.ha⁻¹***”(p.111). Los rendimientos estimados para la zona norte en cultivo mayores a 7 años son de 30 toneladas, sin embargo, el 90% de los productores registro producciones inferiores 20 t.ha⁻¹, lo que significa brechas de producción elevadas.

12. Conclusiones

- ✓ La caracterización realizada a los productores asociados a COOCIC permitió identificar brechas en el rendimiento productivo del cultivo, tales brechas fueron evaluadas con el rendimiento estimado para la zona norte en cultivos mayores a 7 años, establecido en 30 t.ha⁻¹ según Franco, et al., (2012). Se encontró que el 90% de los asociados presenta rendimientos inferiores a las 18,0 t.ha⁻¹ para el año 2020, siendo el promedio grupal 14,4 t.ha⁻¹.
- ✓ La metodología utilizada para determinar la adopción de tecnología, a través del instrumento IBT permitió ubicar a los productores en una calificación grupal promedio de 46,7 (deficiente) situación que impacta de manera negativa el rendimiento en toneladas/hectárea. Los componentes agronómicos con bajas calificaciones fueron: establecimiento del cultivo 11,9 (deficiente), manejo nutricional 45,9 (deficiente), cosecha y producción 55,7 (regular), manejo sanitario 58,9 (regular) y labores culturales 74,6 (bueno), lo anterior permite adoptar prácticas enfocadas a cerrar las brechas en cada componente agronómico.
- ✓ Se encontró, que la adopción de buenas prácticas en los componente agronómicos establecimiento del cultivo, cosecha y producción están asociadas a mayores rendimientos en t.ha¹. Prácticas como diseño y establecimiento de riego, preparación de suelos, siembra de cobertura, calidad del fruto cosechado, criterio y ciclo de cosecha son actividades propias en aquellos productores que registraron los mayores rendimientos.
- ✓ Las mayores calificaciones en adopción de tecnología para el grupo de productores fue en el componente agronómico labores culturales 74,6 (bueno), por lo que el esfuerzo debe

centrarse en aspectos relacionados al establecimiento del cultivo, manejo nutricional, sanidad vegetal, cosecha y producción.

- ✓ El rendimiento actual del material de siembra ASD (Deli x Ghana) en los asociados, registra una brecha productiva superior al 56%, comparado con el rendimiento potencial del mismo material en condiciones óptimas.
- ✓ La variabilidad en las precipitaciones de los últimos 6 años, han afectado el rendimiento productivo en t.ha¹, aproximadamente 10 toneladas de RFF menos. En promedio los asociados registran 1350 mm/año y un déficit acumulado de 650 mm/año, de acuerdo con el requerimiento hídrico del cultivo (2000 mm/año), este déficit debe ser compensado con aplicaciones de riegos.
- ✓ Los resultados obtenidos a través del IBT, reflejaron las prácticas agronómicas con baja adopción en el grupo de productores en cada una de las fases del cultivo, específicamente estudios de caracterización de suelos y condiciones climatológicas, levantamiento altimétrico – planimétrico, evaluación y mejoramiento de sistemas de riegos, diseño de unidades de manejo agronómico (UMA), establecimiento de cobertura, disposición de hojas de cosecha y poda, eficacia de la fertilización, medición del crecimiento vegetativo, calidad del follaje, recolección del fruto y producción. Su identificación permite a la gerencia de la cooperativa la organización de un plan de trabajo enfocado a su adopción y la reducción de brechas.

13. Recomendaciones

- ✓ Los resultados obtenidos permitirán a la gerencia de COOCIC determinar un plan de acción enfocado a cerrar las brechas de productividad con sus asociados.
- ✓ La caracterización realizada debe apoyarse en otros estudios específicos tales como eficiencia en la fertilización, cantidad y dosis aplicada. El déficit hídrico registrado en el municipio se debe compensar con sistemas de riegos eficientes, de manera que los productores puedan aplicar productos fertilizantes durante todo el año, estas dos variables específicas son indispensables en el rendimiento $t.ha^{-1}$.
- ✓ Es necesario desarrollar estrategias articuladas con instituciones públicas y privadas, Cenipalma y el Fondo Latinoamericano de Innovación en Palma de Aceite (FLIPA), diseñaron la estrategia de “transferencia de tecnología productor a productor”, la cual generó resultados exitosos a través del proyecto cerrando brechas de productividad, consistió en la implementación de las mejores prácticas agrícolas con el objetivo de cerrar las brechas productivas en pequeños productores.

14. Lista de referencias

- Alcaldía Municipal de Tamalameque. (2018). *Nuestro municipio*. Obtenido de tamalameque-cesar.gov.co: <http://www.tamalameque-cesar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcibiades, Hinestroza. (9 de Noviembre de 2020). ¿Qué es un núcleo palmero? Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=FxnP6GdKUAo&t=12s>
- Arias, N., Obando , O., Motta, D., Mosquera, M., León, P., Franco, P., . . . Bernal, P. (2009). *Principios agronómicos para el establecimiento de una plantación de palma de aceite*. Bogota: Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma.
- Ayala, I., Romero , H., & et al. (2017). *Comportamiento agronómico de cultivares comerciales de palma de aceite en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína*. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma.
- Botia, C., Vargas, W., & Rincón, M. (2011). *Altimetría*. Obtenido de <https://editorial.udistrital.edu.co/contenido/c-14.pdf>
- Cauas, D. (2006). *Elementos para la elaboración y ejecución de un proyecto de investigación*. Obtenido de webjam-upload.s3.amazonaws.com/apuntesinvest_cauas__1539__.pdf
- COOCIC. (2011). *Cooperativa Coocic*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2020, de coopcoocic.webnode.com.co: <https://coopcoocic.webnode.com.co/nosotros/>
- Donough, C. (2008). *Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera*. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/507F36F2304F376E852579A0006BF2F6/\\$FILE/Manejo%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Palma%20Aceitera.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/507F36F2304F376E852579A0006BF2F6/$FILE/Manejo%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Palma%20Aceitera.pdf)
- Fairhurst, T. (2016). Identificación y eliminación de las brechas de productividad en el cultivo de la palma de aceite. *Palmas 37 (Especial Tomo I)*, p41-52.

- Fairhurst, T., & Hardter, R. (2003). *PALMA DE ACEITE: Manejo para rendimientos altos y sostenibles*. First Edition.
- Fedepalma. (2010). *Informe de avance del proyecto de Unidades de Auditoría y Asistencia Técnica Ambiental y Social, UAATAS*. Bogotá. Obtenido de Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite: <http://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2018/12/Cartilla-UAATAS.pdf>.
- Franco Bautista, P., Arias Arias, N., & Beltrán Giraldo, J. (2012). *Calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite*. Bogotá: Guía para facilitadores Cenipalma.
- González, X. (16 de Septiembre de 2020). *COLOMBIA ESTÁ LISTA PARA DESARROLLAR NUEVO PROGRAMA DE BIODIÉSEL CON ALTO IMPACTO ECONÓMICO*. Obtenido de AGRONEGOCIOS: <https://www.agronegocios.co/agricultura/colombia-esta-lista-para-desarrollar-nuevo-programa-de-biodiesel-con-alto-impacto-economico-3061208>
- Hernández , R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta edición ed.). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/LEB0742/documentos/Metodologiadelainvestigacion.pdf>
- Husson, F., Lê, S., & Pagès, J. (2013). *Análisis de datos con R*. ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA. Obtenido de https://husson.github.io/img/Libra_Analisis_de_Datos_con_R.pdf
- IICA. (2015). *“Una productividad competitiva, incluyente y sustentable: oportunidad para el continente americano”*- Rev 1. Obtenido de

- [https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/5588/\(DT-648\)%20Propuesta%20Productividad-%20Rev1_esp.pdf;jsessionid=B2BA3AF32315E6D39DB8DF2E24FB0593?sequence=1](https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/5588/(DT-648)%20Propuesta%20Productividad-%20Rev1_esp.pdf;jsessionid=B2BA3AF32315E6D39DB8DF2E24FB0593?sequence=1)
- Lebart, L., Morineau, A., & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle* (Vol. 3). Paris: Dunod.
- Mercado Tovar, W. (Septiembre de 2008). *Nuestra historia, la historia de COOCIC*. Obtenido de coopcoocic.webnode.com.co: https://coopcoocic.webnode.com.co/_files/200000066-334ef34492/Historia%20de%20Coocic.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Documents/CESAR2016.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Septiembre de 2019). *Cadena del Aceite de Palma*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2020, de sioc.minagricultura.gov.co/Palma: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Palma/Documentos/2019-09-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Mosquera, M., Castro, L., Ruiz, E., López, D., Munévar, D., & Díaz, L. (2019). *Costos de producción 2019 para la palmicultura colombiana: estudio de benchmarking a empresas adoptantes de buenas prácticas*. Obtenido de Fedepalma: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JkJuhnKa3wwJ:web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Reunion-tecnica-2020/46_ESTUDIO%2520DE%2520COSTOS%2520DE%25C2%25A0PRODUCCION%25202019%2520ESTIMACION.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co
- Mujica Granados, C., Torres, E., & Vargas Esparza, M. (2010). *Evolución del Sector Palmicultor*. Obtenido de

<https://www.udi.edu.co/images/investigaciones/publicaciones/libros/porter/08/Libro-EvoluciondelSectorPalmicultor.pdf>

Munévar M., F. (2004). Criterios agroecológicos útiles en la selección de tierras para nuevas siembras de palma de aceite en Colombia. *PALMAS*, Vol. 25 No, p148-159. Obtenido de [https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/1077/1077#:~:text=La%20palma%20de%20aceite%20se,%25%20\(Paramananthan%2C%202003\).](https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/1077/1077#:~:text=La%20palma%20de%20aceite%20se,%25%20(Paramananthan%2C%202003).)

Munévar, F., López, A., Rochels, B., Villamizar, J., & Reyes, R. (2011). Impacto del manejo agronómico integral en la productividad de la palma de aceite en Palmas Montecarmelo. *Revista Palmas*, 32(4), p42-51. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10781>

Paramananthan, S. (2003). *Land selection for oil palm*. In: Fairhust, T.Y., Härdter, R. (ed). *Oil palm – management for large and sustainable yields*. Oxford Graphic Printers Pte Ltd.

Woittiez, L., van Wijk, M., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. (2018). Brechas de rendimiento en el cultivo de palma de aceite: una revisión cuantitativa de factores determinantes (Carlos Arenas, trad.). *Palmas*, 39 (1), 16 - 68.

15. Anexos

Anexo 1

Cuestionario índice de balance tecnológico -IBT

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO EN CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE EN PRODUCCIÓN				
Nombre del predio – Lote:				
Localización del predio:				
Nombre del propietario:				
Atendieron la visita:				
Fecha de visita:				
Material / Área (ha):				
Fecha siembra / Edad:				
Fase y componente agronómico	Condición deseable	N.A.	Calif actual	Calif. Máxima
Establecimiento de cultivo			0	20
Estudios de caracterización de suelos	Disponibilidad de estudios de caracterización de suelos y aplicación de sus resultados para mejorar labores agronómicas y operaciones agrícolas del cultivo. (Se aplican)			2
Estudios topográficos	Disponibilidad de estudios de planimetría y altimetría del área de siembra y drenajes o canales de riego funcionales y delimitación de áreas restringidas para la agricultura, según normatividad ambiental nacional. Se aplican.			2
Diseño de riego y drenajes	Disponibilidad de estudios y diseño de drenajes para el cultivo. Correspondencia con altimetría y planimetría.			6
Diseño de Unidades de manejo agronómico (UMA)	Plano de UMA que correspondan con Caracterización de suelos; marcación de palmas para muestreos foliares y de suelos y, programas de fertilización por UMA.			3
Establecimiento de leguminosas de cobertura	Las leguminosas cubren el área disponible para cubiertas en el área de cultivo y son activas en la fijación del nitrógeno			3
Preparación de suelos	Preparó suelos según resultados de estudios de suelos, topografía y drenajes			4
Labores culturales			0	10

Limpieza de platos	Platos limpios y con facilidad de visualización y recolección de frutos desgranados.	3
Limpieza de interlíneas	Las interlíneas de cosecha se mantienen limpias y es fácil desplazarse a través de ellas con equipos o sin ellos	1
Poda	Las coronas de las palmas están despejadas; hay máximo dos hojas bajo el racimo verde y máximo una bajo el racimo maduro	2
Disposición de hojas podadas	Las hojas cortadas a la palma se cortan y se dispone la parte espinosa entre las palmas. No hay formación de paleras.	2
Mantenimiento de infraestructura	Los caños o drenajes son despejados antes del inicio de las lluvias y los de riego antes de iniciar el verano; el acceso al área de siembra es fácil por las vías existentes	2
Manejo nutricional		30
Toma de muestra foliares	Las palmas de muestreo foliar aparecen marcadas en el campo, en una densidad de 10 X 10 a 12 X 12 y se toman muestras cada año para análisis en laboratorio	4
Toma de muestras de suelos	Los sitios para el muestreo de suelos corresponden con las palmas de muestreo foliar marcadas en el campo, en una densidad de 10X10 a 12X12 y se toman muestras cada dos a tres años	5
Censo de producción	Se realizan censos de producción al menos al 5% de las palmas de cada lote de producción, cada seis meses y el error de cálculo de la producción es inferior al 5%	5
Eficiencia de la fertilización	Se realiza medición de la eficiencia de la fertilización y se verifica que hay reposición de nutrientes para cosecha y nivelación de suelos, cada año	6
Fraccionamiento de la fertilización	Las fuentes de N, K y Mg se fraccionan al menos en cuatro aplicaciones por año y las de P y B en dos aplicaciones por año	4
Época de fertilización	Los fertilizantes solubles se aplican durante meses de 150 a 200 mm y los no solubles en cualquier época del año	4
Medición del crecimiento vegetativo	Las medidas de crecimiento vegetativo se toman en las palmas del muestreo foliar y se registran anualmente	2
Manejo sanitario		0
		25

Censo y seguimiento de enfermedades y plagas	Cada quince días se realiza un censo para la detección de comedores de follaje y cada dos meses para barrenadores de la raíz	10
Oportunidad en el control de enfermedades y plagas	El control de plagas está dirigido a focos de ataque inicial, equivalentes al 10% o menos del área de siembra	10
Calidad del follaje	La defoliación del área de siembra es inferior al 10%	2,5
Área foliar	La palma tiene en promedio 48 a 56 hojas cuando su edad es de 4 a 7 años; 40 a 48 hojas si tiene de 8 a 14 años y de 32 a 40 hojas si tiene más de 15 años	2,5
Cosecha y producción		0 15
Criterio y ciclo de cosecha	Corte de los racimos con 1 a 3 frutos sueltos o alvéolos vacíos y un ciclo de corte entre 8 y 10 días	3
Recolección de fruto	No hay palmas espontáneas ni racimos ni frutos desgranados sin recoger en el suelo	3
Calidad del fruto cosechado	El fruto cosechado no presenta racimos verdes, sobre maduros ni podridos y tiene los pedúnculos recortados y bajo porcentaje de impurezas	3
Producción	El rango de producción según la edad de la palma es de: cultivos de 3 a 7 años, 20 ton/ha año; cultivos de 8 a 10 años, 20 a 25 ton/ha año; cultivos de 11 a 20 años, 26 a 30 ton/ha año y, cultivos > 20 años, 22 a 26 ton/ha año	6
Puntaje total		0 100

Fuente: Franco, et al., (2012).