

**Optimización del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta  
extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.**



**Lubar Patricia Prieto Cadavid**

**Universidad Autónoma de Bucaramanga**

**Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables**

**Maestría en Administración de Empresas**

**Bucaramanga**

**2021**

**Optimización del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta  
extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.**

Presentado por:

**Lubar Patricia Prieto Cadavid**

**ID:**

U00094173

Director del trabajo de grado:

**Mauricio Mendoza García Ph.D.**

Codirector del trabajo de grado:

**Jose Luis Garcés Bautista Mag**

**Universidad Autónoma de Bucaramanga**

**Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables**

**Maestría en Administración de Empresas**

**Bucaramanga**

**2021**

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi constante luz y fuerza; a mis padres por su constante guía, por su asistencia sin condición; quienes han sido mi total inspiración. A mis queridos hermanos por su constante colaboración.*

*A mi amado esposo Rafael Enrique Fragozo Vásquez, ese ser maravilloso que Dios me regaló para disfrutar mis días junto a nuestro hijo Rafael Juan José Fragozo Prieto, su compañía, apoyo, esfuerzo, tiempo y amor para conmigo hicieron que este proceso llegara a su final.*

## AGRADECIMIENTO

*A todo el personal vinculado a la maestría de la Universidad Autónoma de Bucaramanga que permitieron mi constante y meritoria capacitación.*

*A Mauricio Mendoza por su fiel y valiosa dirección.*

*A la chica Paola Caballero por su constante apoyo, por sus aportes y su valioso tiempo.*

*A extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S por toda su cooperación, especialmente al ingeniero Castor Jet Acevedo.*

## Contenido

1	Problema .....	16
1.1	Antecedentes.....	16
1.2	Problema de Investigación.....	16
1.2.1	Pérdidas pos cosecha.....	17
1.2.2	Condiciones climáticas .....	18
1.2.3	Logística y recepción .....	20
1.2.4	Potenciales de aceite .....	20
1.2.5	Calidad de materia prima .....	21
1.2.6	Disponibilidad – demanda de materia prima .....	23
1.3	Objetivos.....	25
1.4	Objetivo General.....	25
1.4.1	Objetivos Específicos.....	26
1.5	Manejo de Hipótesis .....	26
1.6	Justificación.....	27
1.6.1	Limitaciones.....	29
1.6.2	Delimitaciones .....	29
2	Marco Referencial .....	31
2.1	Marco conceptual .....	31
2.2	Marco teórico .....	32

2.2.1	Productividad del sector palmero Colombiano.....	32
2.2.2	Proceso de extracción aceite de palma africana.....	33
3	Marco Metodológico.....	47
<b>3.1</b>	<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>Diseño de la investigación.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3</b>	<b>Variables.....</b>	<b>50</b>
<b>3.4</b>	<b>Población.....</b>	<b>51</b>
<b>3.5</b>	<b>Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6</b>	<b>Técnica de análisis de los datos.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>Criterios de Viabilidad.....</b>	<b>53</b>
4	Desarrollo de la propuesta.....	55
<b>4.1</b>	<b>Diagnóstico de la operación de recepción y almacenamiento de materia prima para el proceso de extracción de aceite de palma.....</b>	<b>55</b>
4.1.1	Caracterización de procesos de recepción y almacenamiento de materia prima para el proceso de extracción de aceite de palma.....	55
4.1.2	Descripción de variables.....	57
4.1.3	Definición de situación actual.....	59
4.1.3.1	Estudio de tiempos y movimientos.....	59
4.1.3.2	Capacidad de procesamiento de planta extractora.....	68
4.1.3.3	Fruta procesada mensual en Planta de Beneficio Primario.....	69
4.1.3.4	Distribución de fruta almacenada mensual.....	71
4.1.3.5	Fruta presupuestada 2021 vs días de proceso.....	73
4.1.3.6	Ciclo actual del proceso de recepción y almacenamiento de RFF.....	74

4.1.3.7	Impacto del proceso de recepción y almacenamiento en la producción de aceite de palma	80
<b>4.2</b>	<b>Tecnologías asociadas al proceso de recepción de materias primas .....</b>	<b>82</b>
4.2.1	Disminución de las descargas diarias por parte de los transportadores .....	83
4.2.2	Ampliación de la capacidad de producción .....	84
4.2.3	Ampliación de la capacidad de recepción y almacenamiento .....	87
<b>4.3</b>	<b>Viabilidad técnica, operativa y financiera para la puesta en marcha de una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima .....</b>	<b>95</b>
4.3.1	Descripciones generales .....	95
4.3.2	Viabilidad técnica de la tecnología para el mejoramiento de la recepción y almacenamiento .....	98
4.3.3	Viabilidad operativa de la tecnología para el mejoramiento de la recepción y almacenamiento .....	102
4.3.4	Viabilidad financiera de la tecnología para el mejoramiento de la recepción y almacenamiento .....	104
5	Conclusiones .....	114
6	Recomendaciones .....	117
7	Referencias .....	119
8	Anexos .....	123

## Listado de tablas

Tabla 1. Variables principales del modelo de optimización .....	50
Tabla 2. Variables del modelo de optimización .....	58
Tabla 3. Constantes del modelo de optimización.....	59
Tabla 4. Formato Registro toma de tiempos y movimientos para proceso de recepción y almacenamiento de materia prima.....	60
Tabla 5. Tiempo normal actividades recepción y almacenamiento de RFF .....	62
Tabla 6. Cursograma actividades de recepción y almacenamiento de RFF .....	66
Tabla 7. Diagnóstico del proceso de recepción y almacenamiento de RFF.....	75
Tabla 8. Descripción y representación tecnologías de esterilización .....	85
Tabla 9. Ventajas y desventajas tecnologías de esterilización .....	86
Tabla 10. Descripción y representación tecnologías de recepción y almacenamiento .....	90
Tabla 11. Ventajas y desventajas tecnologías de tecnologías de recepción y almacenamiento.....	93
Tabla 12. Criterios de decisión de tecnologías de recepción y almacenamiento .....	97
Tabla 13. Restricciones del modelo de programación lineal .....	99
Tabla 14. Resultado de variables del modelo.....	101
Tabla 15. Inversión inicial en la tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas .....	104
Tabla 16. Flujo de caja nuevo con la tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas .....	107
Tabla 17. Estado de resultados proyecto para inversión en tolva inclinada de 120 toneladas....	111
Tabla 18. Aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas.....	112



## Lista de Figuras

Figura 1. Problemáticas del sector palmero .....	17
Figura 2. Proceso de recepción actual.....	24
Figura 3. Árbol de problemas.....	24
Figura 4. Procesos afectados en la implementación del proyecto.....	28
Figura 5. Productos a base de aceite crudo de palma.....	33
Figura 6. Proceso de beneficio de palma.....	35
Figura 7. Proceso de beneficio de aceite de palma .....	35
Figura 8. Tolva y zona almacenamiento en piso de materia prima.....	37
Figura 8. Esterilización de los RFF.....	38
Figura 9. Zona desfrutador RFF.....	39
Figura 10. Zona de digestión.....	40
Figura 11. Zona de Prensado.....	41
Figura 12. Proceso de Clarificación .....	42
Figura 13. Centrifugas.....	43
Figura 14. Tanques de almacenamiento .....	44
Figura 15. Proceso de Palmistería de Nueces .....	45
Figura 18. Diseño metodológico .....	49
Figura 18. Criterios de Viabilidad.....	53
Figura 19. Caracterización proceso recepción y almacenamiento RFF .....	56
Figura 20. Diagrama de Flujo proceso recepción y almacenamiento RFF .....	57

Figura 21. Tiempos en actividades de recepción y almacenamiento inicial de materia prima .....	62
Figura 22. Tiempos estándar y tiempo normal de recepción y almacenamiento de RFF .....	64
Figura 23. Toneladas estándar y normal de recepción de RFF por hr .....	65
Figura 24. Movimientos en ingreso, descargue y almacenamiento en Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S .....	67
Figura 25. Capacidad de proceso Ton / hr años 2020 - 2021 .....	68
Figura 26. Capacidad de proceso promedio Ton/hr 2020-2021 .....	69
Figura 27. Toneladas de fruto procesado 2020-2021 .....	70
Figura 28. Comportamiento de aceite producido 2020-2021 .....	70
Figura 29. Distribución de almacenamiento RFF-PBP primer trimestre 2021 .....	71
Figura 30. Toneladas de RFF en piso/mes VS Toneladas de RFF en piso/día .....	72
Figura 31. Límite máximos Toneladas de RFF en piso/día VS Límite máximos Toneladas de RFF en piso/mes .....	73
Figura 32. Presupuesto de fruta 2021 VS días de proceso .....	74
Figura 33. Ciclo Productivo Actual de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S .....	75
Figura 34. Años de Transporte de Materia Prima Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S .....	77
Figura 35. Forma de pago de viajes .....	78
Figura 36. ¿Considera que puede hacer más viajes de materia prima al día? .....	78
Figura 37. Causas que impiden hacer más viajes – Demoras en recepción de RFF .....	79
Figura 38. Impacto aplicando mejora en proceso de recepción y almacenamiento RFF .....	79
Figura 39. Estrategia para mejorar proceso recepción y almacenamiento RFF .....	80
Figura 40. Porcentaje de acidez de RFF por meses en 2020 .....	82
Figura 41. Pérdida de aceite primer trimestre 2020-2021 .....	82
Figura 42. Ventajas y desventajas en disminución frecuencia de descargue de RFF .....	84

Figura 43. Vista frontal del lote para instalación de nueva tolva inclinada .....	100
Figura 44. Vista lateral del lote para instalación de nueva tolva inclinada .....	100
Figura 45. Ingreso de datos en Solver - Excel.....	101
Figura 46. Comparativo RFF en piso con tolva adicional de 120 toneladas.....	103
Figura 47. Mejoramiento de la cantidad de RFF en piso .....	103
Figura 48. Costo hora máquina para manejo de RFF en piso - 2021 .....	106
Figura 49. Pérdida en pesos de aceite de palma por RFF en piso - 2021 .....	107
Figura 50. Flujo de caja tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas .....	108

## Resumen

El proceso investigativo llevado a cabo determinó como objetivo general la propuesta de una mejora tecnológica para la optimización e innovación del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, debido a que a la fecha, la planta registraba una capacidad de almacenamiento en la tolva de 60 ton/hr y una capacidad instalada de proceso de 28 ton/hr, pero diariamente se recibían entre 300–600 toneladas. Por lo tanto, la capacidad de almacenamiento en tolva era insuficiente, lo que hacía necesario que parte de la materia prima estuviera almacenada en piso y no en tolva; situación que se realizaba para que el tiempo de espera de los camiones con materia prima fuera corto y poder mantener la provisión del fruto; pero impactaba negativamente la materia prima porque hacía que se generara el fenómeno del fruto sobremaduro, por ende, el aumento en el nivel de acidez al estar expuesto y ser golpeado con el piso; y la disminución en la tasa de extracción.

Para tal fin, se construyó un marco teórico de investigación en función a los factores de productividad del sector palmero y a los procesos de extracción de aceite de palma africana. A su vez, se consolidó una metodología de mixta (investigación-acción) de tipo no experimental, que integró la recopilación documental y de campo, cuyas variables fueron calculados tanto en los porcentajes de extracción de aceite, de fruta desprendida y de ácidos grasos, versus los porcentajes de fruta almacenada en tolva y en piso, el porcentaje de fruta procesada y por último, los costos asociados al uso maquinaria pesada y de recepción de materia prima.

De esta manera, el análisis de resultados demostró que para la minimización de RFF en suelo se debe considerar el uso de una tolva inclinada de mayor capacidad para la recepción y almacenamiento del fruto, porque se evidenció una optimización sobre el porcentaje de pérdida superior al 25% según el flujo de caja del proyecto. Finalmente, la viabilidad se cumplió en la medida en que la utilidad neta esperada con la adquisición de la tolva inclinada resultó de la evaluación de la la TIR al ser mayor que la TIO con un aumento de la tasa de extracción de aceite afectando positivamente los ingresos operacionales para la empresa

**Palabras clave:** aceite de palma; RFF; modelo de negocios; planta extractora; productividad.

## Abstract

The research process carried out determined as a general objective the proposal of a technological improvement for the optimization and innovation of the process of reception and storage of raw material in the extractor plant Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, because to date, the plant registered a storage capacity in the hopper of 60 ton / hr and an installed process capacity of 28 ton / hr, but daily between 300–600 toneladas were received. Therefore, the storage capacity in hopper was insufficient, which made it necessary for part of the raw material to be stored on the floor and not in the tolva; situation that is carried out so that the waiting time of the trucks with raw material was short and to be able to maintain the supply of the fruit; but it negatively impacts the raw material because it generated the phenomenon of overripe fruit, therefore, the increase in the level of acidity when exposed and hit with the floor, and the decrease in the extraction rate.

To this end, a theoretical research framework was built based on the productivity factors of the palm sector and the processes of extraction of African palm oil. At the same time, a mixed methodology (action research) of a non-experimental type was consolidated, which integrated the documentary and field compilation, whose variables were calculated both in the percentages of extraction of oil, detached fruit and fatty acids, versus the percentages of fruit stored in hopper and floor, the percentage of processed fruit and finally, the costs associated with the use of heavy machinery and the reception of raw materials.

In this way, the analysis of results showed that for the minimization of RFF in soil, the use of a steep hopper of greater capacity for the reception and storage of the fruit should be considered, because an optimization on the percentage of loss greater than 25% according to the cash flow of the project was evidenced. Finally, the viability was fulfilled to the extent that the net profit expected with the acquisition of the inclined hopper resulted from the evaluation of the IRR to be greater than the TIO with an increase in the oil extraction rate positively affecting the operating income for the company.

**Keywords:** palm oil; RFF; business model; extractor plant; productivity.

---

# Capítulo I

## **Problema**

---

## **1 Problema**

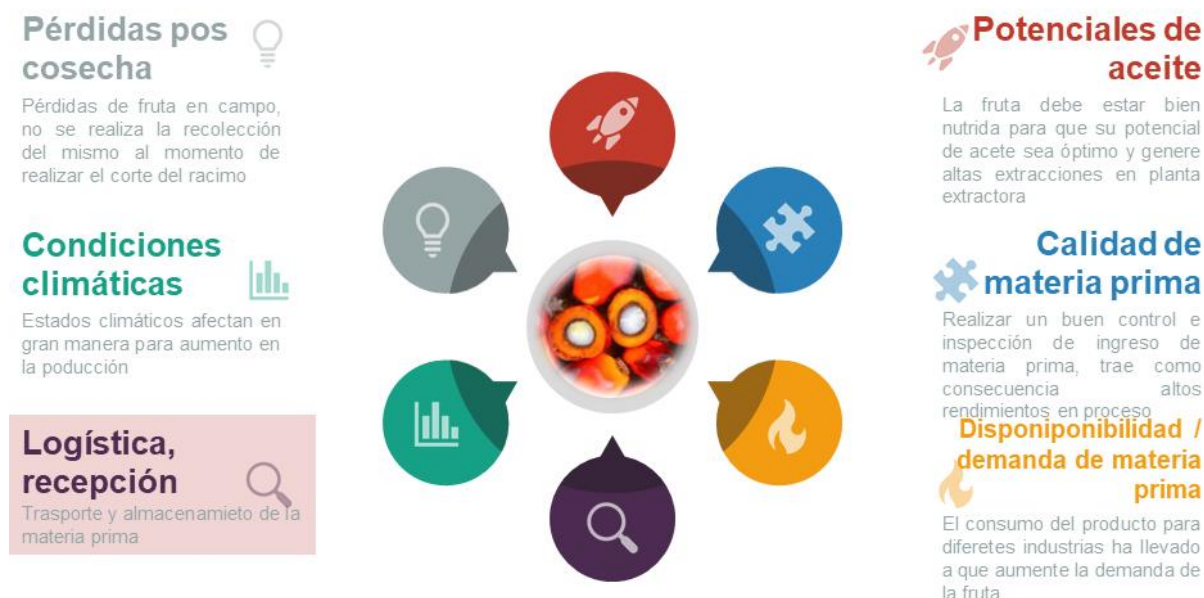
### **1.1 Antecedentes**

Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S. es una empresa Colombiana, con sede principal en Bucaramanga. La plantación y la planta extractora se encuentran ubicadas en la zona centro, al noroccidente del departamento de Santander, en Puerto Wilches y muy cerca de Sabana de Torres. La empresa fue fundada en 07 de noviembre de 1969. Actualmente emplea a 275 (2020) personas. En sus últimos aspectos financieros destacados, Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S. reportó aumento de ingresos netos de 45,37% en 2019. Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S vende el 20% de su producción de aceite a Lloreda y el 80% a Ecodiesel.

### **1.2 Problema de Investigación**

Son múltiples las problemáticas que enfrenta el sector palmero y el proceso de extracción de aceite de palma, entre ellos, las pérdidas pos cosecha, enfermedades como la pudrición de cogollo, potenciales de aceite en racimos, condiciones climáticas, disponibilidad de materia prima, condiciones fitosanitaria del cultivo, inconvenientes logísticos de transporte recepción y almacenamiento de materia prima; entre otros (figura 1). “En las plantas de beneficio del fruto de la palma de aceite siempre es prioridad que su principal materia prima ingrese de manera oportuna y en condiciones óptimas de procesamiento. De ahí que cobre relevancia contar con una estructura logística propia, que permita tener un abastecimiento confiable de racimos de fruta fresca (RFF), de tal forma que se pueda aprovechar la capacidad instalada de la planta y se puedan optimizar los

recursos disponibles alrededor del proceso de extracción de aceite crudo de palma”. (Jiménez, 2016, Pág. 1). El problema central a resolver con el presente proyecto es mejorar el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima de tal manera que se disminuyan los costos



operativos, y pérdidas de aceite generadas en el proceso de extracción de aceite de palma.

**Figura 1.** Problemáticas del sector palmero

Fuente: El autor

### 1.2.1 Pérdidas pos cosecha

Las actividades de cosecha están direccionadas en la recolección de los RFF, sin embargo, un número importante de frutos se desprende del raquis, suponiendo una pérdida en diversos factores. Montoya y Osorio (2013) dan una explicación sobre este fenómeno que radica en temas económicos, pues la cantidad de frutos que se desprenden en campo y que no son recolectados posteriormente asciende al 0,13%; al considerar recolectas diarias de 15 toneladas y mensuales de 400 toneladas el porcentaje en pérdidas económicas, dependiendo del valor actual del aceite. Con



el pasar de los días, se presenta mayor pérdida de fruto que varía si este se encuentra en sombra o a la intemperie pero que al quinto día, se da un desprendimiento del 100% de los frutos.

Igualmente, en el estudio de Montoya *et. al.* (2013) se comprobó que existía pérdida de peso, aproximadamente de  $1,01\% \pm 0,0015$ , cuyo respaldo bibliográfico se da a partir de la cita de Donough *et al.* (2006) a través de la cual se explica que: “las pérdidas de peso se incrementan como consecuencia de la transpiración después de la cosecha lo que significa una disminución de la calidad y aceptabilidad” (p.87)

Respecto a la acidez, el indicador de Ácidos grasos libres (AGL) es determinante para la producción del aceite y los demás productos derivados de los frutos de palma que respecto a la Norma Técnica Colombiana NTC 218 debe ser inferior al 3% porque la alta presencia de acidez dificulta la transesterificación. Basados en el estudio de Rueda (2011) a los 11 días alcanza un porcentaje de AGL de  $4,74\% \pm 2,83$ , estando por fuera de la norma (p.46), estando en riesgo toda la cosecha porque no producirá bajo los estándares de calidad que se debe.

### **1.2.2 Condiciones climáticas**

Con respecto a las condiciones climáticas que afectan el racimo de fruto de palma, se evidencian fuentes documentales tales como el estudio de Salcedo (2017), a través del cual se explica cómo inciden en la producción de racimos, siendo los factores tales como la precipitación anual y su distribución, la temperatura media diaria, las horas mínimas de brillo solar por día, la radiación solar por día, la humedad relativa y la velocidad moderada del viento, las más preponderantes sobre el fruto.

Así mismo, el estudio de Jarvis y Escobar (2014) señala que, el aumento de la temperatura impacta negativamente el racimo porque disminuye la eficiencia fotosintética, justo en el momento en que se sobrepasa cierto umbral. De hecho, lo anterior condiciona según Jarvis *et. al* (2014) la ruta metabólica C3 característica de la palma de aceite, puesto que al incrementar la temperatura, se promueve un escenario de cambio climático nocivo para el fruto de palma.

Por último, el reporte del IDEAM (2013) afirmó que para el caso de la ruta metabólica C3 en los plantas de aceite, la tasa máxima de fotosíntesis está en un rango de temperatura entre 20 a 32°C, por tanto, a temperaturas superiores, se presenta una declinación de la fotosíntesis hasta alcanzar los 40°C, punto máximo en el que cesa enteramente y la planta alcanza el shock térmico como alternativa de subsistencia.

Adicional a la teoría de los autores presentados anteriormente, en el estudio de Vignola *et. al* (2017) se resalta que los impactos específicos por el cambio climático durante temporadas de lluvias tienen afectaciones en la cosecha teniendo las siguientes premisas:

- Las lluvias pueden erosionar el adobe causando que las raíces superficiales queden expuestas a plagas y enfermedades.
- La enfermedad de Mancha Curvularia se puede dispersar por las lluvias, viento y por el agua de riego.  
Podrición del cogollo que se disemina rápidamente durante los periodos de lluvia.
- La formación de poblaciones de Gusano cabrito aumenta en los meses más lluviosos siendo crítico cuando hay 2-4 insectos por planta.
- La elongación del estípite o tallo se ve altamente afectada por lluvia en exceso.

### **1.2.3 Logística y recepción**

En cuando a la afectación de la calidad del fruto durante los procesos de logística y recepción, se produce porque las plantas procesadoras suelen usar alternativas de abastecimiento propios y tercerizados, pero debido a que existe una alta competencia entre las plantas para aprovisionarse con la mayor cantidad de fruto posible, se reducen las exigencias de calidad de REF a los proveedores de fruta, y en la mayoría de los casos el proceso se ejecuta bajo la modalidad de subsidio de la tarifa de transporte de REF (Fontanilla, Nieto, & Urueta, 2014).

Ahora bien, la problemática empeora dada las condiciones de las vías, las cuales al ser un factor importante de incidencia en el tiempo que demandan los vehículos que transportan los RFF a la planta de beneficio para completar sus trayectos, no poseen sistema de autocarga haciendo que tengan tiempos muertos para su llenado y deben esperar hasta que la planta les asigne el turno de descargue cuyo tiempo se incrementa si en los centros de acopio no existe tolva de cargue y adicional, al llegar los RFF a la planta, muchos de estos son arrojados al piso que hace que se genere desprendimiento o pérdida de fruto.

Otra problemática en la logística y recepción se da por el despacho de la fruta hacia la planta de beneficio que Fontanilla et. al (2015) la describe así:

Debido a que el fruto cosechado comienza a estar disponible en los puntos de acopio a partir de la media mañana, los vehículos de transporte tienen mayor ocupación en la tarde y la llegada de fruto se congestiona en la tarde y la noche. Esto se ve reflejado en la distribución de la recepción de la fruta a lo largo de la jornada, la mayor concentración de fruta ocurre entre las 12 m y las 6:00 p.m. (p.50)

### **1.2.4 Potenciales de aceite**

Los RFF tienen contacto con diferentes superficies pasando por etapas antes de ser extraído su aceite en la planta, haciendo que su potencial de aceite disminuya en cada una de estas porque:

La Degradación de RFF por su almacenamiento prolongado o su disposición intermedia en el suelo, genera así una disminución en la tasa de extracción de aceite crudo de palma de hasta 0,3 % y un aumento en la cantidad de ácidos grasos libres del aceite crudo producido de hasta 3,0 %. (Jiménez, 2016, p.134)

Estudios realizados en palma de aceite indican que no existen diferencias estadísticas en el porcentaje de Aceite en racimo, con respecto a al número de frutos desprendidos (usados como criterio de cosecha) pero sí con la tasa de extracción de aceite, indicando que el grado de madurez de los racimos es proporcional a la tasa de extracción de aceite. (Ruiz, 2005 citado por Bastidas et., al (2011)

Frutos con alto porcentaje de pulpa pueden proporcionar baja tasa de extracción, por deficiencias en otros componentes del fruto, es decir cuando los racimos están verdes, porque estos tienen alto contenido de agua, definiendo como racimo verde aquel en el cual no se encuentran alveolos vacíos de frutos desprendidos en forma natural; racimo maduro aquel que ha desprendido mínimo un fruto en forma natural hasta un máximo del 50% de los frutos de la primera capa y el racimo sobremaduro es aquel ha tenido desprendimiento en más del 50% . (Durán et al., (2004) citado por Bastidas et., al (2011).

### **1.2.5 Calidad de materia prima**

Inicialmente la calidad de la materia prima depende de la calidad de la semilla, como lo menciona Sanz (2016):

La selección de un buen material permitirá lograr una alta producción de racimos de buena calidad y con alto contenido de aceite. De esta manera se puede obtener buena adaptación del material al medio, buena resistencia parcial a la Pudrición del cogollo y, tal vez dentro de poco, a la Marchitez letal (p.71)

En seguida en la cosecha, dependerá del momento en el que se corte RFF porque la condición es que debe estar maduro porque tiene las siguientes ventajas según lo descrito por Salcedo (2017):

- Alto contenido de aceite en los frutos externos y buenas tasas de Extracción de aceites Industriales.
- Se facilita el desfrutado
- Se obtiene el grado de acidez óptimo.
- Se presentan pérdidas de Aceite normales en la Planta de Beneficio (bajas impregnaciones en tusas, fibras y nueces, bajas pérdidas por fruto adherido a tusas y bajos contenidos de aceite en efluentes líquidos).

En el proceso de logística y recepción se revisan los RFF verificando que cumplan con los criterios de racimos maduros que son (Salcedo, 2017, p.17):

- Racimo que ha desprendido 2 frutos normales de forma natural que se pueden encontrar en el plato o en las axilas de la hoja y que al cortarlo sigue desprendiendo.
- Desprendimiento de máximo del 50% de los frutos de la primera capa.
- Dependiendo de la variedad ha cambiado de color de vinotinto a naranja (Variedades Nigreencis) o de verde a amarillo (variedades Virencens).
- Pérdida del brillo de sus frutos.
- Al momento del descargue en la tolva tiene entre 10-30 alveolos vacíos para palma de menos de 6 años y entre 5-80 alveolos vacíos, para palma de más de 6 años de siembra.
- Estos racimos cuentan además con pedúnculo corto, frutos sanos.
- Una polinización superior al 90%.

### **1.2.6 Disponibilidad – demanda de materia prima**

Producto de la afectación de la enfermedad de Pudrición de Cogollo en la zona, cultivos propios y para garantizar la utilización del 100% de la capacidad instalada de proceso de planta (28 ton/hr RFF) se incrementó el porcentaje de fruto comprado a terceros, pasando de un 30% a un 80% en los últimos 12 años. Actualmente, se cuenta con un promedio de 170 proveedores de fruto en diferentes áreas que no han sido afectadas o tienen poca afectación por la enfermedad. Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S asiste de manera integral a sus proveedores de fruto con:

- Acompañamiento técnico y sanitario.
- Formación y capacitación.
- Acompañamiento para la sostenibilidad económica de plantaciones mediante planes de fertilización financiados, con seguimiento a indicadores de productividad por hectárea.

Actualmente se tiene capacidad de almacenamiento en la tolva de 60 ton / hr y una capacidad instalada de proceso de 28 ton / hr; diariamente se reciben entre 300 – 600 ton, por lo tanto la capacidad de almacenamiento en tolva actual es insuficiente, lo que hace necesario que parte de esta materia prima sea almacenada en piso y no en tolva como debiera de ser; tal situación se realiza para que el tiempo de espera de los camiones con materia prima sea corto y podamos mantener a los proveedores (ver detalle en figura 2).

Almacenar los racimos de fruta en piso ocasiona pérdidas en aceite en proceso, deterioro de calidad de fruta y por ende aceite, retrasos en tiempos de llenado de vagonetas para el

procesamiento, aumento horas extras para el personal operativo, aumento en costo operativo por alquiler de maquinaria pesada.

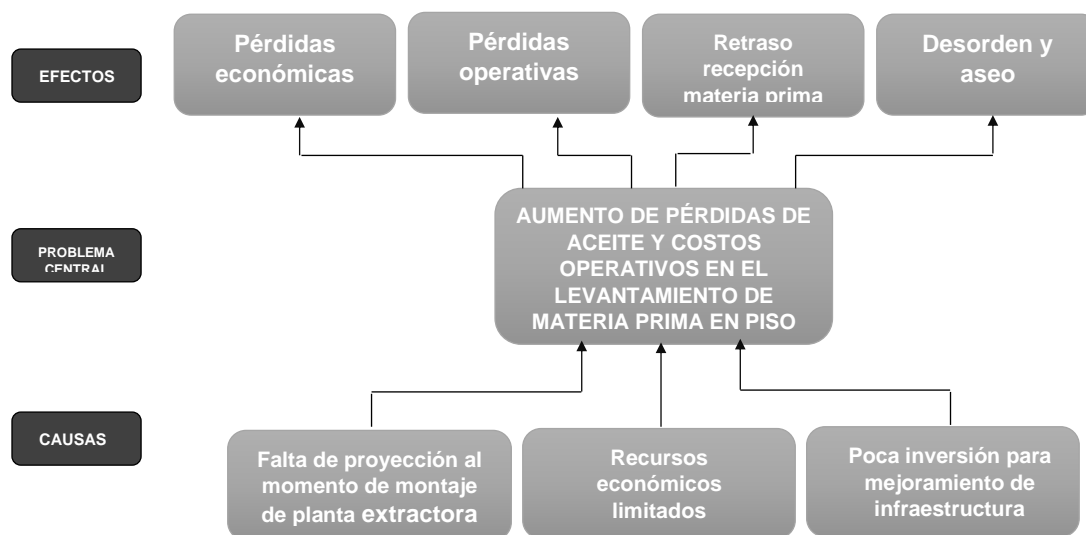
El stock diario de RFF debe ser de 150 Ton, con el fin de garantizar el arranque de la planta y la continuidad del proceso, ya que la mayor cantidad de fruta propia y comprada ingresa en horas de la tarde.



**Figura 2.** Proceso de recepción actual

**Fuente:** El autor

Para desarrollar el proyecto se genera el árbol de problemas de la Figura 3.



**Figura 3.** Árbol de problemas

**Fuente:** El autor

Por lo tanto este proyecto requiere responder las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo se podría optimizar el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, que permita un incremento en la productividad empresarial?

¿Cuál es la viabilidad técnica, operativa y financiera para la puesta en marcha de una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.4 Objetivo General**

Proponer una mejora tecnológica para la optimización e innovación del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, que permita un incremento en la productividad empresarial.



### **1.4.1 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la operación de recepción de materia prima mediante un estudio de procesos, tiempos y movimientos que permita el cálculo del rendimiento operativo en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.
- Identificar tecnologías adaptables al proceso de recibo de materia prima en el sector de plantas de beneficio primario de aceite de palma.
- Determinar la viabilidad técnica, operativa y financiera para la puesta en marcha de una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.

## **1.5 Manejo de Hipótesis**

Teniendo en cuenta que el aceite crudo de palma es actualmente usado en dos industrias: alimenticia y la oleoquímica, lo cual lleva a que la demanda de la misma sea mayor y por ende el fruto de la palma; por tal situación, el sector palmicultor en los procesos productivos en campo y en planta extractora deberán ser más eficientes, llevando sus esfuerzos al incremento en la productividad, bajando costos en las operaciones, optimizando sus procesos internos; de manera que puedan responder con las necesidades del sector y la industria.

En el proceso de investigación se plantean las siguientes hipótesis permitiendo responder la formulación del problema, por lo tanto se considera lo siguiente:

- **Hipótesis 1:** La optimización del proceso del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, permite un incremento en la productividad empresarial.
- **Hipótesis 2:** La optimización del proceso del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, **NO** permite un incremento en la productividad empresarial.
- **Hipótesis 3:** Una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S; es viable técnica, operativa y financiera.
- **Hipótesis 4:** Una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S; **NO** es viable técnica, operativa y financiera.

## 1.6 Justificación

Contar con un óptimo proceso de recepción, logística y almacenamiento de la materia prima, permite poder tener bajo norma diferentes parámetros que afectan considerablemente en las pérdidas de aceite y por ende incremento en los indicadores de productividad; así mismo poder contar con un producto final en óptimas condiciones de calidad y poder mantener un alto nivel de satisfacción de los proveedores de la materia prima.

Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S empresa en sus años de inicios procesaba el 100% de la fruta propia y no dependían de proveedores; consecuencia a la afectación de la enfermedad Pudrición de Cogollo, la empresa se vio afectada en la gran mayoría en sus plantaciones de fruta no pudiendo cubrir la demanda de materia prima a planta extractora lo cual conllevó a recurrir a terceros para la compra de la misma; por lo tanto el proceso de recepción, logística y almacenamiento de la fruta es una herramienta importante para poder ser más eficientes y productivos en el proceso.

Con el desarrollo de esta investigación, se pretende evaluar la implementación de una innovación al proceso de recepción y almacenamiento de materia prima, proponer una solución tecnológica determinando su viabilidad técnica, operativa y financiera que garantice mejora en este proceso, garantizando continuidad en el proceso, disminución de pérdidas, mejora en calidad del producto terminado así mismo mitigando las pérdidas económicas (**Figura 4**).



**Figura 4.** Procesos afectados en la implementación del proyecto

### **1.6.1 Limitaciones**

Una limitante será que no se pueda conseguir información de los costos asociados de la implementación de las tecnologías usadas para el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima.

### **1.6.2 Delimitaciones**

Se consideró las siguientes delimitaciones:

1. El proyecto se llevará a cabo en territorio Colombiano, la planta extractora está ubicada en el departamento de Santander en el corregimiento el Pedral.
2. El proceso de investigación tendrá una duración de estudio de 12 meses.
3. Inicialmente se realizará el diagnóstico actual al proceso de recepción y almacenamiento de materia prima.
4. El objeto de estudio está enmarcado en la evaluación técnica, operativa y financiera de la implementación de una innovación del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima; y poder brindar posibles soluciones y/ alternativas de mejora al proceso de recepción y almacenamiento de materia prima lo cual llevará al aumento en la productividad de la empresa.

---

## Capítulo II

### Marco teórico

---

## 2 Marco Referencial

En este capítulo se presenta los diferentes términos que se utilizaron en el proceso de investigación; igualmente la teoría relevante sobre el proceso de extracción de aceite de palma y teorías y tecnologías usadas en el proceso de recepción, logística y almacenamiento de la materia prima.

### 2.1 Marco conceptual

**Aceite de palma.** Aceite de origen vegetal que se obtiene del mesocarpio de la fruta de palma.

**Ácidos grasos.** Compuestos ácidos derivados de las materias grasas (Wambeck, 2001).

**Acidez.** Contenido de ácidos grasos en el aceite expresados como porcentaje en peso. A mayor acidez menor calidad del aceite. (Wambeck, 2001).

**Cenipalma.** Se trata de la corporación centro de investigación en palma de aceite, la cual es una corporación de carácter científico sin fines de lucro, creada en 1991, con el propósito de generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo (Nieto & Caballero, 2013)

**Fedepalma.** La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) existe para apoyar a los palmicultores en la defensa de sus intereses y el logro de la competitividad de una agroindustria oleaginosa que transforma la calidad de vida de las comunidades que la acogen y promueve el progreso y el bienestar. Representa fielmente los intereses de sus asociados como es su papel irrenunciable, y está destinada a satisfacer sus necesidades inclusive más allá de sus expectativas (Fedepalma, 2021).

**Racimo de palma aceitera.** Se trata del órgano reproductivo femenino de la palma, el cual está compuesto por el pedúnculo y pedúnculos de las espiguillas, frutos externos e internos, y frutos partenocarpicos. Cabe resaltar que es el elemento por el cual se desarrollan todas las labores agrícolas en torno al cultivo de palma aceitera (Corzo, 2018).

**Material.** Semillas, plántulas de pre – vivero y vivero de óptimo calidad, teniendo en cuenta programas de mejoramiento genético a nivel nacional .

**Mesocarpio.** Parte del fruto conformada por la pulpa o tejido fibroso y que está conformada por las celdas que contienen el aceite. (Wambeck, 2001).

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Productividad del sector palmero Colombiano**

Se estima que la palma llegó a Colombia en el año 1932, pero el cultivo extensivo con fines productivos data de 1945 en el departamento del Magdalena. En 1970 el área sembrada era de 11.122 hectáreas; en 1980 pasó a 33.812 y para 1990 el área cultivada ya supera las 100.000 hectáreas. En el año 2007 Colombia fue el quinto productor de aceite de palma en el mundo (2% de la producción total mundial), justo detrás de los países productores más grandes del mundo: indonesia y Malasia (44% y 42%) respectivamente de la producción mundial). Actualmente, Colombia es el 4 productor de aceite de palma en el mundo y el primero en américa latina con el 38% de la producción. Los cultivos han crecido en las últimas décadas y está previsto un mayor crecimiento (Ortíz, 2019).

La palma de aceite es la oleaginosa más productiva del planeta; una hectárea sembrada produce entre 6 y 10 más aceite que las demás. Actualmente en Colombia, el cultivo de la palma de aceite se encuentra en 161 municipios de 21 departamentos. Generando 185.000 puestos de trabajo entre directos e indirectos que benefician a miles de familias; con ventas aproximadas de 1'536.000 t, 826.400 t ventas mercado interno, 710.100 t ventas mercado exportación, 771.939 t exportaciones de productos de la palma de aceite, 225.968 t importaciones de productos de la palma de aceite. El gremio consta de 5.105 palmicultores de pequeña escala, con mayor inclusión social y económica en el agro colombiano; con 559.583 hectáreas sembradas, 486.006 hectáreas en producción y 73.577 hectáreas en desarrollo (Fedepalma, 2021).

En la

**Figura 5** podemos evidenciar la variedad de productos generados a base del aceite crudo de palma.



**Figura 5.** Productos a base de aceite crudo de palma

Fuente: Fedepalma

### 2.2.2 Proceso de extracción aceite de palma africana

El proceso de producción de aceite de palma comprende dos grandes fases: la agrícola y la industrial. En el proceso agronómico se planean y cumplen las actividades correspondientes al



cultivo de la palma de aceite, como son: compra y selección de semillas, instalación de viveros, selección y adecuación de terrenos, instalación de coberturas y de cultivo, mantenimiento del cultivo (control de plagas, malezas y fertilización del suelo), cosecha y transporte de racimos de fruta fresca (Afoakwa & Sakyi, 2013).

La otra fase involucra el área industrial donde se realizan actividades encaminadas al beneficio primario del fruto de la palma. En este proceso intervienen actividades como son la recepción, evaluación y almacenamiento de los racimos de fruta fresca – RRF, esterilización, digestión, prensado, clarificación, secado, almacenamiento y palmisteria, para obtener aceite crudo de palma y almendra de palmiste como subproducto.

La función principal de una planta extractora de aceite de palma es extraer la mayor cantidad posible de aceite del racimo de fruta fresca (RFF) que se recibe y esta producción sea de alta calidad. Ya que la extracción del aceite de palma se realiza en el campo, la planta extractora solo puede optimizar sus operaciones de extracción para extraer la mayor cantidad de aceite posible del RFF. La mayoría de las plantas extractoras cuenta con la desventaja de no saber cuánto aceite contiene el RFF.

La eficiencia de las operaciones de extracción sólo puede verificarse realizando un estimativo de la pérdida de aceite en los productos de desecho tales como la tusa o raquis, la fibra, el cuesco y el efluente de la planta extractora de aceite de palma al igual que los derrames accidentales de aceite. Al mismo tiempo, la calidad el aceite de palma y producidos se ve afectada por la calidad de los RFF recibidos y las subsiguientes condiciones de procesamiento. Por lo tanto se requiere de un sistema de control del proceso eficaz para minimizar la pérdida de aceite y producir productos de la más alta calidad. El papel del departamento de control del proceso es

proveer información crítica a la administración para garantizar que se cumplan los objetivos del proceso (Afoakwa & Sakyi, 2013).

El proceso de beneficio del aceite de palma incluye diferentes etapas (figura 6); en cada una de ellas se manejan diferentes variables que se deben controlar:



**Figura 6. Proceso de beneficio de palma**

Fuente: (Induagro México, 2021)

La recepción de los racimos de fruta son el punto de partida del proceso de beneficio de palma, seguido de la esterilización, la desfrutación, la digestión y el prensado del fruto. Posteriormente el proceso se divide en dos fases simultáneas que son el tamizado y desfibración como se observa en la figura 7. A continuación, se amplía la explicación para cada una de las etapas del proceso de beneficio de palma.



**Figura 7. Proceso de beneficio de aceite de palma**

Fuente: (Induagro México, 2021)

- **Recepción, almacenamiento de fruta:** las condiciones físicas de la fruta relacionada con el tipo de material y el grado de madurez, son determinantes para obtener excelentes resultados en el proceso de extracción de aceite de palma (Afoakwa & Sakyi, 2013). En este proceso se debe controlar diferentes parámetros de calidad respecto a madurez de la fruta. Los camiones, vagones o remolques cargados con RFF son pesados a la entrada de la fábrica y a salida cuando estos estén vacíos, en una báscula. Luego, del proceso de pesado del camión, vagoneta o remolque, los racimos de fruta son vaciados en una tolva inclinada en una rampa (como la que se observa en la figura 8). Allí se evalúan visualmente y se califica la calidad del RFF, para ello se cuenta con varios atributos y variables, que se evalúan como madurez, (No. de frutos sueltos), longitud del pedúnculo e impurezas (Material vegetal, tierra, Otros). Se registra procedencia, variedad y año de siembra.

Al abrir la compuerta de la tolva, los racimos caen en las vagonetas de 2.5 Ton con chasis colocados bajo las mismas. Las vagonetas cargadas de fruta luego son transportadas por rieles y empujados hacia los esterilizadores mediante un sistema de cabrestante poleas de reenvío para el proceso. (Wambeck, 2001, Pág.7).



**Figura 8.** Tolva y zona almacenamiento en piso de materia prima  
Fuente: El autor

- Esterilización:** este proceso se efectúa en vagonetas de 2.5 Ton de capacidad, para introducir los frutos en un recipiente cilíndrico de acero con puertas especiales, donde son metidas a vapor y presión alta (ver figura 8). Proceso clave pues garantiza la efectividad de las operaciones siguientes. Detener el proceso de acidificación del aceite. Esto se consigue inactivando la enzima lipaza (presente en el fruto), a 55 °C, la cual es el catalizador de tal proceso. Facilitar el desfrutado (desgranado) al tener acción sobre la unión de los frutos al raquis (mediante hidrólisis localizada en los puntos fruto-espiga). Preparar la pulpa para la digestión (etapa posterior). Hidrolizar material mucilaginoso y algunas pectinas que actúan como agente emulsificantes en la etapa de clarificación. Deshidratar parcialmente las almendras y preparar el cuesco para su rompimiento. La esterilización se realiza en autoclaves, que son tubos horizontales en los cuales los frutos se someten a presión, alcanzando temperaturas superiores a 140 °C y presiones de hasta 3 Bares.

Esta operación se efectúa en una serie de picos de presión y expansión. Bucarelia usa tres picos de Presión el último de ellos se mantiene por un tiempo de aproximadamente 45 minutos, en promedio esta operación puede tomar 80 minutos totales. Como las autoclaves

trabajan con vapor saturado, este vapor es evacuado del autoclave en cada pico de presión por des aireación y por condensación; generando de esta forma el primer efluente que contiene aceite, sólidos en diferentes formas y materia orgánica, entre otros. (Prieto, 2019, Pág. 30).



**Figura 9.** Esterilización de los RFF

**Fuente:** El autor

- **Desfrutación:** el fruto ya esterilizado en las vagonetas, es retirado del esterilizador mediante el sistema de cabrestante y poleas de reenvío, y colocado así en posición para que la grúa, manejada a control remoto, realice la labor de vaciado de la fruta en el desfrutador. (Wambeck, 2001, Pág.8). Este proceso se da por la separación de los frutos del racimo para facilitar la extracción del aceite que se hace directamente de los frutos. El desfrutador es un tambor rotatorio que lleva en su parte interna un juego de barras longitudinales dispuestas a intervalos regulares, que golpean el racimo permitiendo así que los frutos queden sueltos, estas barras entre sí tienen una distancia tal que permite que el fruto suelto salga del tambor y caiga sobre un tornillo sinfín. Es importante que la operación de Desfrutación sea eficiente para garantizar la operación de digestión y así mismo la extracción del aceite.

Las tusas libres del fruto son conducidas por una volqueta al campo como aportantes de materia orgánica al suelo; las tusas que aún presentan frutos adheridos son sometidas

nuevamente a las operaciones descritas anteriormente. Se aplica en este punto una inspección de calidad para auditar la eficiencia de este proceso. (Prieto, 2019, Pág. 30).



**Figura 10.** Zona desfrutador RFF

Fuente: El autor

- **Digestión:** en la digestión el fruto suelto es macerado logrando de esta manera el ablandamiento de la pulpa, es decir prepararla para el prensado. Bucarelia cuenta con tres digestores uno para cada prensa como el que se muestra en la figura 10. El digestor es un cilindro vertical, tiene en el fondo una válvula de salida, en el centro del digestor se encuentra un eje vertical, unidos a él varios brazos, llamados agitadores, que realizan el macerado del fruto, también, en el fondo cuenta con un par adicional de brazos llamados barredores que arrastran la masa hasta la prensa; al interior del digestor se inyecta vapor a una presión de 3 o 4 bares, esto para facilitar la operación de macerado. “La fruta, desde el desfrutador, pasa a los digestores que completan el rompimiento de las celdas de aceite con brazos que se mueven lentamente” (Wambeck, 2001, Pág.8).



**Figura 11.** Zona de digestión  
Fuente: El autor

- **Prensado:** es una operación mecánica y es la operación específica de extracción del aceite. El equipo utilizado es llamado prensa (ver figura 11) y esta puede ser hidráulica, continua y de 1 o 2 tornillos; por lo general las prensas de mayor uso son las continuas y de doble tornillo. La unidad de extracción en si consta de los tornillos, la camisa (o Colador) que los envuelve, un par de cuñas en forma de cono y la unidad hidráulica que presiona los conos. La caja tiene perforaciones en uno de sus extremos (donde se hallan los conos) que es el lugar por donde se evacua la materia sólida (torta) una vez es prensada gracias al movimiento interno de los tornillos (es decir los tornillos presionan la masa contra el colador), el aceite pasa el colador y es mezclado con agua caliente a 95 °C y posteriormente el aceite pasa a un tanque pre-clarificador. Bucarelia posee tres prensas doble tornillo Cada una de ellas con una capacidad de extracción de 13,5 ton/hora, y que operan como se describió anteriormente. (Prieto, 2019, Pág. 32).



Los tres productos separados en esta sección son: A. El aceite crudo que está conformado por agua, lodo y aceite. Este pasa a la sección de clarificación. B. Nueces: 15 % de los RFF. Son separadas por el desfibrador y en la sección de almendras para la recuperación de las almendras. C. Fibras: aproximadamente el 15% del peso de los RFF, con un contenido de humedad del 37%. El contenido de aceite residual se encuentra entre 6 y 8% de aceite sobre fibra seca. (Wambeck, 2001)



**Figura 12.** Zona de Prensado

Fuente: El autor

- **Clarificación:** El objetivo es mejorar el aspecto general del aceite crudo extraído por las prensas, eliminándole agua, lodo y material vegetal. La clarificación se realiza por etapas; el aceite crudo de las prensas es pasado por un tanque llamado preclarificador en él se adiciona agua caliente a 90 °C, se obtienen dos caudales. Un lodo rico (aceite bruto) en aceite pasa por un tamiz vibrador dotado de una malla de acero inoxidable de 30 y 20 mesh, en el cual se procura retirar del aceite todas las impurezas de gran tamaño como son fibras, arena, material vegetal, el aceite crudo es almacenado en un tanque (tanque de aceite bruto).



El otro caudal, aceite con impurezas, se pasa al tanque de sedimentación, donde por decantación se continúa con el proceso de limpieza de impurezas, el aceite limpio se pasa al secador de vacío y de este al tanque de aceite crudo terminado disponible para despacho.

El aceite bruto es bombeado al separador primario de donde se obtienen dos caudales, aceite crudo, el cual es enviado al tanque de sedimentación, este es sometido al proceso antes descrito, en donde se clarifica un poco más el aceite en caso de que se hubiesen pasado algunas impurezas las cuales son evacuadas por medio de las válvulas de purga del tanque, se elimina el exceso de agua y se envía a tanques para almacenamiento. (Prieto, 2019, Pág. 32 - 33).



**Figura 13.** Proceso de Clarificación

Fuente: El autor

- **Clarificación – tratamiento de lodos:** La corriente de lodo aceitoso proveniente del separador primario es dirigida a un tanque de lodos (ver figura 12) que tiene dos (2) secciones y del cual lo succionan unas bombas desarenadoras cuya descarga es dirigida a la parte superior del tanque de lodos de donde se alimentan unas centrífugas las cuales hacen la recuperación de aceite atrapado en el lodo. La descarga de las centrífugas es conducida a una batería pequeña de florentinos; los condensados de esterilización y las purgas de proceso son conducidos a otra batería de florentinos pero de mayor capacidad.

Es de mencionar que la clarificación es “la principal fuente de efluentes de una planta extractora de aceite de palma”.

Una planta extractora como la de Oleaginosas Bucarelia con una capacidad instalada de procesamiento de 40tn RFF/hora origina en promedio aproximadamente 950 m<sup>3</sup> /día de efluentes, que de las trampas de grasa o florentinos son dirigidos al sistema de tratamiento de aguas residuales. (Prieto, 2019, Pág. 33).



**Figura 14.** Centrifugas  
Fuente: El autor

- **Almacenamiento:** La etapa comienza en la salida del aceite del secador de vacío y termina con el aceite almacenado en los tanques. Los tanques de almacenamiento deben estar debidamente identificados en la parte exterior (número de tanque, capacidad y acidez del producto almacenado). Cada tanque debe tener un accesorio para el sistema de recirculación y durante la operación en la planta el aceite en los tanques debe tener una temperatura mínima de 45°C (ver figura 14). (Prieto, 2019, Pág. 34).



**Figura 15.** Tanques de almacenamiento

Fuente: El autor

- **Palmistería:** Es una sección de la planta extractora donde se realiza una parte del beneficio de la almendra, que ha pasado por las operaciones del proceso de extracción. En palmistería llega la nuez entera que ingresa por el tambor pulidor, este se encarga de limpiar la nuez de los restos de fibra, luego la nuez es sometida a secado en silos a una temperatura inferior a los 60° C, una vez seca las nueces pasan por un Rompenueces, donde se realiza una especie de clasificación de la nuez de acuerdo con su tamaño para que todas la nueces sean trituradas liberando la almendra que se encuentra albergada en su interior luego de esto la mezcla de cáscara y palmiste se separa utilizando métodos neumáticos y húmedos; una vez terminada las operaciones de obtención y limpieza del palmiste, se procede a secarse en silos mediante la aplicación de aire caliente, una vez seca es enviada a silo de almacenamiento para su despacho. (Prieto, 2019, Pág. 34).



**Figura 16.** Proceso de Palmistería de Nueces

**Fuente:** El autor

---

## Capítulo III

# Marco Metodológico

---

### 3 Marco Metodológico

El presente capítulo permite detallar y analizar los datos recolectados mediante las técnicas escogidas de orden metodológico, donde se dan respuesta a las preguntas las cuales fueron objetivos de estudio. Se determina el método de investigación, población y técnicas de recolección y análisis de datos utilizados para el estudio.

#### 3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación llevado a cabo en esta investigación es de tipo mixto, donde involucra tipo investigación / cuantitativo de tipo no teórico no experimental con enfoque descriptivo. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que las investigaciones no experimentales, conciben la recolección y análisis de información sobre una situación determinada, a manera de describir las características presentes sin llegar a afectar o alterar el ambiente donde se desarrolla el hecho.

Las principales acciones cuantitativas para llevar a cabo la investigación – acción son:

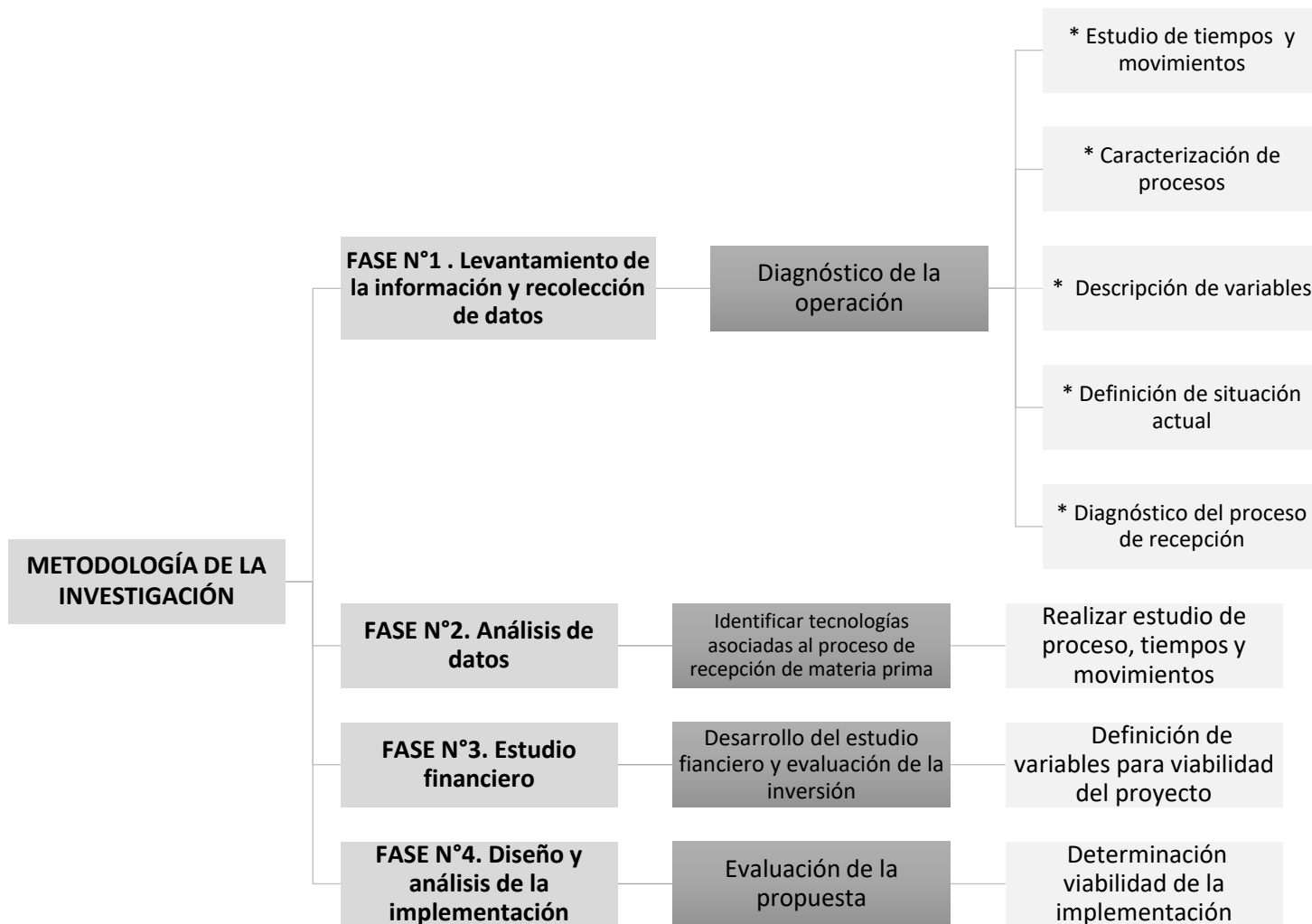
- *Detectar el problema de investigación, clarificarlo y diagnosticarlo (ya sea un problema social, la necesidad de un cambio, una mejora, etcétera):* recolectar datos sobre la problemática y las necesidades.
- *Formulación de un plan o programa para resolver el problema o introducir el cambio:* objetivos, estrategias, acciones, recursos y programación de tiempos.

- *Implementar el plan o programa y evaluar resultados:* recolección de datos para evaluar la implementación, comunicar plan y las acciones, revisar la implementación y sus efectos, toma de decisiones, redefinir problemática, generar nuevas hipótesis, ajuste del plan y volver a la implementar.

- *Realimentación, la cual conduce a un nuevo diagnóstico y a una nueva espiral de reflexión y acción:* recolectar datos y volver a evaluar el plan implementado con ajustes, información de los resultados, realizar nuevos ajustes, decisiones, redefiniciones y nuevos diagnósticos.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Para dar cumplimiento con los objetivos formulados, se estructuró una metodología descrita en la siguiente figura 17:



**Figura 17.** Diseño metodológico

Fuente: El autor



### 3.3 Variables

El modelo de optimización e innovación del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S., se enfocó en la minimización de la cantidad de RFF en piso porque esta condición implica retrasos en los siguientes aspectos: 1) en el tiempo de llenado de vagonetas, 2) en aumento de horas extras al personal operativo, 3) aumento en el costo por alquiler de maquinaria pesada y 4) disminución de la cantidad de aceite por extraer debido al golpe con el piso y su traslado de las vagonetas o tolva.

Dadas estas condiciones, a continuación, se tiene la ecuación para determinar la cantidad de RFF en piso, describiendo sus variables y constantes en la Tabla 2, siguientes las ecuaciones 1,2,3 y 4 de las constantes de optimización. Cabe resaltar que la variable  $x$  se deja al final de la ecuación, como pendiente de ubicar o definir porque el desarrollo de la presente tesis tiene por objetivo determinar la tecnología que mejor se adapte a las necesidades de la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, que permita un incremento en la productividad empresarial al tener un proceso de recepción y almacenamiento de materia prima, en condiciones que preserven la calidad del RFF, lográndose por medio de la capacidad de recepción por hora.

**Tabla 1.** Variables principales del modelo de optimización

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Restricción</b>
$Z$	Cantidad de RFF en Piso	Minimizar
$y$	Cantidad de RF acumulados	Mantener
$x$	Por definir	Por definir

Fuente: elaboración propia

$$\text{(Ecuación 1) } RFF \text{ almacenada si n procesar} = RFF \text{ en tolva} + RFF \text{ en piso}$$

$$\text{(Ecuación 2) } RFF \text{ almacenada si n procesa} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas}$$

$$\text{(Ecuación 3) } RFF \text{ en tolva} + RFF \text{ en piso} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas}$$

$$\text{(Ecuación 4) } RFF \text{ en piso} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas} - RFF \text{ en tolva}$$

### **3.4 Población**

El presente proyecto se realiza en planta extractora de aceite de palma, Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S en el corregimiento el Pedral en el Municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander situado en la zona central de Colombia.

### **3.5 Técnicas e instrumentación de recolección de datos**

Para la investigación del presente proyecto, se empleó la técnica de recolección de datos documental, bibliográfica enfocada en los diferentes procesos, metodologías, tecnologías implementadas para mejorar la eficiencia en el proceso de recepción de materia prima que permita un incremento en la productividad empresarial. Se realizó una investigación exhaustiva enfocada en la operación actual; estudio de proceso, tiempos y movimientos; revisión de las diferentes proyectos realizados en plantas extractoras aplicadas en búsqueda de la mejora en proceso de recepción de materia prima. Se recolecto indicadores de pérdidas en el proceso en el año 2020 y 2021, indicadores de rendimiento y calidad:

- % Extracción de aceite (%TEA)
- % Pérdidas de aceite por fruta desprendida en campo
- % Ácidos grasos libres (%AGL)
- % Fruta almacenada en tolva VS piso
- Fruta procesada diaria
- Tiempos en ingreso de vehículos

- Costos asociados al uso de maquinaria pesada actual
- Costos tecnologías asociadas a la recepción de materia prima

### **3.6 Técnica de análisis de los datos**

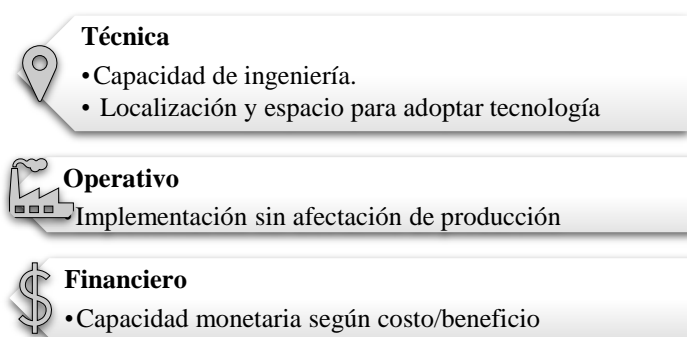
Por medio del presente se presenta las herramientas para el análisis de datos que se utilizarán en cada una de las fases del proyecto:

- En la fase de levantamiento de la información, se realizará diagnóstico actual de proceso (visual), donde se revisaran los tiempos y movimientos, se caracterizarán y describirán las variables involucradas; finalmente se realizará diagnóstico de la operación, sumado a que se realizará análisis documental. Se realizará encuesta de satisfacción a los diferentes conductores que transportan la materia prima.
- En la fase de análisis de datos, realizaremos análisis documental y retroalimentación con otras plantas extractoras acerca de las diferentes tecnologías y sus costos asociados al proceso de recepción de materia prima.
- En la fase del estudio financiero, realizaremos revisión de los costos actuales vs costos asociados a la mejora tecnológica (medición de indicadores de bondad: TIR, TIRM, VPN, relación costo beneficio); para esta actividad lo trabajaremos con el software especializado de Excel y SPSS.
- Finalmente con los resultados obtenidos se determinará la viabilidad de la puesta en marcha de la solución tecnológica, se elaborara procedimiento para la recepción de materia prima con la mejora realizada.

### 3.7 Criterios de Viabilidad

Finalmente, los criterios de viabilidad consideradas en esta investigación fueron de tipo técnico, operativo y financiero como se muestra en la figura 18 En primer lugar, se evaluó si la empresa tenía capacidad en términos de ingeniería, localización y espacio para adoptar la tecnología (técnica), en segunda instancia se evaluó la capacidad para instalación de la tecnología elegida afectar la producción (operativa).

Por último, se calculó la capacidad monetaria para adquirir la tecnología que mejor se adaptó la ampliación de la capacidad de recepción y almacenamiento según el costo – beneficio que representa la adquisición (financiera).



**Figura 18. Criterios de Viabilidad**

Fuente: Elaboración propia

---

## Capítulo IV

### Desarrollo de la propuesta

---

## **4 Desarrollo de la propuesta**

El desarrollo de la propuesta inició con el diagnóstico de la operación de recepción y almacenamiento de la materia prima, seguido por el análisis de las tecnologías asociadas al proceso de recepción de materias primas, y por último la evaluación de viabilidad técnica, operativa y financiera de dicha propuesta.

### **4.1 Diagnóstico de la operación de recepción y almacenamiento de materia prima para el proceso de extracción de aceite de palma**

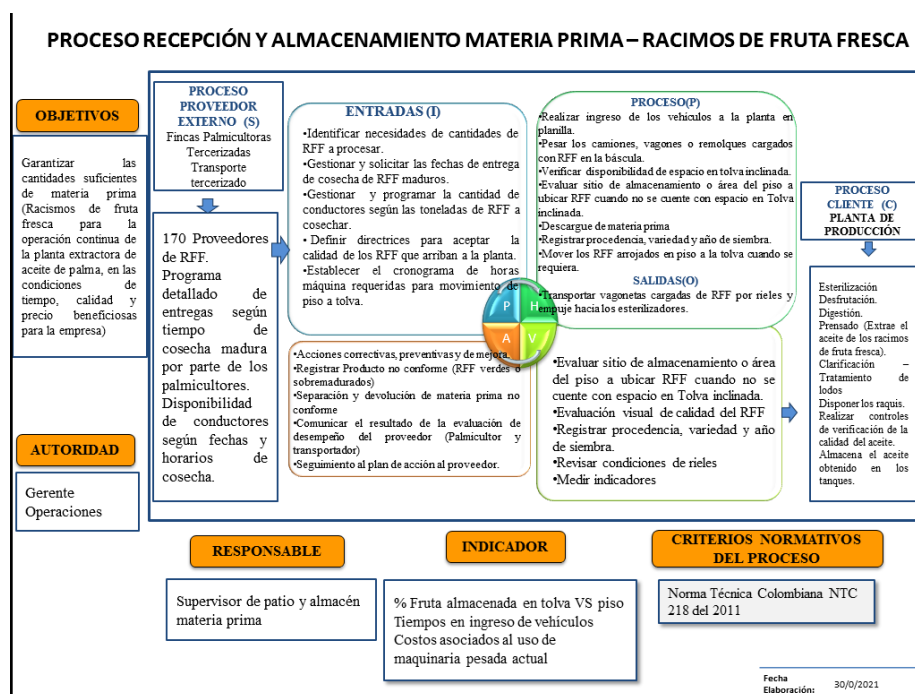
A continuación, se presenta la caracterización de los procesos, además de la descripción de variables, y la definición de la situación actual de la planta.

#### **4.1.1 Caracterización de procesos de recepción y almacenamiento de materia prima para el proceso de extracción de aceite de palma**

Las caracterizaciones de procesos tienen diferentes guías y modelos que se adecuan a lo requerido por las entidades sean empresariales, educativas o de otra índole y que también dependerá de cómo quieren visualizar la información. Dentro de estas guías, se tiene el diagrama SIPOC (Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers) que se describe así:

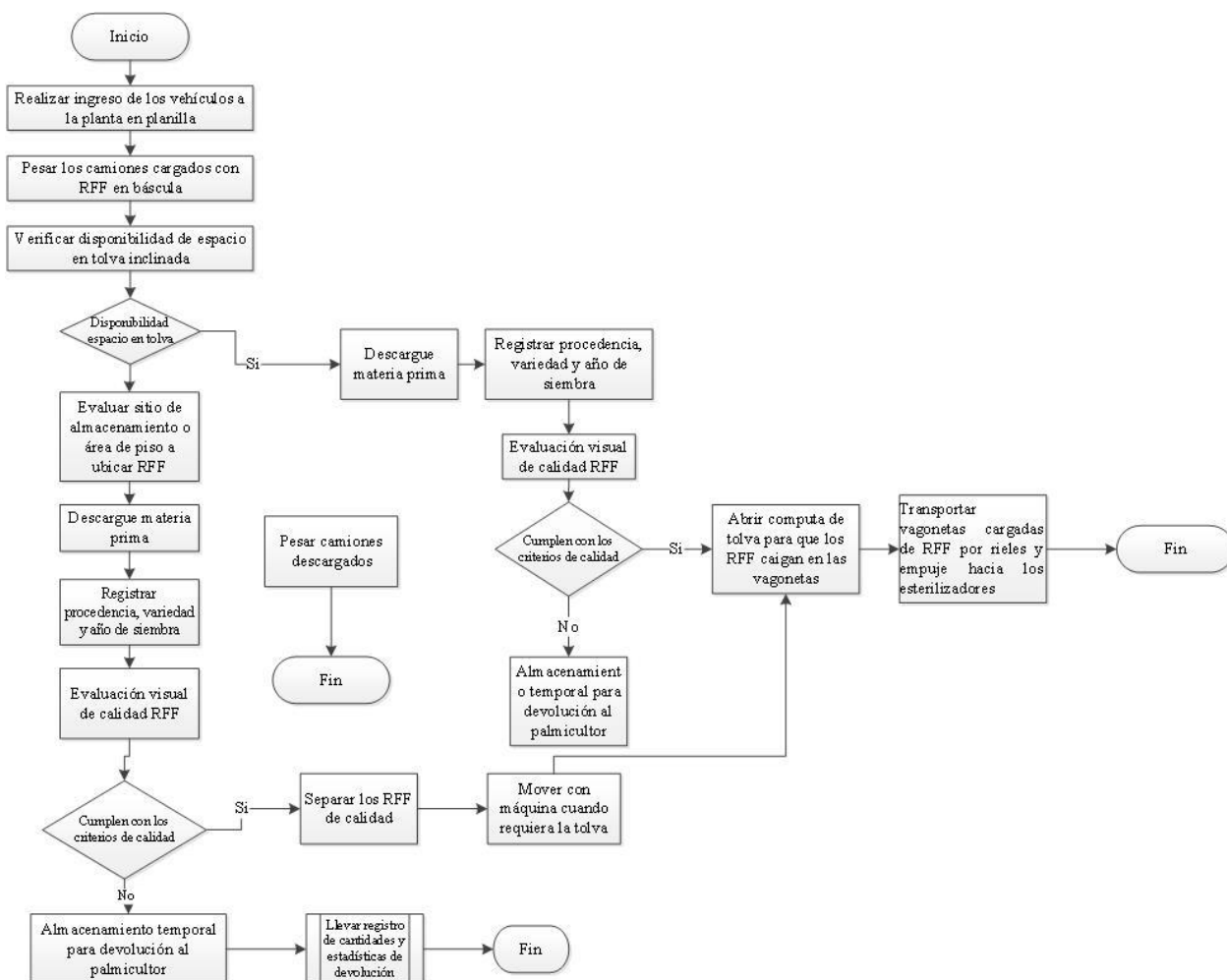
De manera resumida los pasos a realizar para elaborar un Diagrama SIPOC son: Establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios, Establecer los proveedores de estas entradas al proceso, Definir las salidas del proceso, Establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas, El Diagrama de SIPOC es una herramienta que se emplea tanto en el ámbito de 6Sigma como en la gestión por procesos en general. (Castillo-González & Carreño, 2020, p.24).

El proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S caracterizado mediante el diagrama SIPOC con una adaptación incluyendo el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) de Deming se muestra en la **Figura 19** y diagrama de flujo con las actividades específicas, se muestra en la **Figura 20**.



**Figura 19.** Caracterización proceso recepción y almacenamiento RFF

**Fuente:** El autor



**Figura 20.** Diagrama de Flujo proceso recepción y almacenamiento RFF

**Fuente:** El autor

#### 4.1.2 Descripción de variables

El modelo de optimización e innovación del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, que permita un incremento en la productividad empresarial, está enfocado en la minimización de la cantidad de RFF en piso porque esta condición implica retrasos en el tiempo de llenado de vagonetas, aumento de horas extras al personal operativo, aumento en el costo por alquiler de maquinaria pesada y



principalmente, en términos de la fruta se tiene pérdida de su calidad, disminución de la cantidad de aceite por extraer debido al golpe con el piso y su traslado de las vagonetas o tolva.

Dadas estas condiciones, a continuación, se tiene la ecuación para determinar la cantidad de RFF en piso, describiendo sus variables y constantes en las Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente. Inicialmente se planteó la cantidad total que puede llegar a tener Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S en un determinado día para así poder despejar y direccionar la estrategia a presentar en este trabajo de grado, que permita disminuir la cantidad de RFF en piso.

La variable  $x$  se deja al final de la ecuación, como pendiente de ubicar o definir porque el desarrollo de la presente tesis tiene por objetivo determinar la tecnología que mejor se adapte a las necesidades de la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, que permita un incremento en la productividad empresarial al tener un proceso de recepción y almacenamiento de materia prima, en condiciones que preserven la calidad del RFF, lográndose por medio de la capacidad de recepción por hora.

$$RFF \text{ almacenada sin procesar} = RFF \text{ en tolva} + RFF \text{ en piso}$$

$$RFF \text{ almacenada sin procesar} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas}$$

$$RFF \text{ en tolva} + RFF \text{ en piso} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas}$$

$$RFF \text{ en piso} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas} - RFF \text{ en tolva}$$

$$RFF \text{ piso} = Z$$

$$RFF \text{ Acumulada} = y$$

$$Z = y + 60 - 28 - 2,5 - 60 - x$$

**Tabla 2. Variables del modelo de optimización**

Variable	Descripción	Restricción
$Z$	Cantidad de Racimos de Fruta Fresca en Piso	Minimizar
$y$	Cantidad de Racimos de fruta fresca acumulados	Mantener
$x$	Rff en Tolva	

Fuente: El autor

**Tabla 3. Constantes del modelo de optimización**

Constante	Descripción
60	Cantidad en toneladas de ingreso de RFF por parte de los vehículos por hora
28	Capacidad procesamiento en toneladas de planta por hora
2,5	Capacidad de vagonetas en toneladas
60	Capacidad de tolva en toneladas

Fuente: El autor

La ecuación representa la cantidad de RFF en piso por hora, puesto que la planta procesa 28 toneladas por hora, teniendo la "y" con la cantidad acumulada de RFF que se tiene en la planta, garantizando que se cuente con la suficiente para que la planta no se detenga. La solución de la problemática de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, dependerá de las variables de capacidad de almacenamiento de la planta en su totalidad es decir incluyendo la planta, las vagonetas y la tolva, además de las descargas que realicen por hora los vehículos para así reducir el tiempo complementario tanto de los conductores, como de las horas de operador y hora de alquiler de máquina.

### **4.1.3 Definición de situación actual**

#### ***4.1.3.1 Estudio de tiempos y movimientos***

La optimización del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, requirió de un análisis de diferentes momentos de las operaciones de transporte, llegada del camión y descargue de los RFF tanto en tolva como en piso.

El estudio de tiempos consistió en registrar la duración en minutos de las actividades que realiza el vehículo desde que ingresa al patio o tolva hasta su salida del sitio, tomándose esta información por medio del formato presentado en la **Tabla 4**, realizándose de Domingo a Sábado para comprender como es la operación semanal, cuántos minutos tarda en promedio el vehículo dependiendo del día y con registros por parte de la empresa en donde reportan que las temporadas de mayor cosecha de RFF se dan entre Enero y Mayo con trabajo continuo en la planta es decir de 24 horas y para el resto del año entre Junio y Diciembre, trabajando 16 horas.

**Tabla 4. Formato Registro toma de tiempos y movimientos para proceso de recepción y almacenamiento de materia prima**

<b>Formato para registro de toma de tiempos y movimientos</b>												
<b>Fecha:</b>												
<b>Ubicación: Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S</b>												
<b>Operación: Proceso de recepción y almacenamiento de materia prima</b>												
<b>Proceso proveedor:</b>												
<b>Proceso cliente:</b>												
<b>Hora Inicio:</b>												
<b>Hora Fin:</b>												
N°	Descripción Actividad	Cantidad personas en actividad (P)	Día de la Semana	Tiempo observado (TO)							Total tiempo observador (TO*P)	
				Minutos	Segundos*							
					0	10	20	30	40	50	55	
1												
2												
3												
*Se marca los segundos al que se encuentre más cerca, es decir si son 33 segundos se marca 30 y si son 37 se marca 40 segundos.												
*Si pasa de los 5 segundos, se marca el mayor. Si es menor a 5 segundos se marca el inferior												

Fuente: El autor

Se tomaron tiempos en un escenario ideal en donde los camiones llegan y cuentan con completa disponibilidad para descargar la materia prima sea en tolva o en piso, registrando este tiempo y posterior los tiempos del escenario real, con la situación actual que presenta la planta con el tiempo del vehículo dentro del sitio de descargue. Como complemento metodológico se emplearon las ecuaciones de tiempo estándar descritas por Niebel y Freivalds (2009) citado por

Vásquez (2017), para relacionar las variables de tiempo observado, tiempo normal y el desempeño de los colaboradores involucrados en las actividades de recepción y almacenamiento de RFF.

$$TN = TO \times \frac{C}{100}$$

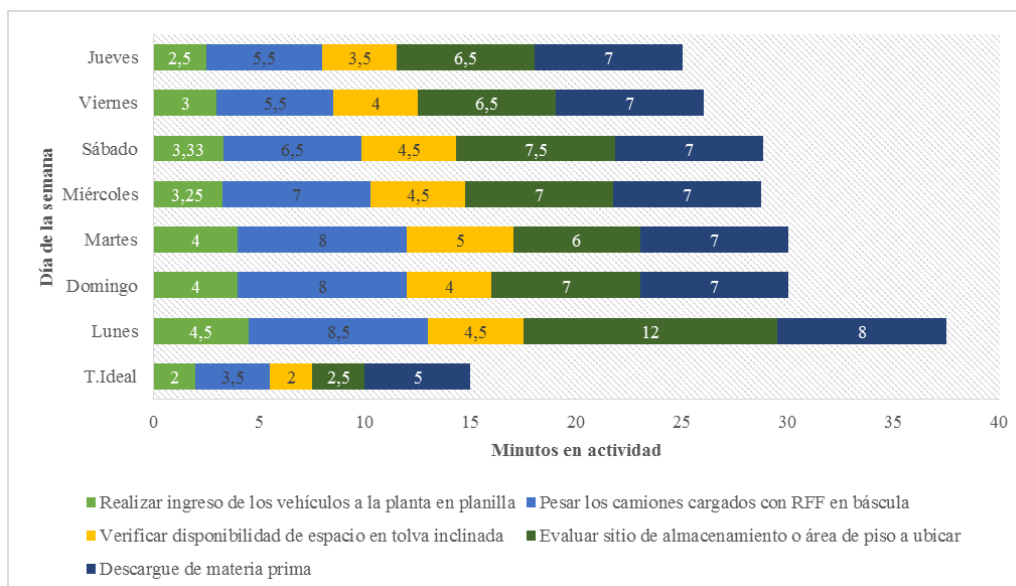
Donde:

*TN = Tiempo normal*

*TO = Tiempo observado*

*C = Calificación del operario expresada como porcentaje*

En este caso la cantidad de tiempos observados, corresponde a los días de la semana en los que se tomaron registros de las actividades de recepción y almacenamiento, que son aquellas antecesoras al proceso de producción. El tiempo normal fue diferente para cada día de la semana debido al desempeño de los colaboradores o variable  $C =$  *Calificación del operario expresada como porcentaje*, que se vio afectada por la capacidad de almacenamiento de la empresa. Los resultados del estudio de tiempos se presentan en la Figura 21 con el cálculo de la calificación del colaborador en la Tabla 5, que se logró mediante el tiempo normal que se toma como el ideal y el tiempo observado que fue el cronometrado en campo.



**Figura 21.** Tiempos en actividades de recepción y almacenamiento inicial de materia prima  
Fuente: El autor

**Tabla 5.** Tiempo normal actividades recepción y almacenamiento de RFF

Día de la semana	Realizar ingreso de los vehículos a la planta en planilla			Pesar los camiones cargados con RFF en báscula			Verificar disponibilidad de espacio en tolva inclinada			Evaluar sitio almacenamiento o área de piso a ubicar			Descargue de materia prima		
	TN	TO	C	TN	TO	C	TN	TO	C	TN	TO	C	TN	TO	C
Lunes	2	4,5	44,4	4	8,5	41,2	2	4,5	44,4	3	12,0	20,8	5	8,0	62,5
Domingo	2	4,0	50,0	4	8,0	43,8	2	4,0	50,0	3	7,0	35,7	5	7,0	71,4
Martes	2	4,0	50,0	4	8,0	43,8	2	5,0	40,0	3	6,0	41,7	5	7,0	71,4
Miércoles	2	3,3	61,5	4	7,0	50,0	2	4,5	44,4	3	7,0	35,7	5	7,0	71,4
Sábado	2	3,3	60,1	4	6,5	53,8	2	4,5	44,4	3	7,5	33,3	5	7,0	71,4
Viernes	2	3,0	66,7	4	5,5	63,6	2	4,0	50,0	3	6,5	38,5	5	7,0	71,4
Jueves	2	2,5	80,0	4	5,5	63,6	2	3,5	57,1	3	6,5	38,5	5	7,0	71,4
Promedio	2	3,5	59,0	4	7,0	51,4	2	4,3	47,2	3	7,5	34,9	5	7,1	70,2

Fuente: El autor

Ahora bien, estos datos permiten analizar la tendencia en el desempeño de la ejecución de las actividades, teniendo respectivamente en el primer escalón la actividad de “**Evaluar sitio almacenamiento o área de piso a ubicar**” como aquella de menor rendimiento con un promedio 34.9 sobre 100, es decir la que menos rinde debido a que hay demoras en la definición del espacio

o área en piso en donde ubicar porque debe ser fácilmente identificable para el operador de máquina ya que Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S aplica el principio PEPS (Primeras en Entrar, Primeras en Salir), para que los RFF sean tratados en el menor tiempo posible y no se afecte su nivel de acidez.

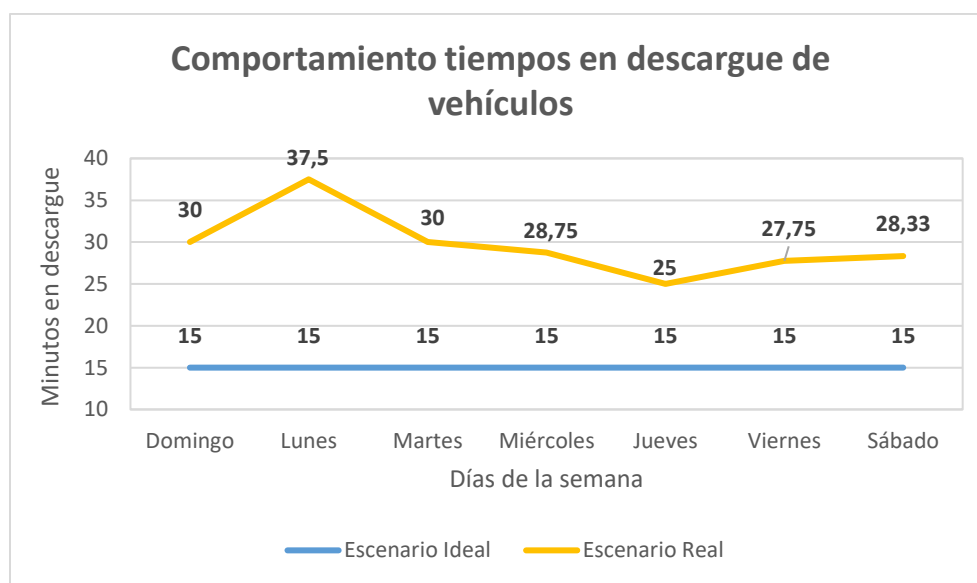
Seguido a la actividad de “**Evaluar sitio almacenamiento o área de piso a ubicar**”, está la actividad “**Verificar disponibilidad de espacio en tolva inclinada**” con un promedio de eficiencia de 47.2 sobre 100, tardándose el doble de tiempo requerido porque siempre se reconfirma que exista disponibilidad de espacio en la tolva o que sea pronta la necesidad de RFF por parte de la tolva inclinada para que este pueda entrar directo, con fruto totalmente fresco para que la tasa de extracción sea mayor.

En el tercer lugar, se encuentra la actividad “**Pesar los camiones cargados con RFF en báscula**” que se debe a la espera que genera la actividad “**Evaluar sitio almacenamiento o área de piso a ubicar**” porque mientras se evalúa y descarga, los camiones que lleguen deben esperar a ser pesados para que luego puedan entrar a descargar. El rendimiento de esta actividad es de 51.4 sobre 100.

La actividad de “**Realizar ingreso de los vehículos a la planta en planilla**” y la actividad de “**Descargue de materia prima**” tienen un rendimiento de 59 sobre 100 y 70.2 sobre 100 respectivamente, siendo aquellas con mayor desempeño pero que con las respectivas mejoras, se pueden alcanzar mejores tiempos. Para efectos de este trabajo de grado, el tiempo estándar cuya fórmula se presenta a continuación en donde se considera el factor de holgura, se mantiene igual al tiempo normal, considerando que el tiempo tomado por cada actividad incluyó las holguras.

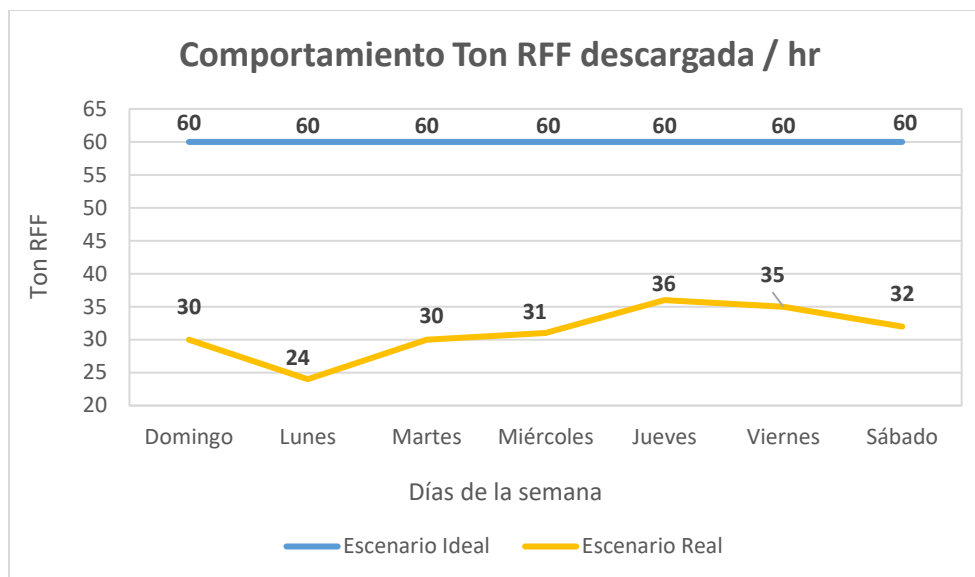
$$TE = TN \times (1 + holgura)$$

El resumen del tiempo de recepción y almacenamiento de RFF desde que ingresan los vehículos hasta la actividad de descargue de materia prima, se tiene en la **Figura 22** recordando que el tiempo normal es cuando los camiones llegan y cuentan completa disponibilidad para descargar sea en la tolva o en piso, que para este caso reportaron un tiempo de 15 minutos. El tiempo estándar en promedio es de 30 minutos en la semana, llegando a tener tiempos de 45 min y/o 1 hora en espera, que está por encima del escenario ideal, debiéndose principalmente por la baja capacidad de la tolva y poca disponibilidad de vagonetas internas que hacen que se descargue menores cantidades de RFF por hora porque en lugar de descargarse 60 toneladas por hora, sólo se alcanzan a descargar 30 toneladas por hora como se muestra en la **Figura 23**. Teniendo en cuenta que la capacidad de proceso es de 28 Ton / hr en promedio, se debe garantizar aproximadamente 60 ton de fruta para ir esterilizando la misma y no dar atraso al procesamiento.



**Figura 22.** Tiempos estándar y tiempo normal de recepción y almacenamiento de RFF

Fuente: El autor



**Figura 23.** Toneladas estándar y normal de recepción de RFF por hr

Fuente: El autor

Para entender estos tiempos, se realizó el cursograma del proceso de recepción y almacenamiento de RFF que se presenta en la Tabla 6 en donde se incluyeron cuatro actividades relacionadas con el almacenamiento que se hacen posterior al descargue y previo al ingreso a tolva que no fueron consideradas en el estudio de tiempos porque no existió variación significativa. Un cursograma es descrito por Chapin (1977) citado por Pérez & Monzalvo (2012), como una técnica gráfica desarrollada con la finalidad de describir operaciones de algún proceso en general, empleando 5 símbolos que son:

- El círculo representando operación
- El rectángulo describiendo inspección
- La flecha hacia la derecha describiendo transporte
- El triángulo invertido representando almacenamiento



- La figura en forma de D, describiendo demora.

Las actividades en el proceso de recepción y almacenamiento, se describieron en dos momentos para representar el tiempo real que se invierte en ella y el tiempo de espera para poder ejecutar la actividad; de esta forma el cursograma deja visto que en cada una de las actividades de recepción se presentó demora, teniéndose que mejorar esta condición especialmente en el almacenamiento porque entre verificar la disponibilidad de espacio en tolva inclinada y evaluar el sitio de almacenamiento o área de piso a ubicar los RFF, se alcanzan 7.2 minutos.

**Tabla 6. Cursograma actividades de recepción y almacenamiento de RFF**

Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo					
			○	□	D	⇨	▽	
Realizar ingreso de los vehículos a la planta en planilla		1,51						
Realizar ingreso de los vehículos a la planta en planilla		1,51	←					
Pesar los camiones cargados con RFF en báscula		3,5						
Pesar los camiones cargados con RFF en báscula		3,5	←					
Verificar disponibilidad de espacio en tolva inclinada		2,286						
Verificar disponibilidad de espacio en tolva inclinada		2	←					
Evaluar sitio de almacenamiento o área de piso a ubicar		5						
Evaluar sitio de almacenamiento o área de piso a ubicar		2,5	←					
Descargue de materia prima		2,1						
Descargue de materia prima		5	←					
Evaluación visual de calidad RFF		1						
Separación RFF de calidad		2	←					
Almacenamiento temporal para devolución al palmicultor		3						
Mover con máquina a tolva		5						
Total		39,9						

Fuente: El autor

Para el **estudio de movimientos**, se analizaron las distancias que recorren los vehículos desde que ingresan a la planta por la báscula hasta el descargue, con recorridos óptimos considerando que los conductores conocen el área y por las dimensiones de los vehículos, los movimientos y desplazamientos se limitan por seguridad.



**Figura 24.** Movimientos en ingreso, descargue y almacenamiento en Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S  
Fuente: El autor

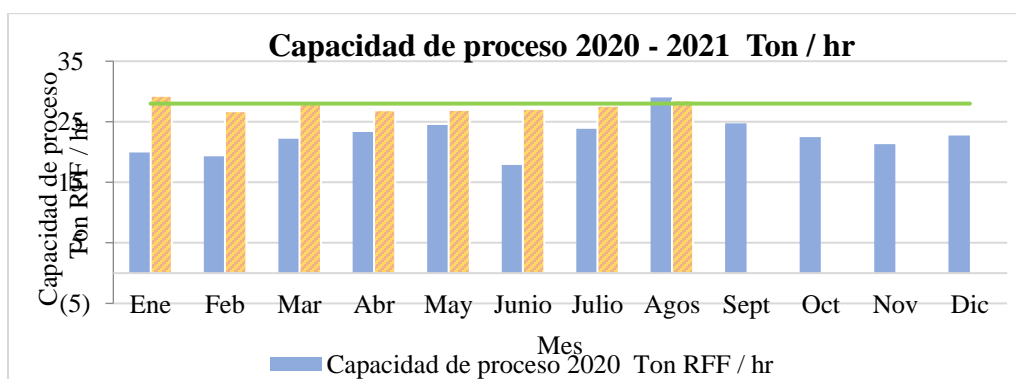
Según la **Figura 24**, el recorrido del vehículo se da entre los puntos 1 a 3, si hay capacidad de almacenamiento de fruta en tolva sigue el recorrido 4 y 5 en adelante; de lo contrario, el vehículo con fruta realiza el recorrido hasta patio (1, 2 y 3') siguiendo el proceso cuando la máquina recoge y lleva a las vagonetas (4), continuando con el proceso para la producción del aceite (5-8) para finalmente almacenar (9) el producto terminado.

1. Portería
2. Báscula
3. Tolva de almacenamiento - 3' Patio (Piso)
4. Vagonetas con RFF
5. Proceso de esterilización
6. Proceso de desfrutado

7. Proceso de prensado
8. Proceso de clarificación y separación
9. Zona de tanques de almacenamiento

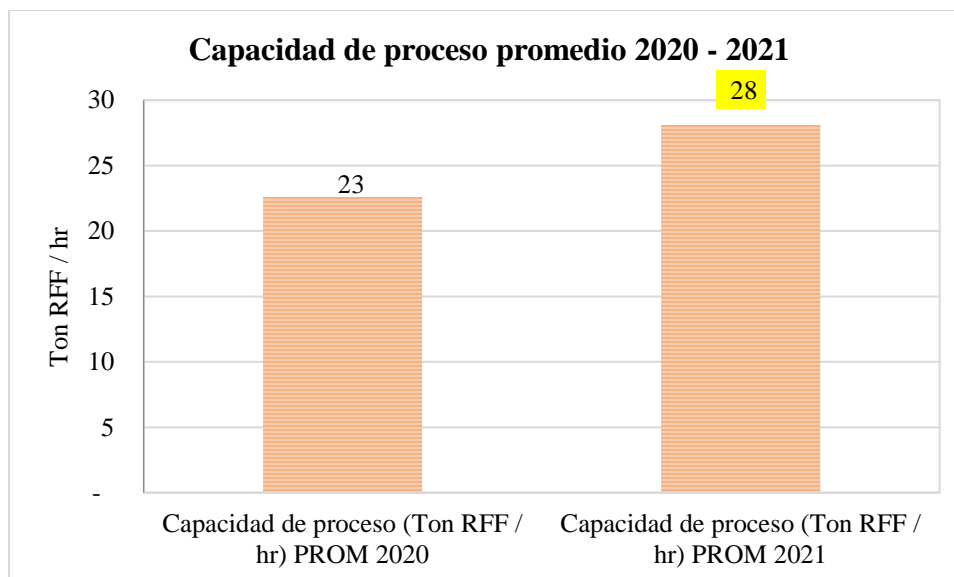
#### 4.1.3.2 Capacidad de procesamiento de planta extractora

La planta extractora de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S ha venido trabajando desde hace varios años con jornadas superiores de 12 horas, sin embargo en los últimos dos años, la planta extractora ha sido más eficiente dado que se ha aumentado las alianzas con diferentes proveedores sembradores y cosechadores de fruta para procesarla y ofrecer lotes más grandes de aceite a los clientes. Para entender la eficiencia de la planta extractora, se tiene la que muestra la capacidad de proceso de los años 2020-2021 por meses en donde se evidencia que en el primer trimestre se ha tenido mayor procesamiento, confirmándose en la **Figura 26** que presenta el aumento por año estando cerca del 25%, siendo este el punto de referencia para efectos de este proyecto de mejoramiento considerando un promedio de 28 toneladas por hora.



**Figura 25.** Capacidad de proceso Ton / hr años 2020 - 2021

Fuente: El autor

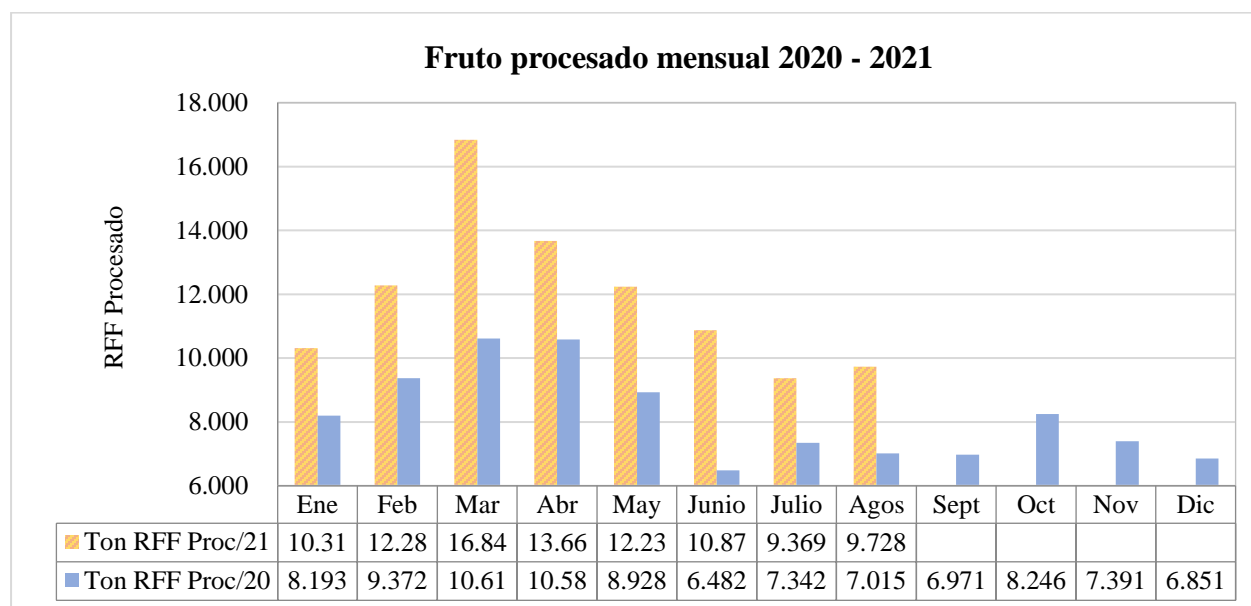


**Figura 26.** Capacidad de proceso promedio Ton/hr 2020-2021  
Fuente: El autor

#### 4.1.3.3 *Fruta procesada mensual en Planta de Beneficio Primario*

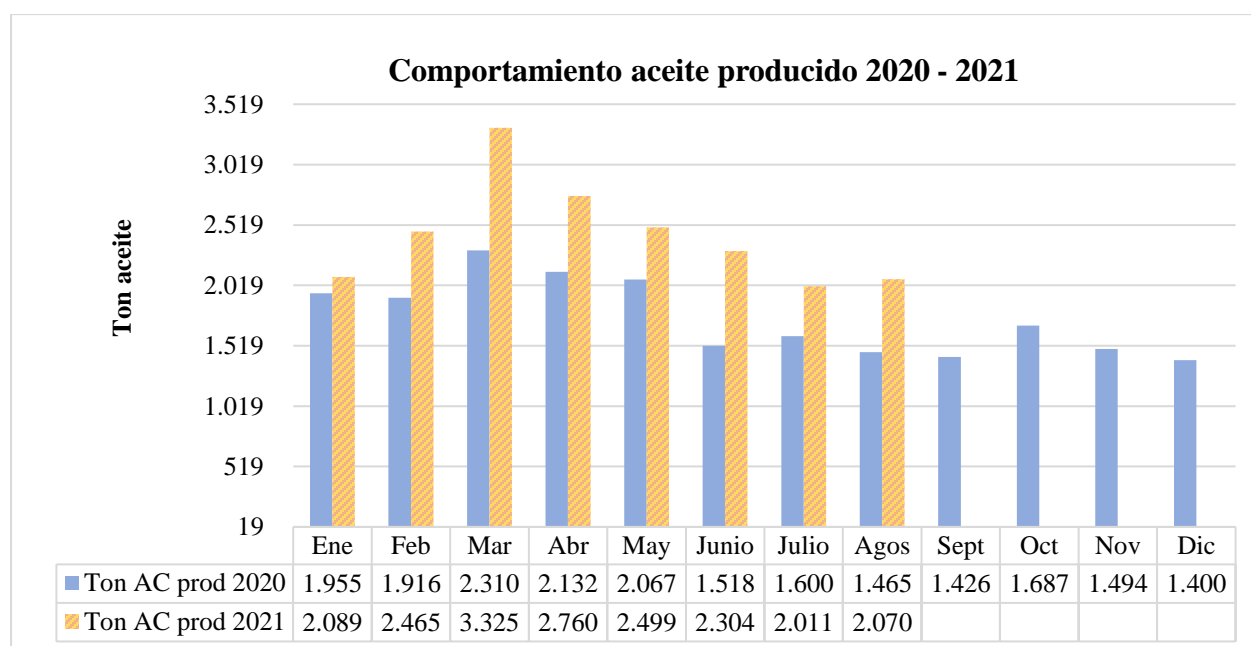
El periodo considerado como la temporada de mayor cosecha está entre Enero y Mayo, en donde la Planta de Beneficio Primario (PBP) procesa más fruta como se ilustra en la **Figura 27**, que también presenta el aumento en la cantidad de fruta procesada en el primer trimestre del 2021 comparado con el año 2020. Como se mencionó en el capítulo anterior, la planta procesa 28 Ton/Hora requiriendo 672 toneladas para la operación continua de 24 horas siendo imperioso que se cuente con dichas cantidades, que se logran mantener porque arriban aproximadamente 30 toneladas y aprovechando las cosechas en temporada alta y baja, pero que implica arrojar al piso debido a la capacidad de almacenamiento de la tolva y de las vagonetas. El aceite obtenido ha sido mayor en el 2021, como se muestra en la **Figura 28**, siendo proporcional con la cantidad de fruta procesada mostrada en la **Figura 27**; esto se debe a que se realizaron diferentes inversiones en

equipos para poder llegar a procesar mayor cantidad de fruta y obtener mejores rendimientos frente al aceite extraído (TEA - % Tasa de extracción).



**Figura 27.** Toneladas de fruto procesado 2020-2021

Fuente: El autor

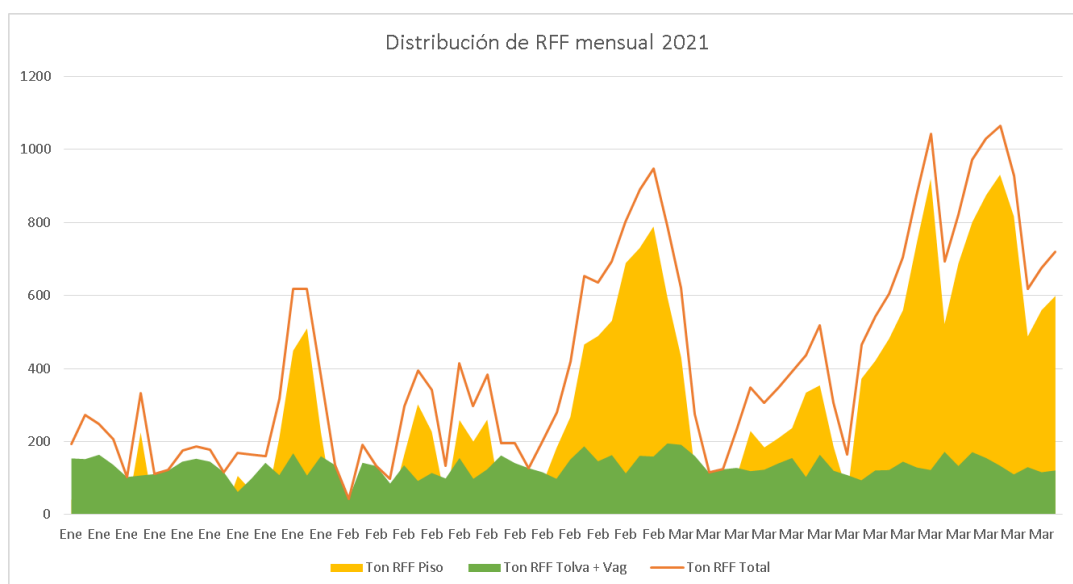


**Figura 28.** Comportamiento de aceite producido 2020-2021

Fuente: El autor

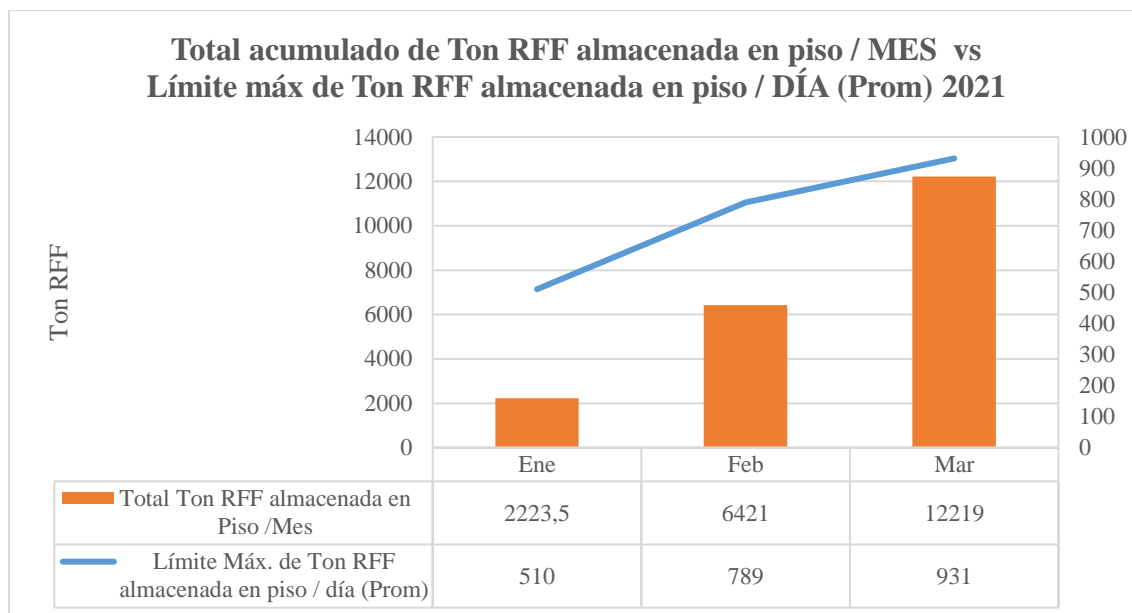
#### 4.1.3.4 Distribución de fruta almacenada mensual

La información presentada sobre los tiempos en las actividades de recepción y almacenamiento, la capacidad de procesamiento de la planta y la fruta procesada mensual por la PBP, lleva este estudio a tener la información sobre la distribución de la fruta mensual almacenada que maneja Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S. En la **Figura 29** se muestra valores de fruta total almacenada (no acumulada) tanto en vagonetas, en tolva y la fruta almacenada en piso, siendo esta última la más crítica como se muestra en la **Figura 30** porque se llegó a tener almacenada en piso 12.219 toneladas durante todo el mes (sumando la almacenda día a día). Igualmente se tuvo días de 931 ton de fruta almacenada en piso en un (1) sólo día para el mes de marzo.



**Figura 29.** Distribución de almacenamiento RFF-PBP primer trimestre 2021

Fuente: El autor

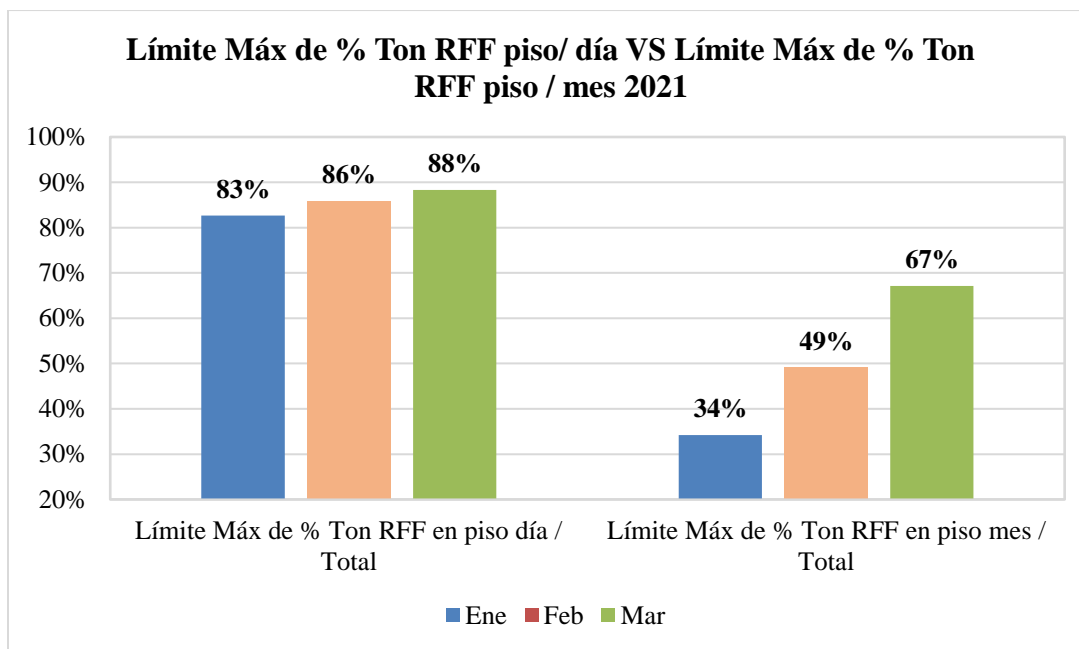


**Figura 30.** Toneladas de RFF en piso/mes VS Toneladas de RFF en piso/día

Fuente: El autor

Los resultados de la **Figura 30** permiten obtener los datos de la **Figura 31** que al lado izquierdo presenta los porcentajes del límite máximo de RFF almacenados en piso para el día que se tuvo mayor recepción y acumulación comparado con otros días, reportando para el mes de Marzo el mayor porcentaje de RFF almacenado en piso con un 88% del total de fruta existente en PBP y con un promedio en el mes de 67%, siendo la variable de estudio la cual se debe optimizar. Sin embargo, tanto Enero como Febrero, tienen días que sobrepasaron el 80% de la fruta almacenada en piso existente en PBP convirtiéndose en días de recepción que se mejorarán tras las mejoras aplicadas.

Por otro lado, las barras al lado derecho de la **Figura 31** reflejan y confirman que el mes de Marzo fue el de la situación es más crítica porque en promedio diariamente se tienen valores que oscilan entre 50% y 70% de RFF almacenada en piso, afectando directamente la extracción de aceite, porque se tiene mayor cantidad de fruto sin poder ingresar a esterilizar para que su proceso de acidez no se acelere.



**Figura 31.** Límite máximos Toneladas de RFF en piso/día VS Límite máximos Toneladas de RFF en piso/mes  
Fuente: El autor

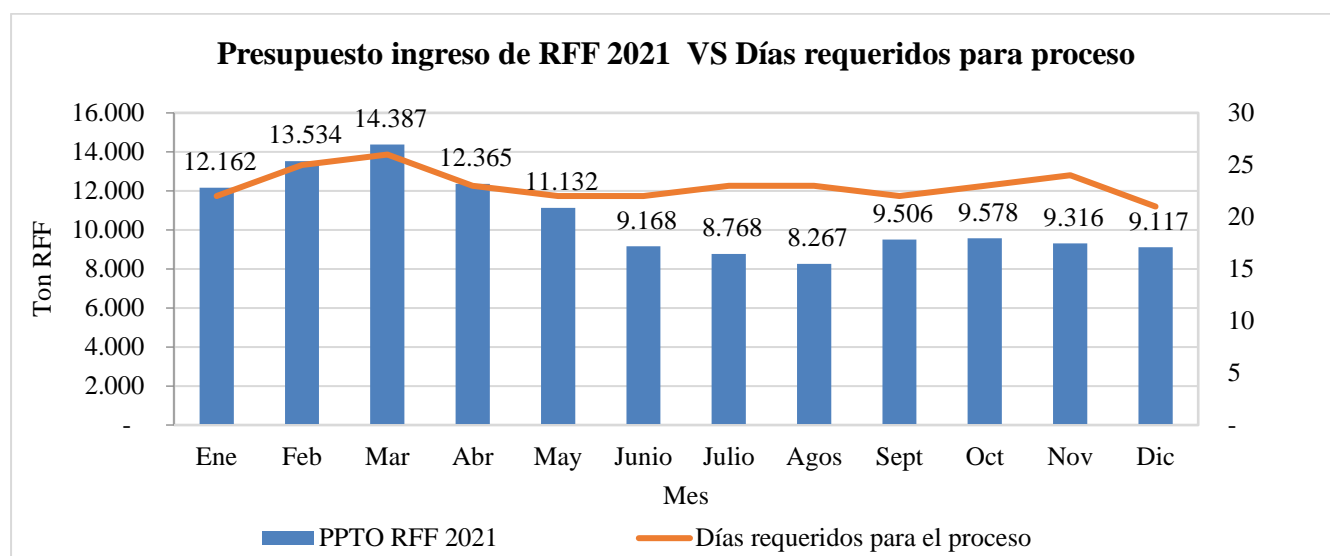
#### 4.1.3.5 Fruta presupuestada 2021 vs días de proceso

Las cosechas proyectadas para el año 2021 según los tiempos de siembra y los pronósticos de los palmicultores, permiten tener el resultado de la **Figura 32**, siendo esta la base para determinar la solución que mejor se adapte buscando dos objetivos el primero que la planta esté procesando las 24 horas en los días que se tenga programada su operación y disminuir la cantidad de RFF en piso para evitar el aumento de la acidez que hace que el fruto se pierda y la pérdida de aceite por el movimiento de los RFF.

Al plantear la solución, se simulará el escenario de la **Figura 32** verificando la cantidad de RFF en toda la PBP específicamente las que se reporten en piso, que sería la solución a la problemática planteada. Igualmente teniendo en cuenta los días de procesamiento de la planta,



porque estos varían según la cantidad de cosecha por recoger. Para el segundo semestre del año, es necesario el mismo número de días para proceso teniendo menos cantidad de fruta para procesar, esto se debe a que durante el segundo semestre del año la planta extractora realiza mantenimientos a diferentes equipos por lo tanto esta no procesará a su máxima capacidad.

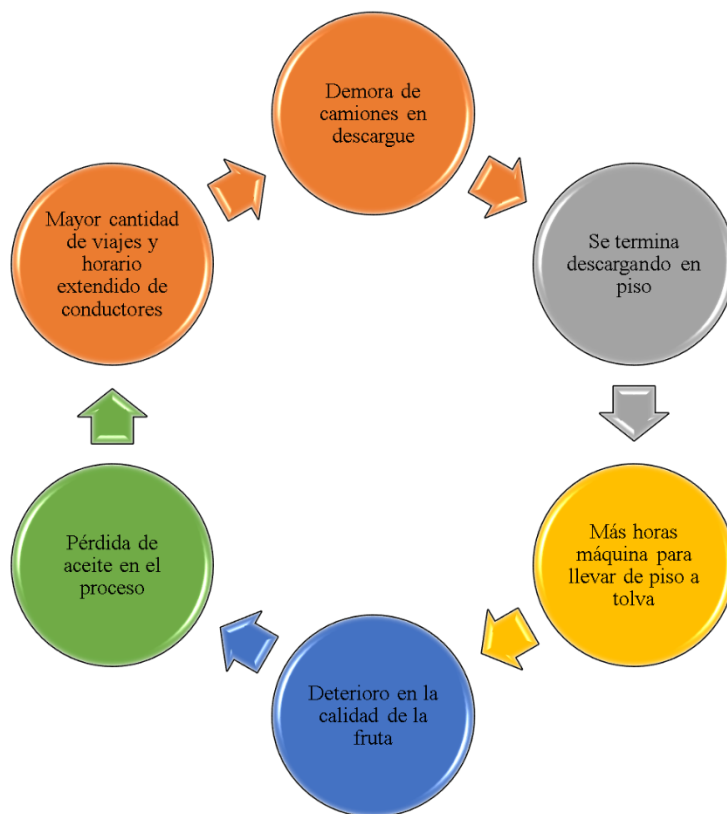


**Figura 32.** Presupuesto de fruta 2021 VS días de proceso

Fuente: El autor

#### **4.1.3.6 Ciclo actual del proceso de recepción y almacenamiento de RFF**

El proceso de recepción está teniendo un ciclo repetitivo que se presenta en la **Figura 33**, que es perjudicial para la productividad de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S porque desde cada uno de los contextos se está dejando de ser eficiente y por consiguiente se pierde rentabilidad en la planta. A continuación en la **Tabla 7** se describe el diagnóstico actual del proceso de recepción y sus implicaciones en los procesos clientes.



**Figura 33.** Ciclo Productivo Actual de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S

Fuente: El autor

**Tabla 7.** Diagnóstico del proceso de recepción y almacenamiento de RFF

Proceso	Contexto	Diagnóstico	Impacto
Recepción	Demora de camiones en descargue	Los conductores muchas veces demoran ya que tienen que esperar que halla el espacio suficiente para poder descargar la fruta ya sea directamente en tolva o en piso en patio según las indicaciones del analista de fruta.	Mayor costo de la operación de descargue, más tiempo de espera de conductores y decidan llevar la fruta a otra planta extractora, y quizás no volver más a PBP
	Deficiencia en capacidad para almacenar	No se cuenta con tolva ni vagonetas suficiente para almacenamiento de la fruta recibida, lo cual conlleva a tirar fruta en piso	Pérdidas de aceite, sobrecostos adicionales, afectación de calidad de producto
	Se termina descargando en piso	Esta operación se hace cuando no se tiene capacidad de almacenamiento en tolva ni en vagonetas, con la	Mayor costo de la operación de descargue, pérdidas de aceite en

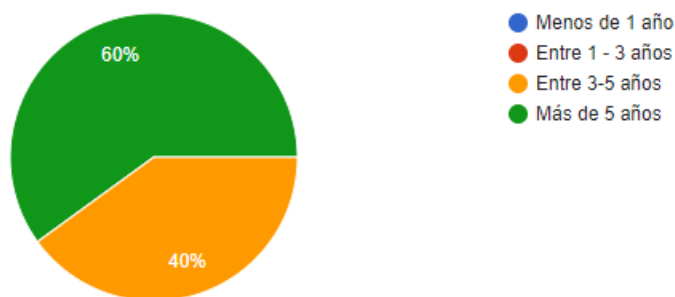
Proceso	Contexto	Diagnóstico	Impacto
		<p>intención de no dar espera a los conductores; esta fruta se dispone en el área establecida, adecuada para su almacenamiento y posterior procesamiento. Excepción: Cuando no hay más espacio en piso y se tienen cantidad de vehículos de espera y estos han esperado mucho tiempo, se dispone a procesar parte de fruta de tolva (quizás más fresca que la que se tiene en piso – es decir que se sacrifica fruta fresca para procesar en vez de la más antigua – rotación de la fruta) para colocar ahí los conductores que llevan más tiempo en espera. Adicional, el descargue se hace con mayor cuidado para evitar el menor maltrato posible de la fruta con el piso.</p>	<p>piso, mayor tiempo en descargue de vehículos, truncamiento en rotación de la fruta, afectación en calidad de la fruta y en consecuencia el aceite crudo.</p>
Proceso Cliente – Operación	<p>Más Horas Máquina para llevar de piso a vagonetas</p>	<p>Al caer la fruta en piso, se debe tener una actividad adicional que es la de recogida de piso hasta las vagonetas, requiriéndose de una máquina cargadora con un operador. Se debe mantener vagonetas llenas para que la planta pueda trabajar de forma continua.</p>	<p>Mayor costo por el tiempo adicional de la máquina cargadora en abastecer la tolva.</p>
	<p>Deterioro en la calidad de la fruta</p>	<p>La fruta al caer al piso su calidad se ve afectada (incremento de enzima lipasa – incremento en ácidos grasos libres), el fruto se maltratan o pierden sus características para sacar aceite de excelente calidad.</p>	<p>Mayor costo de operación por la materia prima afectada. Costo asumido por horas máquinas para el transporte de piso a vagonetas</p>
	<p>Pérdida de aceite en el proceso</p>	<p>Las actividades adicionales como el descargue en piso y el transporte en máquina de piso a vagonetas, hace que se desprenda fruta, teniendo pérdidas de aceite, que pueden ser imperceptible pero por manejarse cantidades por toneladas, representan una pérdida importante</p>	<p>Mayor costo por pérdida de aceite por fruta desprendida. Más ciclos de procesamiento de RFF (temperatura en clarificación – lodos purgas en sedimentadores)</p>

Proceso	Contexto	Diagnóstico	Impacto
		de aceite, esta pérdida puede llegar a cuantificarse en 0,50% AC/TRFF.	
Transporte y Recepción	Mayor cantidad de viajes, horario extendido de conductores y / o proveedores	La empresa debe cumplir con las cantidades de aceite de palma pactadas con su cliente externo requiriendo RFF en toda la jornada para poder obtenerlo, implicando mayor cantidad de fruta suministrada por los diferentes proveedores.	Mayor número de proveedores que suministren la fruta.

Fuente: El autor

Como soporte adicional para este diagnóstico, se llevó a cabo una encuesta que presenta en el Anexo A, a los conductores que son los directos y primeros involucrados en el proceso de recepción, especialmente por la demora que tiene impactos en los ingresos de ellos y en los indicadores de calidad, siendo estos % TEA – porcentaje extracción de aceite, porcentaje de Acidez (siendo el límite el 3%), tiempos total de descargue – tiempos y movimientos y costos en pago horas máquina, entre otros aspectos.

A la pregunta formulada 1. *¿Cuántos años ha transportado materia prima para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S?*, se presenta el resultado en la **Figura 34** que muestra que los conductores llevan más de 3 años trabajando con la empresa, que traduce en experiencia y conocimiento en la misma y de sus necesidades.



**Figura 34.** Años de Transporte de Materia Prima Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S

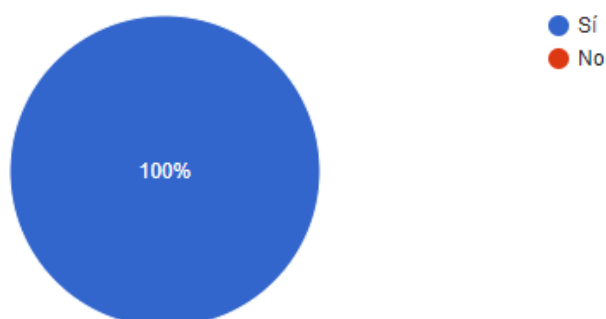
Fuente: El autor

La forma de contratación de los conductores es directa por parte de los vendedores de los racimos de fruta fresca con tarifas por viaje mostrando este resultado en la **Figura 35** que facilita los procesos para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S porque se libera de carga de actividades, especialmente la relacionado con mantenimientos de los equipos.

En la pregunta 5. *¿Considera que puede hacer más viajes de materia prima al día?*, respondieron afirmativamente un 100% (**Figura 36**), siendo la entrada a la pregunta 6. *¿Cuál de las siguientes causas, considera que es la principal que impide que se realicen más viajes?*, que tuvo como respuestas que se debe a *Demoras en la báscula* con un 10% pero principalmente por *La capacidad de la tolva de almacenamiento* con un 60%, mostrando estos resultados en la **Figura 37**.

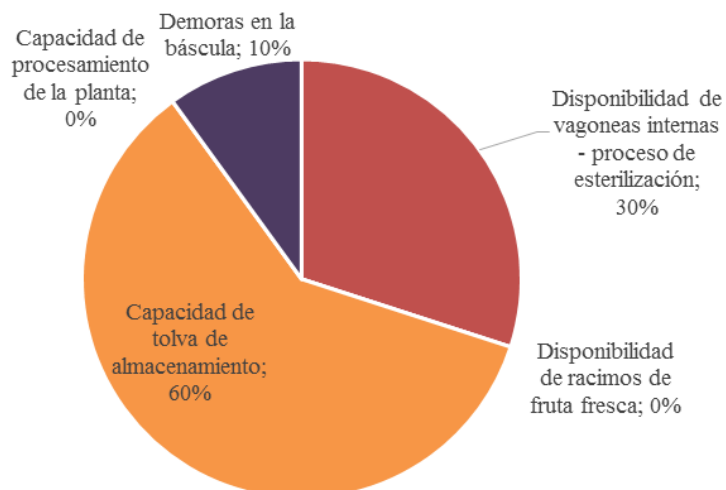


**Figura 35.** Forma de pago de viajes  
Fuente: El autor



**Figura 36.** ¿Considera que puede hacer más viajes de materia prima al día?

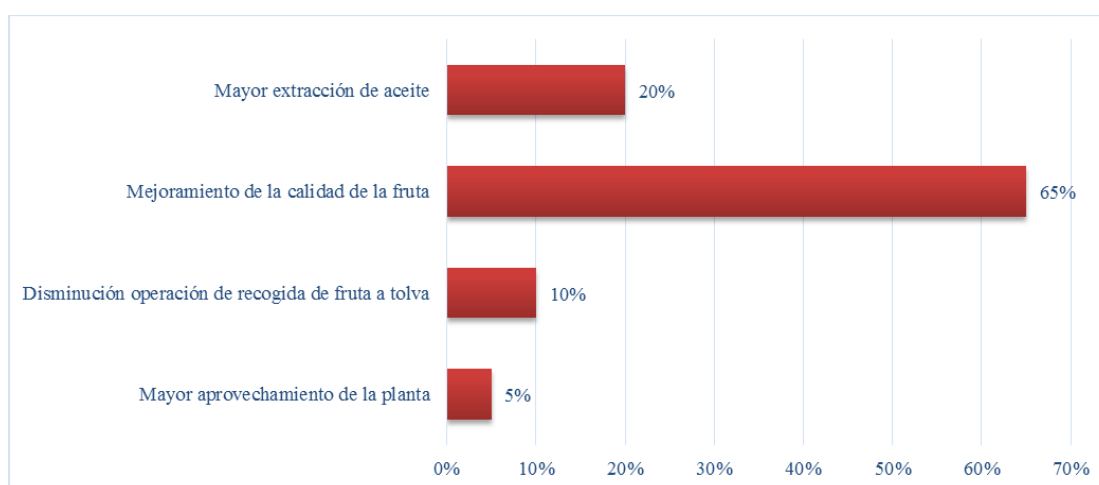
Fuente: El autor



**Figura 37.** Causas que impiden hacer más viajes – Demoras en recepción de RFF

Fuente: El autor

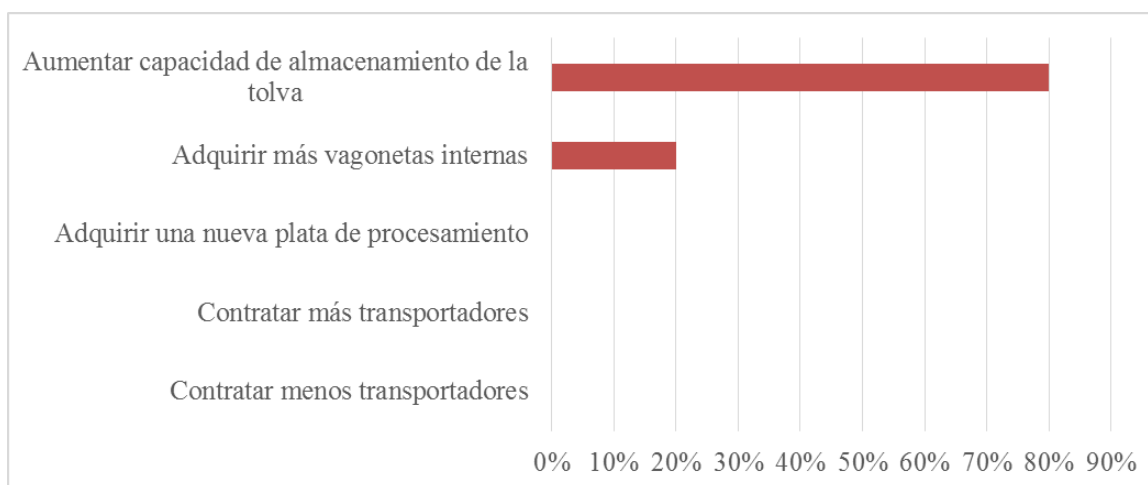
Igualmente los conductores analizaron los principales impactos que se generarían si se desarrolla una mejora en el proceso de almacenamiento de materia prima, respondiendo a la pregunta 7, considerando que se mejora la calidad de la fruta y como consecuencia aumento en extracción porque ellos mismos evidencias el desprendimiento que se genera con el movimiento de los RFF, ilustrando los resultados de la **Figura 38**.



**Figura 38.** Impacto aplicando mejora en proceso de recepción y almacenamiento RFF

Fuente: El autor

Finalmente, se les preguntó sobre la mejor estrategia para mejorar el proceso de recepción de materia prima en Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S con un 80% de respuestas dirigidas al cambio o adquisición de una nueva tolva, porque así se garantiza la calidad del fruto y que este vaya directo a las vagonetas, sin tener que arrojar al piso, evitando que pierda sus propiedades, calidad y por consecuencias baja extracción. Los resultados de esta pregunta se dan en la **Figura 39**.



**Figura 39.** Estrategia para mejorar proceso recepción y almacenamiento RFF  
Fuente: El autor

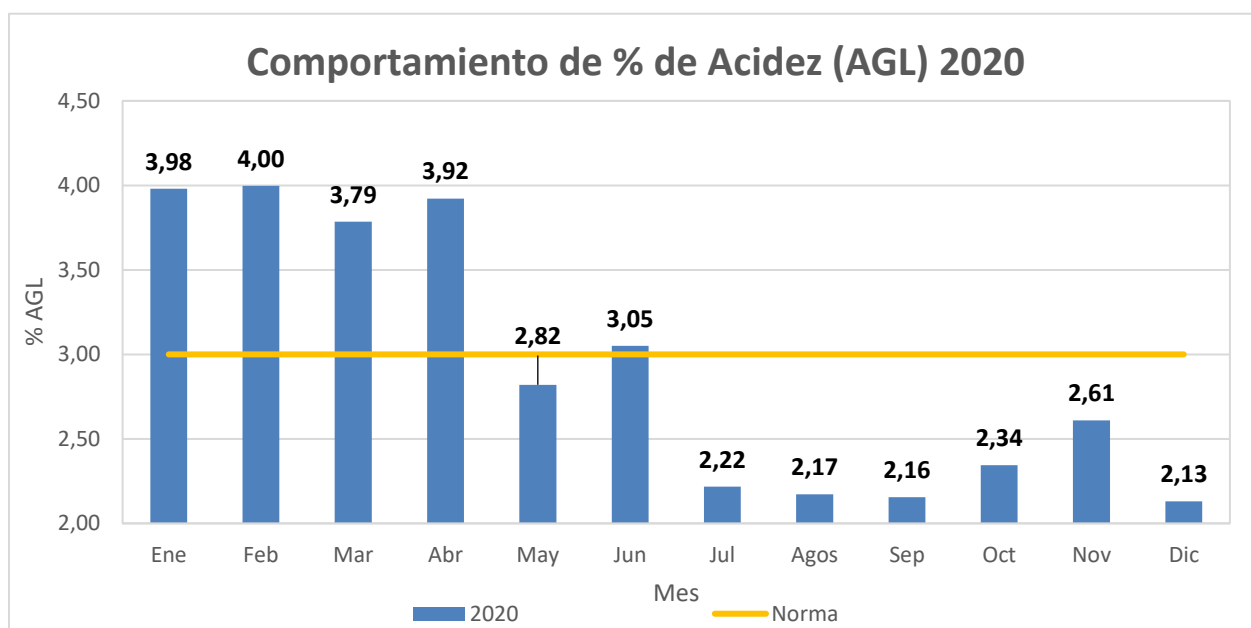
#### ***4.1.3.7 Impacto del proceso de recepción y almacenamiento en la producción de aceite de palma***

El principal impacto que genera la acumulación de RFF en piso es el aumento del índice de acidez que representa la maduración del fruto cuando va en aumento qué cuando alcanza el porcentaje establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC 218 (3%), significa que el RFF tiende a tener mayor desprendimiento de fruto, representando disminución en la Tasa de Extracción de Aceite TEA. Lo que se busca en la industria de la Palma, es producir la mayor cantidad posible

de aceite con la mejor calidad, empleando las cosechas de RFF que se ven afectadas cuando no se cuenta con un adecuado proceso de recepción y almacenamiento de la materia prima.

En el caso de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, se tuvieron los índices de acidez mostrados en la

Figura 40, en donde se comprueba el impacto de la acumulación de RFF en piso que se presenta en los primeros meses del año, tendencia que se mantiene para el 2021 como se ilustró en la **Figura 29**, afectando por ende la TEA porque los frutos están más sueltos y al realizar el traslado de piso a tolva con el apoyo de la máquina cargador, se desprenden, representando mililitros de aceites dejados de percibirse en el producto final, convirtiéndose en hectolitros dadas las cantidades que se manejan, traduciéndose en disminución de los ingresos operacionales para la empresa. Adicional a esto, como lo menciona Rashid (2016), la no separación de los RFF maduros y



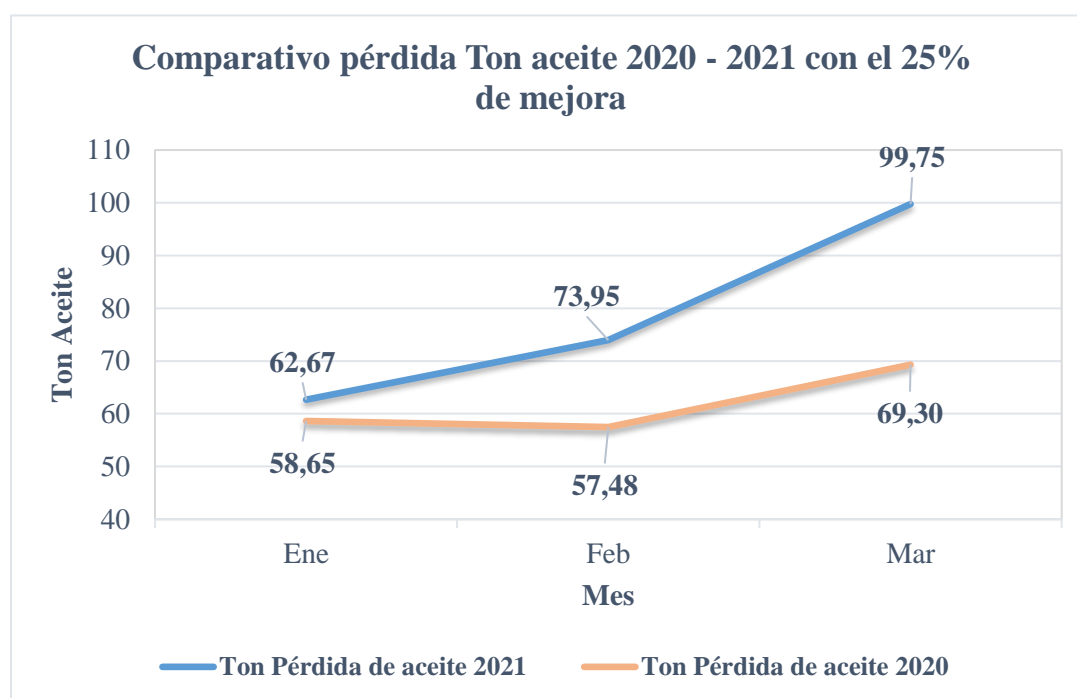
sobremaduros, la calidad del aceite también se ve afectada y esto tiene efectos perjudiciales tanto para la salud como para los márgenes de ganancia.



**Figura 40.** Porcentaje de acidez de RFF por meses en 2020

Fuente: El autor

Según los resultados presentados en la **Figura 29**, gran parte de los RFF se tuvieron que dejar en piso en el primer trimestre del año, afectando la producción de aceite porque como lo describe Jiménez (2016) se pierde alrededor de 0.3%, es decir se dejaron de producir para el 2020 y 2021, 185.43 y 236.37 toneladas, respectivamente, tomando como base los datos de la **Figura 28**, presentando este comportamiento en la **Figura 41**, que para el 2021 generó mayor impacto, debido al aumento en la capacidad de producción descrito en la **Figura 26**.



**Figura 41.** Pérdida de aceite primer trimestre 2020-2021

Fuente: El autor

#### 4.2 Tecnologías asociadas al proceso de recepción de materias primas

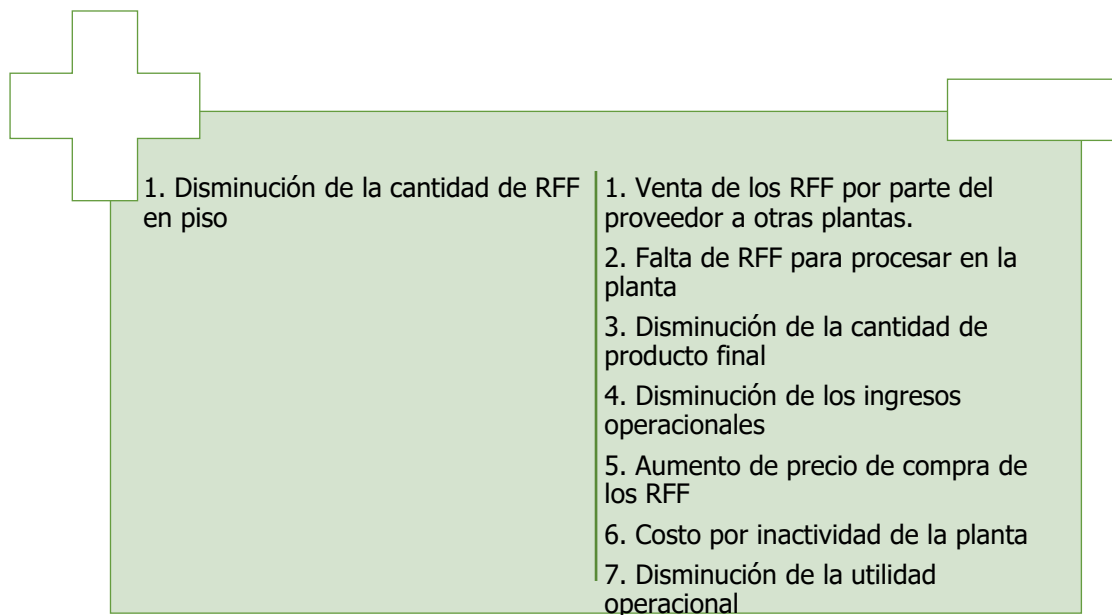
Los análisis realizados en el numeral 4.1, direccionan a Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S a la necesidad de encontrar una estrategia que le permita mejorar el proceso de recepción de materias primas buscando que los Racimos de Fruta Fresca (RFF), mantengan sus propiedades casi similares a las que tiene cuando son recién cortados de los cultivos, es decir que se minimice el desprendimiento del fruto por movimiento o transporte y el maltrato de los frutos de los RFF al caer al piso, para que exista menor riesgo del aumento en la cantidad de ácidos grasos libres del aceite crudo y disminución en la tasa de extracción de aceite crudo de palma, traducándose en un producto final de mayor calidad.

Para evitar que los RFF se maltraten, pierda sus propiedades o tenga desprendimiento de fruto, se tienen tres tipos de alternativas según las características de las plantas de producción y la capacidad económica de las compañías palmeras, siendo estas:

- Disminución de las descargas diarias por parte de los transportadores
- Ampliación de la capacidad de producción
- Ampliación de la capacidad de almacenamiento

#### **4.2.1 Disminución de las descargas diarias por parte de los transportadores**

La principal problemática presentada se debe a que los transportadores descargan los RFF en piso, área en donde el fruto comienza a perder sus propiedades como son el aumento del índice de acidez, sobremaduración que impacta la calidad y cantidad del producto final, pudrición del cogollo, entre otras, afectando finalmente la TEA. Es por esto que se contempla como primera estrategia, la disminución en las descargas diarias en piso por parte de los transportadores, teniendo en la **Figura 42** las ventajas y desventajas de implementar esta estrategia.



**Figura 42.** Ventajas y desventajas en disminución frecuencia de descargue de RFF

Fuente: El autor

Si bien esta estrategia apunta a la disminución de la cantidad de RFF en piso que es el principal objetivo en el presente trabajo de grado, esta estrategia no es viable considerando que se asumen varios riesgos, entre estos la falta de RFF para procesar en la planta, que termina siendo perjudicial para la operación de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S porque se tendría que asumir el costo por la inactividad de la planta y pérdida de proveedores.

#### 4.2.2 Ampliación de la capacidad de producción

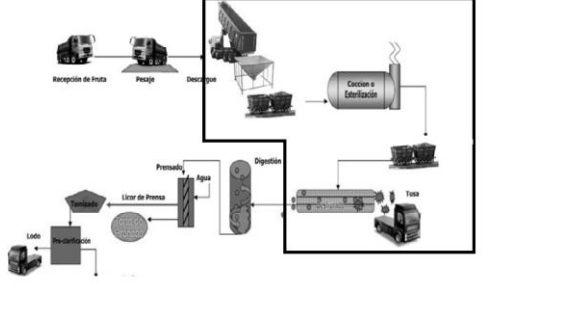
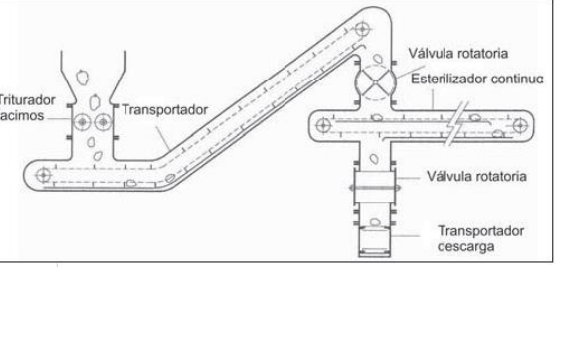
Al aumentar la capacidad de producción, la tolva inclinada ampliada tendrá que descargar mayor cantidad de RFFs, teniendo más espacio para que los vehículos descarguen en la tolva actual, disminuyendo la cantidad de RFF en piso. La industria de procesamiento de la palma africana, ha

tenido numerosos avances a nivel tecnológico, siendo menos manual y más tecnológica, logrando tener mayores tasas de extracción de aceite con los mejoramientos que se les van aplicando.

La ampliación de la capacidad de producción, está directamente relacionado con la ampliación de la planta porque se requiere del aumento principalmente de los esterilizadores por dos razones, la primera porque es la siguiente actividad una vez recepcionados y ubicados los RFFs y segundo porque estos tienen limitaciones de espacio dado que las vagonetas ingresan completas para que realice su respectivo procesamiento y de allí continúe con las otras actividades que son la desfrutación, digestión, prensado, clarificación y tratamiento de lodos.

Dentro de las tecnologías para ampliación de la capacidad de la producción se tienen las que emplean tecnología de esterilización convencional y continua, teniendo su descripción y representación gráfica 8 y en la 8 sus ventajas y desventajas.

**Tabla 8. Descripción y representación tecnologías de esterilización**

Proceso	Descripción	Imagen
Convencional	Esterilización horizontal: colocación en cajas y posterior transporte al esterilizador de los racimos de fruta fresca, el retiro de las cajas del esterilizador y la descarga de los racimos ya esterilizados en el triturador. (Azis, 2010)	
Continuo	Uso de vapor a alta presión intermitente. Los racimos de fruta fresca, con su disposición cerrada de espiguillas, pasan primero por un triturador de doble rodillo, luego se calientan con vapor a baja presión para facilitar el procesamiento continuo. (Kandiah, 2010)	

Fuente: El autor

**Tabla 9. Ventajas y desventajas tecnologías de esterilización**

Proceso	Ventajas	Desventajas
Convencional	Menor costo comparado con esterilización continua Menor espacio en la planta por su infraestructura	Proceso sucio Mayor requerimiento de mano de obra en planta Mayores riesgos para los operadores Mayor requerimiento de espacio para almacenamiento de RFFs Mayor requerimiento de vagonetas Almacenamiento en piso Menor tasa de extracción de aceite
Continuo	Proceso limpio Menor requerimiento de mano de obra Mayor tasa de extracción de aceite Menor requerimiento de espacio para almacenamiento No requerimiento de vagonetas para la esterilización Disminución de almacenamiento en piso. Operación desde sala de mando	Costosa Mayor requerimiento de espacio en la planta por la infraestructura

Fuente: El autor

La propuesta es atractiva desde el punto de vista de la tasa de extracción de aceite y su nivel de automatización, porque como lo menciona Kandiah et. al (2004), el proceso tiene habilidad de lograr un buen desfrute, buenas tasas de extracción de aceite y ahorros en el capital de inversión inicial, es decir se obtiene mayor producto final que representa ingresos operacionales para la compañía, sin embargo por el costo que se debe asumir y la infraestructura que representa este tipo de procesos, puede impactar levemente la utilidad operacional de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.

### **4.2.3 Ampliación de la capacidad de recepción y almacenamiento**

La búsqueda de alternativas para mejorar el proceso de recepción y almacenamiento de RFFs considerando el hallazgo de la cantidad de RFF que se terminan descargando en piso ilustrado en la Figura 29, llega al punto de buscar la solución directamente en el proceso problema. Se busca que los RFF, solo tengan un movimiento entre el descargue del camión y su ingreso a la planta al proceso de esterilización y para esto las compañías nacionales e internacionales del sector de la palma han adoptado diferentes estrategias, con la descripción de cada una de ellas en la

Tabla 10. El detalle de las ventajas y desventajas, se presenta en la Tabla 11, incluyendo una variable cuantitativa frente al costo de asumirla y los beneficios de adaptarlas.

Dentro de los criterios que se investigaron en la literatura y los datos de las adopciones realizadas por las empresas colombianas, se describieron:

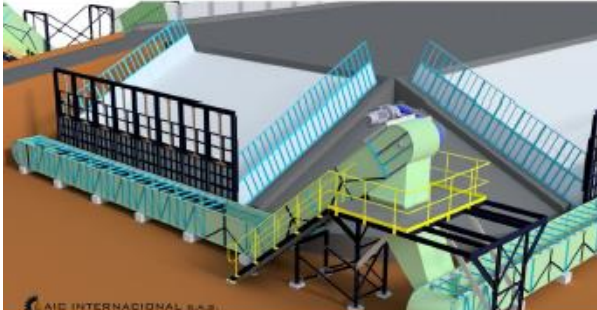

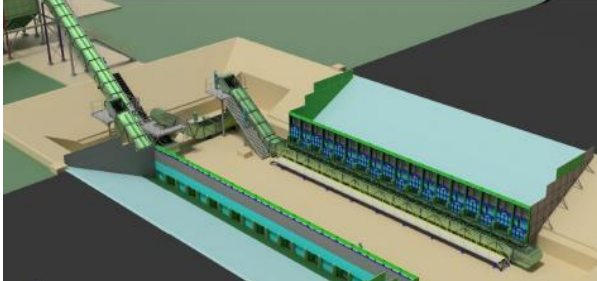
- Costo: la inversión que se debe hacer por el nivel de ingeniería de la tecnología teniendo “Bajo costo” cuando la inversión es entre \$0-\$10.000.000, “Costo moderado” entre \$10.000.000-\$50.000.000 y “Costo elevado” inversiones mayores a \$50.000.000.
- Grado de automatización para la planta: dependiendo del nivel tecnológico y de ingeniería, la tecnología o estrategia hace que la planta de producción sea más automatizada, es decir, dependa en menor medida de la intervención de operadores.
- Requerimiento de espacio para infraestructura: las dimensiones de la tecnología implican que la empresa deba contar con el espacio suficiente para poder instalarla, criterio que se debe considerar para que ante la inversión, esta cuente con el área para ubicarse.
- Requerimiento de descargue en piso: en la mayor parte de los casos, cierta de cantidad de RFFs se tendrán que descargar en piso, sin embargo la tecnología debe aportar para que esta cantidad sea menor.
- Niveles de acidez en los límites aceptables: la tecnología debe contribuir para que los RFF se maltraten lo menos posible para que se mantengan los niveles de acidez que limiten el desprendimiento de fruto del racimo, permitiendo la obtención de un producto de calidad.
- Tasa de extracción de aceite: cuando se mantienen los niveles de acidez dentro de los límites aceptables, se logra obtener la mayor cantidad de aceite. Además la automatización de la




planta, también hace que la fruta se maltrate en menor cantidad, conservando la cantidad de aceite que contienen los frutos.


- Operación desde sala de mando: cuando la planta tiende a automatizarse, el manejo se hace a nivel de comandos.
- Tiempo para la instalación: según el nivel de ingeniería, sus componentes y complejidad de la infraestructura, la tecnología requerirá determinado tiempo para instalarse, siendo importante que sea el menor posible para poder eliminar o disminuir el problema.
- Riesgo de exposición a operadores: la intervención de los operadores es un criterio importante, porque se espera que su esfuerzo sea menor, evitando que se expongan a las condiciones de la planta, en donde las altas temperaturas y las dimensiones de los equipos o aparatos, pone en riesgo su salud y seguridad.
- Entrenamiento en la operación: cuando la tecnología es más automatizada, se requiere de entrenar a las personas porque se tienen operarios de años de trabajar en la compañía y no cuentan con la formación para manejar los equipos por su complejidad.
- Procesamiento adicional: algunas tecnologías implicarán la realización de otras actividades dentro del proceso de recepción y almacenamiento, haciendo que se mejore la problemática principal pero que genera nuevas actividades que no optimizan el proceso.



**Tabla 10. Descripción y representación tecnologías de recepción y almacenamiento**

Tecnología	Descripción	Imagen
<p>Tolva de fruta con descargue en Redler</p>	<p>Tolva que contiene los RFFs mientras estos van cayendo sobre Redler y llevados al proceso de esterilización. Difiere de la tolva convencional, en la disposición de los RFF porque en la convencional, estos caen en las vagonetas y luego movidos a los esterilizadores autoclave por medio de los rieles. Puede llegar a tener capacidades de 120 toneladas.</p>	
<p>Tolva de fruta tradicional con separación de fruto certificado RSPO</p>	<p>Tolva que combina la tecnología del descargue en Redler con la tradicional, en donde se separan los RFF que cumplen con los criterios para RSPO con aquellos que no, transportando estos últimos por medio de vagonetas y los primeros, van por el redler al proceso de esterilización. Puede llegar a tener capacidades de 280 toneladas.</p>	
<p>Tolva de fruta Bajo nivel, con descargue a Redler y separación de fruto certificado</p>	<p>Tolva que permite clasificar los RFF que cumple con los criterios de RSPO y por medio de redler, ingresa el producto de calidad al proceso de esterilización. Puede llegar a tener capacidades de 80 toneladas.</p>	

Tecnología	Descripción	Imagen
Contenedor vertical	Apta para máquinas de procesamiento de aceite de palma automatizada a pequeña escala. Los RFF se descargan en piso y son recogidos por un contenedor vertical que se llena mediante comandos, es subido por un polipasto e ingresado a los esterilizadores. (ABC Machinery, 2020)	
Cárcamos	Estructuras de madera en forma de cajas receptoras, que permiten el descargue de RFF de los vehículos siendo almacenadores temporales, previos a la necesidad de la materia prima en la tolva inclinada. Puede llegar a tener capacidades de 5 toneladas.	
Contenedores y grúa	Los contenedores son estructuras como los cárcamos pero en material metálico, que tienen mayor capacidad siendo otro medio de almacenamiento temporal y que es movido por una grúa directamente a la tolva. Puede llegar a tener capacidades de 10 toneladas.	

Tecnología	Descripción	Imagen
<p>Tractor con plataforma para llevar contenedores</p>	<p>Un tractor es un vehículo especial autopulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, aperos u otra maquinaria o cargas pesadas. (Agrario, 2010)  Los tractores son excelentes equipos de carga al adaptársele plataforma para transportar contenedores o cárcamos.</p>	
<p>Tolva inclinada de mayor capacidad</p>	<p>Caja en forma de tronco de pirámide o de cono invertido y abierta por abajo, dentro de la cual se echan granos u otros cuerpos para que caigan poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, molerlos, limpiarlos, clasificarlos o para facilitar su descarga. (Boletín Agrario, 2017)</p>	
<p>Mayor cantidad de vagonetas</p>	<p>Vagón pequeño y descubierto, para transporte. (RAE, 2021)  Puede llegar a tener capacidades de 2,5 toneladas.</p>	

Fuente: El autor

**Tabla 11. Ventajas y desventajas tecnologías de tecnologías de recepción y almacenamiento**

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Tolva de fruta con descargue en Redler	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Automatización de la planta</li> <li>2. Mayor tasa de extracción de aceite</li> <li>3. Operación desde sala de mando</li> <li>4. Menor riesgo de exposición a operadores</li> <li>5. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>6. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo elevado</li> <li>2. Requerimiento de espacio para infraestructura</li> <li>3. Requerimiento de entrenamiento en la operación</li> <li>4. Dos - tres meses para la instalación</li> </ol>
Tolva de fruta tradicional con separación de fruto certificado RSPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo aceptable</li> <li>2. Producto de mayor calidad (certificado RSPO)</li> <li>3. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor tasa de extracción de aceite</li> <li>2. Requerimiento procesamiento adicional para fruto no apto para RSPO</li> <li>3. Requerimiento de espacio para infraestructura</li> <li>4. Requerimiento de entrenamiento en la operación</li> <li>5. Mayor riesgo de exposición a operadores</li> </ol>
Tolva de fruta Bajo nivel, con descargue a Redler y separación de fruto certificado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo aceptable</li> <li>2. Producto de mayor calidad (RSPO)</li> <li>3. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>4. Menor riesgo de exposición a operadores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Requerimiento de espacio para infraestructura</li> <li>2. Requerimiento de entrenamiento en la operación</li> <li>3. Requerimiento procesamiento adicional para fruto no apto para RSPO</li> <li>4. Dos - tres meses para la instalación</li> <li>5. Mayores costos de operación</li> </ol>
Contenedor vertical	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajo costo</li> <li>2. Alto grado de automatización, ahorra mano de obra y recursos materiales. (ABC Machinery, 2020)</li> <li>3. Automatización de la planta</li> <li>4. Mayor tasa de extracción de aceite</li> <li>5. Operación desde sala de mando</li> <li>6. Menor riesgo de exposición a operadores</li> <li>7. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>8. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No apta para procesamiento de RFFs mayores a 20 Toneladas por hora.</li> </ol>
Cárcamos con ruedas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajo costo</li> <li>2. Menor requerimiento de descargue en piso</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor riesgo de exposición a operadores</li> <li>2. Bajo grado de automatización para la planta</li> </ol>

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>4. Bajo requerimiento de espacio por infraestructura</li> <li>5. Pocos días para la instalación</li> </ol>	
Contenedores y grúa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>2. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>3. Bajo requerimiento de espacio por infraestructura</li> <li>4. Pocos días para la instalación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo elevado</li> <li>2. Mayor riesgo de exposición a operadores</li> <li>3. Bajo grado de automatización para la planta</li> </ol>
Tractor con plataforma para llevar contenedores	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>2. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>3. Bajo requerimiento de espacio por infraestructura</li> <li>4. Pocos días para la instalación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo elevado</li> <li>2. Mayor riesgo de exposición a operadores</li> <li>3. Sólo aplica cuando la planta está en el mismo lote de los cultivos por la limitación de transporte del tractor.</li> <li>4. Bajo grado de automatización para la planta</li> </ol>
Tolva inclinada de mayor capacidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo aceptable</li> <li>2. Bajo requerimiento de espacio para infraestructura</li> <li>3. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>4. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>5. Mayor tasa de extracción de aceite</li> <li>6. Operación desde sala de mando</li> <li>7. Pocos días para la instalación</li> <li>8. Menor riesgo de exposición a operadores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajo grado de automatización para la planta</li> </ol>
Mayor cantidad de vagonetas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo aceptable</li> <li>2. Bajo requerimiento de espacio para infraestructura</li> <li>3. Menor requerimiento de descargue en piso</li> <li>4. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>5. Pocos días para la instalación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor riesgo de exposición a operadores</li> <li>2. Mantiene los niveles de acidez en los límites aceptables</li> <li>3. Bajo grado de automatización para la planta</li> </ol>

Fuente: El autor

### **4.3 Viabilidad técnica, operativa y financiera para la puesta en marcha de una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima**

#### **4.3.1 Descripciones generales**

La comprensión de la viabilidad, comienza con su definición que para la RAE, se refiere a un asunto que, por sus circunstancias, tiene probabilidad de poderse llevar a cabo y definiciones de investigación, se tiene la Sobrero (2009) citada por Sarmiento et. al (2020) describiéndola como: “la capacidad de un proyecto de asimilarse al medio intervenido y transformarlo, en forma sostenible” (p.66)

Las viabilidades que se consideran para este trabajo de grado son la técnica, operativa y financiera porque se debe evaluar si la empresa tiene la capacidad en términos de ingeniería, localización y espacio para adoptar la tecnología (técnica), la capacidad para instalar y que no se vea afectada la producción (operativa) y la capacidad monetaria para adquirirla según el costo – beneficio que representa la adquisición (financiera). Es por esto que antes de entrar al detalle de las viabilidades mencionadas, primero se realizó un estudio de viabilidad en términos cualitativos y comparativos según el escenario actual técnico, operativo y financiero de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S

La descripción de las variables en el numeral 4.1.2, están orientadas a la minimización de los RFF en piso siendo necesario evaluar la tecnología que mejor se adapte a Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S. Todas las tecnologías solucionan la problemática de recepción y almacenamiento de racimos de fruta fresca, sin embargo existen algunas que generan **modificación en la planta de producción**, directamente el proceso de esterilización haciendo que el impacto sea mayor en términos económicos para la empresa siendo estas **las primeras que se descartarían para la**

**aplicación** estando entre estas las tecnologías que trabajan con la tecnología de descargue en Redler.

El **siguiente criterio** hace referencia a la **capacidad de procesamiento** que actualmente maneja la planta siendo este de 28 Ton/hora, descartando aquella que no permite manejar dicha cantidad, siendo esta la tecnología que emplea el **contenedor vertical para máquinas de procesamiento de aceite de palma automatizada a pequeña escala** que solo procesa hasta 20 Ton/hora.

El **tercer criterio** es la **optimización del proceso del proceso de recepción y almacenamiento**, es decir que este se convierta en más eficiente para la empresa, descartando aquellos que la adicionan actividades o lo vuelven más complejo, teniéndose en este caso la **Tolva de fruta tradicional con separación de fruto certificado RSPO** que adiciona la actividad de separación, no siendo óptima para la solución que se busca en este trabajo de grado.

El **cuarto criterio** es el **costo que implica la instalación** de la tecnología porque ante un costo elevado, la empresa no tendría la capacidad para tomarlo debido a la adquisición, mantenimientos y demás actividades posteriores a la instalación que elevan la inversión, **descartando** en este punto la tecnología con **contenedores-grúa y tractor-plataforma** para llevar contenedores.

Finalmente, se tienen tres tecnologías que se adaptan a las necesidades de Palma Oleaginosas Bucarelia S.A.S, siendo estas los cárcamos, tolva inclinada de mayor capacidad y mayor cantidad de vagonetas registrando el resumen del análisis de decisión en la

Tabla 12.

**Tabla 12. Criterios de decisión de tecnologías de recepción y almacenamiento**

Tecnología	Ventaja	Desventaja	Decisión	Descripción
Tolva de fruta con descargue en Redler	6	4	Descartado	Requerimiento modificación importante de la planta
Tolva de fruta tradicional con separación de fruto certificado RSPO	3	5	Descartado	Disminuye la eficiencia del proceso.
Tolva de fruta Bajo nivel, con descargue a Redler y separación de fruto certificado	4	5	Descartado	Requerimiento modificación importante de la planta
Contenedor vertical	8	1	Descartado	Capacidad de procesamiento inferior a la actual.
Cárcamos	5	2	Posible	Cumple con las necesidades de Palma Oleaginosas Bucarelia S.A.S
Contenedores y grúa	4	3	Descartado	Costo elevado
Tractor con plataforma para llevar contenedores	4	3	Descartado	Costo elevado
Tolva inclinada de mayor capacidad	8	1	Posible	Cumple con las necesidades de Palma Oleaginosas Bucarelia S.A.S
Mayor cantidad de vagonetas	5	3	Posible	Cumple con las necesidades de Palma Oleaginosas Bucarelia S.A.S

Fuente: El autor

Aunando en la información reportada en la Tabla 10 y Tabla 11 y soportado en el resumen de la

Tabla 12, la tecnología que representa mayores beneficios para la empresa es la **adquisición de Tolva inclinada de mayor capacidad**, porque tiene ocho ventajas frente a un desventaja,



mientras que los cárcamos tiene cinco ventajas, dos desventajas y aumentar la cantidad de vagonetas tiene 5 ventajas y 3 desventajas.

Dentro de las **ventajas** que más se destacan en la **tolva inclinada de mayor capacidad** se tiene que el costo es costo aceptable, que se puede instalar de forma rápida, que no genera impactos en la planta de producción específicamente en el proceso de esterilización y disminuye la cantidad de RFFs en piso, que es la principal solución que se está buscando.

#### 4.3.2 Viabilidad técnica de la tecnología para el mejoramiento de la recepción y almacenamiento

La viabilidad técnica de la tecnología escogida en este caso la **tolva inclinada de mayor capacidad**, requiere de la revisión del tamaño del proyecto, localización del proyecto y la Ingeniería del proyecto. (Córdoba, 2011)

El tamaño de la **tolva inclinada de mayor capacidad** dependerá la necesidad de la empresa que busca minimizar la cantidad de RFF en piso, tomando para este caso, la ecuación presentada en el numeral 4.1.2, las variables y constantes de la **Tabla 1** y **Tabla 2**, que describen la cantidad de RFF que se encuentra en la planta en cualquier momento durante la jornada.

$$RFF \text{ en piso} = RFF \text{ Acumulada} + RFF \text{ volquetas} - RFF \text{ planta} - RFF \text{ Vagonetas} - RFF \text{ en tolva}$$

$$Z = y + 60 - 28 - 2,5 - 60 - x$$

Para la solución, se empleó el modelo de programación lineal que facilita la solución de la actual problemática y permite validar que la tecnología escogida, cumple con las necesidades según

las restricciones de la empresa, en este caso a nivel técnico. Vasquez (2015) define la programación lineal como la técnica de la matemática que permite la optimización de una función objetivo a través de la aplicación de diversas restricciones a sus variables.

Se trata de un modelo compuesto por una función objetivo y sus restricciones, constituyéndose todos estos componentes como funciones lineales en las variables en cuestión. Esto hace que, a través de su método, se puedan simplificar los cálculos y obtener un resultado próximo a la realidad. La solución se buscó considerando las restricciones que se presentan en la

**Tabla 13**

**Tabla 13. Restricciones del modelo de programación lineal**

<b>Restricción</b>	<b>Variable</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Lado Derecho</b>	<b>Descripción</b>
#1	RFF acumulado	Mayor igual	90,5	Se debe garantizar que la planta tenga suficiente fruto para procesar, para lo cual se necesita 28 toneladas para la planta, 2.5 para las vagonetas y 60 Ton (Ton de RFF en una cochada de esterilización) de stock mínimo para la siguiente jornada o posibles retrasos con la llegada de vehículos por problemas en la vía u otros riesgos.
#2	RFF acumulado	Menor igual	931	Máximo valor de cantidad de RFF en piso en un (1) día que se ha tenido en la historia de Palmas Oleaginosas Bucarelia, que se espera minimizar.
#3	Capacidad nueva tolva	Mayor igual	60	Dada las ofertas actuales en el mercado, la capacidad de tolva mínima disponible es de 60 toneladas, que sería igual a la actual de Palmas Oleaginosas Bucarelia.
#4	Capacidad nueva tolva	Menor igual	120	Por la capacidad en infraestructura del lote, se puede instalar una nueva tolva con

				capacidad máxima de 120 toneladas.
--	--	--	--	------------------------------------

Fuente: El autor

A pesar de que se tienen días en donde el RFF en piso alcanzó a ser 931 toneladas, hasta esta capacidad no se puede alcanzar dada la restricción número 4, debido a las dimensiones del lote de almacenamiento que limita la posibilidad de ubicar una tolva con mayor dimensión. La restricción número 4, se muestra en la **Figura 43** con la vista frontal y la **Figura 44** con la vista lateral, con previa concertación con los encargados de la planta de producción.



**Figura 43.** Vista frontal del lote para instalación de nueva tolva inclinada

Fuente: El autor

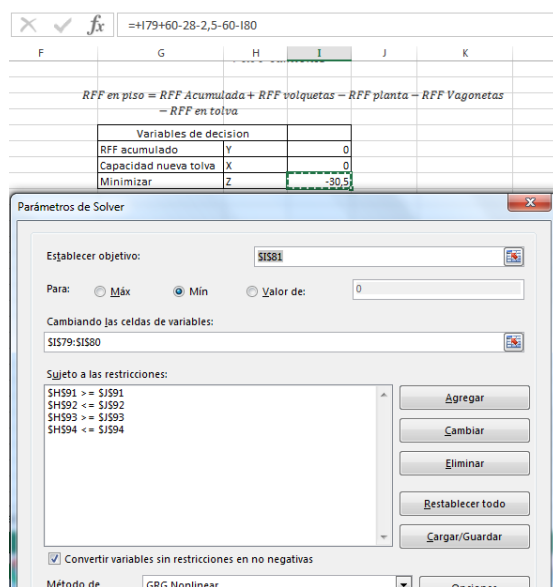


**Figura 44.** Vista lateral del lote para instalación de nueva tolva inclinada

Fuente: El autor

Ingresados los datos en el Solver (**Figura 45**) se obtuvieron los datos de la **Tabla 14** en donde propone que la **capacidad de la nueva tolva** para lograr que se tengan la cantidad necesaria de RFF para procesamiento de la planta y minimiza la cantidad de RFF en piso es de **120 toneladas**. Esto se debe a que se tienen días en donde la cantidad de RFF en piso alcanza a ser 931 toneladas, que fue el registro tomado para el mes de Marzo y 531 toneladas para el mes de Enero, siendo imperioso que se pueda tener mayor cobertura para estos RFF.

Considerando que la capacidad de la tolva inclinada propuesta por el modelo de programación lineal, cumple con las restricciones establecidas en la **Tabla 13**, desde el punto de vista técnico, la tecnología cumple con las expectativas y necesidades de Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S.



**Figura 45.** Ingreso de datos en Solver - Excel

Fuente: El autor

**Tabla 14. Resultado de variables del modelo**

Variables de decisión		Valor
RFF acumulado	Y	90,5
Capacidad nueva tolva	X	120
Minimizar	Z	-60

Fuente: El autor

### 4.3.3 Viabilidad operativa de la tecnología para el mejoramiento de la recepción y almacenamiento

La viabilidad operativa, como bien lo describe Kyocera (2017), es la menos técnica pero sí la más importante, debido a que se debe realizar el estudio para analizar si las necesidades del negocio pueden llegar a cumplirse a través de la idea propuesta. Además, medir en qué grado el sistema propuesto resuelve problemas y si se aprovecha de las oportunidades.

El conocimiento de que si las necesidades de la empresa fueron resueltas, se comprueba en primera instancia con el impacto en la cantidad de RFF en piso, mostrando el comportamiento de los dos escenarios con y sin la tecnología propuesta, teniendo esta ilustración en la **Figura 46** resaltado con color naranja la cantidad de RFF que se tenía antes de aplicar la tecnología y en verde, el escenario adquiriendo la nueva tolva, evidenciando la disminución siendo el objetivo que se busca. Para mayor claridad de la viabilidad operativa se tiene la **Figura 47** que deja visto que para el escenario presentado en los meses de cosecha entre Enero-Marzo para los datos registrados en el 2021, se tienen porcentajes positivos, es decir, que se logra disminuir la cantidad de RFF en piso, cumpliendo con las expectativas esperadas.

La adquisición de la tolva inclinada de 120 toneladas, permite que en los meses de Enero – Mayo, se tenga mejora en la cantidad de RFF en piso en la mayor parte de los días, teniendo días en donde se mejora al 100% con el menor valor de mejoramiento en 12.9%, reportando 52 de los





Inicialmente, se debe conocer el monto de la inversión inicial requerida para adquirir y adecuar la **tolva inclinada de 120 toneladas** en el área prevista en el numeral 4.3.2 de la viabilidad técnica, relacionando los conceptos y valores de la inversión en la

**Tabla 15** y Anexo 1 teniendo entre estos la adquisición de la tolva, la adecuación del área o terreno en donde se va a instalar, rielera, un costo estimado de la instalación y ajustes finales para que quede debidamente asegurada.

**Tabla 15. Inversión inicial en la tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas**

<b>Descripción inversión</b>	<b>Costo</b>
Tolva inclinada	\$350.000.000
Rielera y otros	\$25.000.000
<b>Total inversión</b>	<b>\$375.000.000</b>

Fuente: El autor

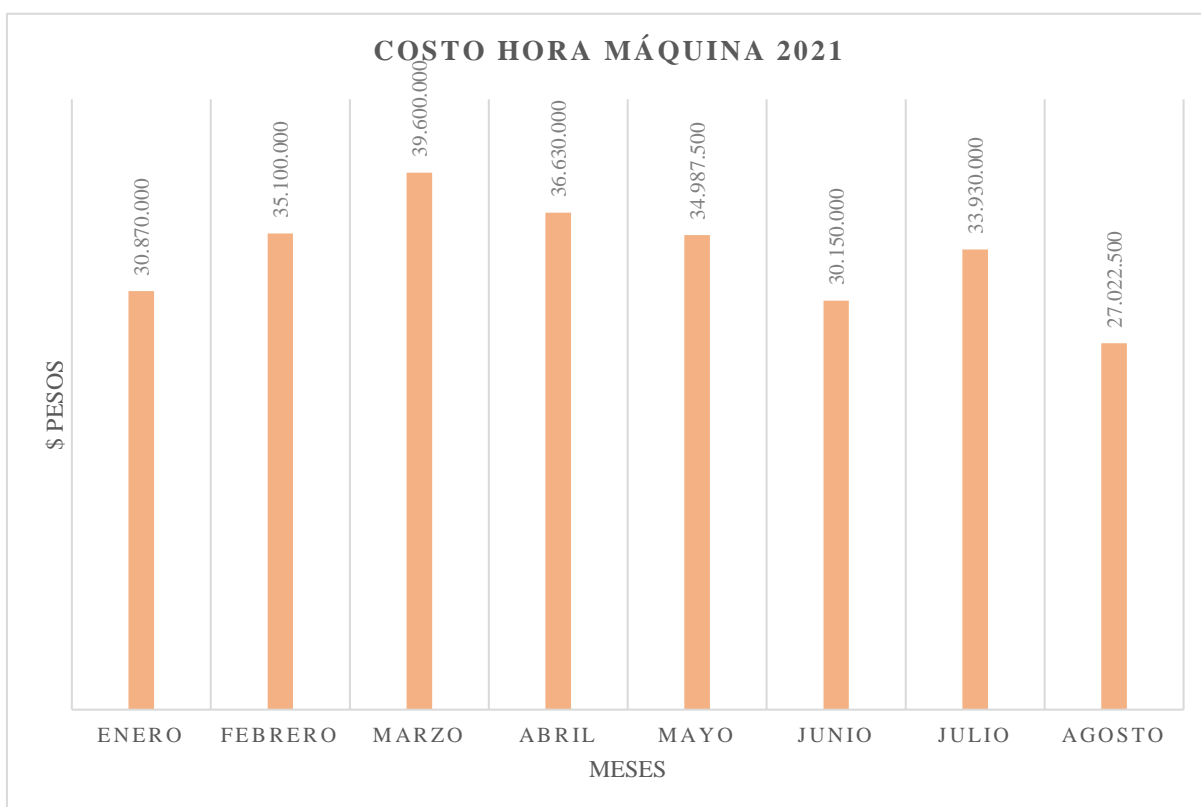
Los flujos de caja del proyecto corresponden al ingreso que se genera por el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento, en este caso se mejoran tres rubros que representan un menor costo de la operación que son:

- Disminución en el alquiler de horas máquina para cargar de piso a tolva de almacenamiento (Disminución del costo de hora máquina = Aumento flujo de caja)
- Disminución en tiempo del operador de la máquina para cargue del piso a la tolva de almacenamiento (Disminución del costo del operador = Aumento de flujo de caja)



- Disminución en la pérdida de cantidad de aceite de un 25% (Disminución de la pérdida de aceite = Aumento ingresos operacionales por más cantidad de aceite producido = Aumento de flujo de caja)

El primer flujo de caja a determinar es el relacionado con las horas máquina que incluye el valor total con el equipo y su operador que para el 2021 ha representado un costo de \$268.290.000 ilustrado por meses en la **Figura 48**, teniendo los mayores costos en la temporada de cosecha que son los tres primeros meses del año. Considerando que con la adaptación de la tecnología, se tiene 52 de los 72 días con mejoramiento superiores al 25%, se estima un mayor flujo de caja por ahorro en alquiler de horas máquina para cargue de piso a tolva, con un valor de \$67.072.500.

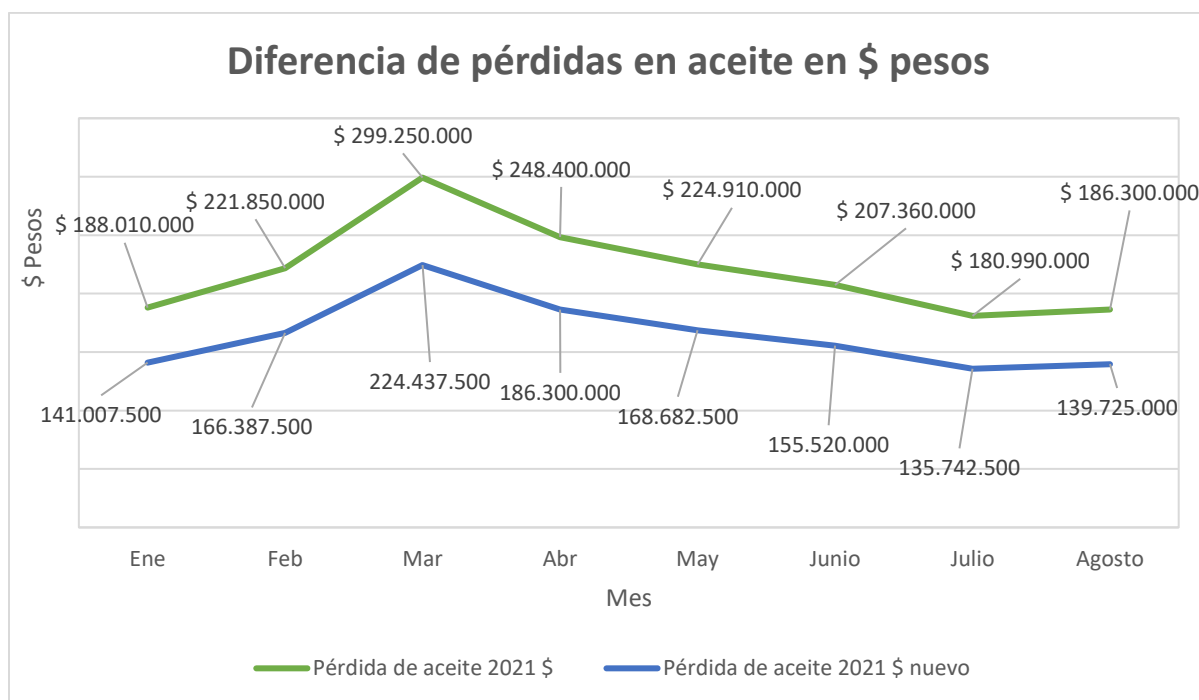


**Figura 48.** Costo hora máquina para manejo de RFF en piso - 2021

Fuente: El autor

Continuando con los flujos de caja futuros tras la nueva adquisición de la tolva de 120 toneladas, se tiene la disminución en la pérdida de cantidad de aceite que se reportó en la **Figura 41**, con un acumulado para el 2021 en la temporada de cosecha de **585.69 toneladas** que implica para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, ingresos dejados de percibir por **\$1.757.070.000** considerando el precio por tonelada de aceite de palma africana en el último año ha estado cerca a los \$3.000.000 según Indexmundi (2021). Como la mejora considerada para efectos del estudio es del 25%, el flujo de efectivo adicional por menor cantidad de aceite perdido para el 2021 es de **439.267 toneladas** porque solo se perdería en total por aceite dejado de extraer **\$1.317.802.500**, comparativo que se ilustra en la **Figura 49**.

El resumen de los flujos de caja con la adquisición de la tolva inclinada de 120 toneladas se presenta en la **Tabla 16** y en la **Figura 50** con la inversión inicial requerida para evaluar la viabilidad financiera.



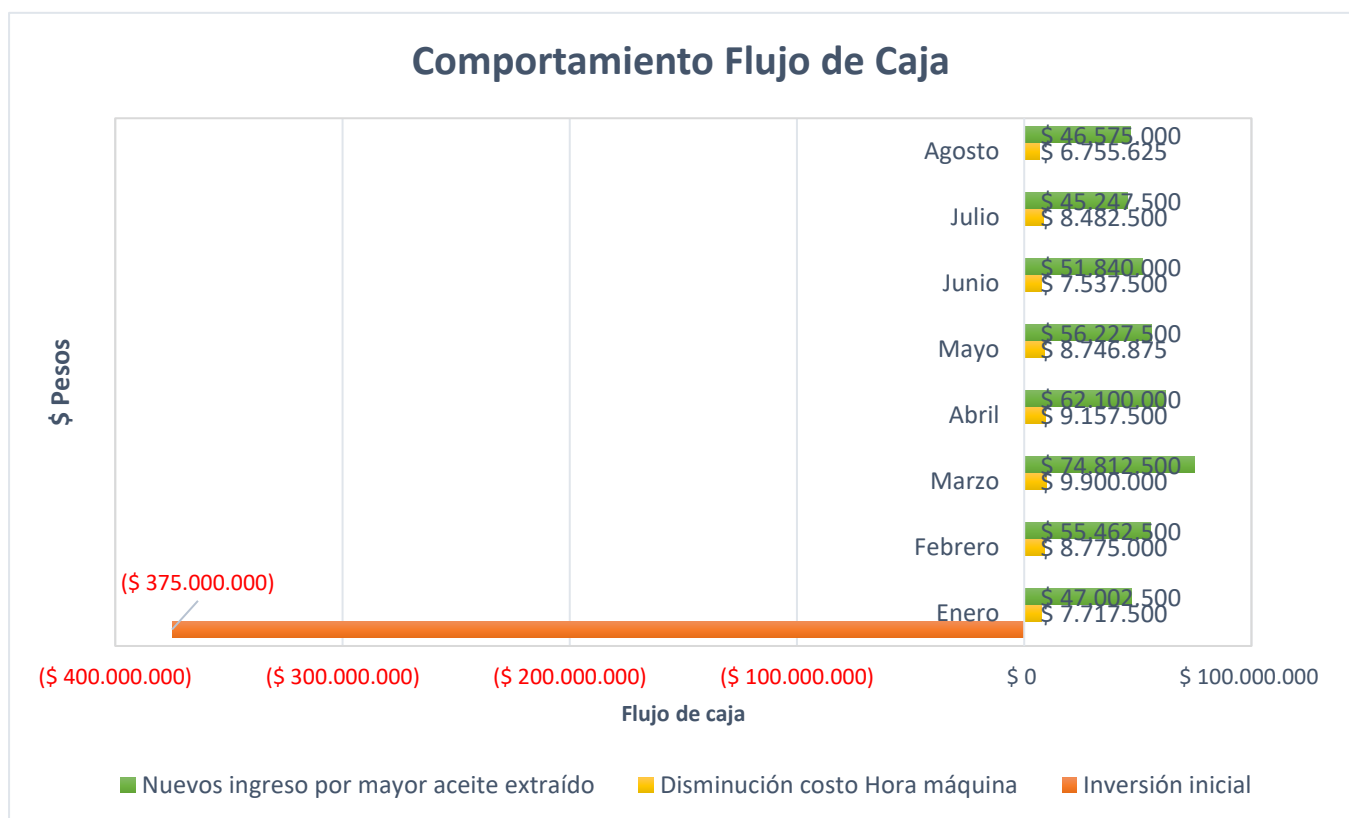
**Figura 49.** Pérdida en pesos de aceite de palma por RFF en piso - 2021

Fuente: El autor

**Tabla 16. Flujo de caja nuevo con la tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas**

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Disminución costo Hora máquina	\$ 7.717.500	\$ 8.775.000	\$ 9.900.000	\$ 9.157.500	\$ 8.746.875	\$ 7.537.500	\$ 8.482.500	\$ 6.755.625
Nuevos ingreso por mayor aceite extraído	\$ 47.002.500	\$ 55.462.500	\$ 74.812.500	\$ 62.100.000	\$ 56.227.500	\$ 51.840.000	\$ 45.247.500	\$ 46.575.000
<b>Total Flujo de caja</b>	<b>\$ 54.720.000</b>	<b>\$ 64.237.500</b>	<b>\$ 84.712.500</b>	<b>\$ 71.257.500</b>	<b>\$ 64.974.375</b>	<b>\$ 59.377.500</b>	<b>\$ 53.730.000</b>	<b>\$ 53.330.625</b>

Fuente: El autor

**Figura 50. Flujo de caja tecnología para el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas**

Fuente: El autor

El cálculo de la tasa interna de retorno TIR, se realiza tomando como base el valor presente neto igualando a cero, posterior realizando el comparativo con la tasa interna de oportunidad TIO que se toma con un 3% adicional a la tasa de interés de los certificados de depósito a término de 90 días, considerando que este estudio se ha centrado en la temporada de cosecha que son los tres primeros meses del año, con último reporte de 2.03%. (Banco de la República, 2021)

$$TIO = 2.03\% + 3\% = 5.03\%$$

$$VAN = -Inversión\ inicial + \sum_1^n Flujo\ caja_n$$

$$VAN = -375.000.0000 + \frac{54.720.000}{1 + TIR} + \frac{64.237.500}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{53.330.625}{(1 + TIR)^3} = 0$$

$$TIR = 7,43\%$$

A partir de la fórmula de la Tasa Interna de Retorno se deduce que la **tecnología de instalar una tolva inclinada con capacidad para 120 toneladas** de racimos de fruta fresca **es rentable** porque la  $TIR \geq TIO$  establecida para la inversión, porque:

$$TIR \geq TIO$$

$$7,43\% \geq 5,03\%$$

Este resultado llega a ser positivo, debido a la cantidad de flujo de caja que se obtiene con el mejoramiento en la capacidad de almacenamiento, que hace que mayor cantidad de RFF no se maltraten contra el piso ni se desprenda fruto del raqui, aumentando la tasa de extracción de aceite que representa aumento en los ingresos operacionales para la empresa. Es decir, la **inversión** en la

tolva inclinada con capacidad de recepción de 120 toneladas es **viable** y para confirmarlo, se presenta el estado de resultados (Tabla 17) para el proyecto de inversión teniendo las siguientes consideraciones:

- Los ingresos operacionales corresponde a las nuevas toneladas de aceite que se producen tras el mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento de la materia prima.
- Los costos operacionales representaron para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S el 81,2% del total de ventas netas, al cual se le restó el ahorro en el costo de la hora máquina del cargador, que se deja de emplear tras mejorar el proceso de recepción de materia prima.
- Se mantiene el porcentaje de gastos de administración de la operación de la empresa, calculado para el año 2020.
- Se mantiene el porcentaje de gastos de ventas de la operación de la empresa, calculado para el año 2020.
- Se mantiene el porcentaje de gasto financiero porque con el flujo de caja se confirma la capacidad de recuperación de la inversión y la posibilidad de aprobación de la nueva obligación financiera.

La utilidad neta esperada con la adquisición de la tolva inclinada de 120 toneladas es positiva, demostrando nuevamente que es **viable** la inversión y que se debe realizar si la empresa está en la búsqueda del mejoramiento continuo de su operación, porque el crecimiento de la industria del sector palmicultor es innegable y la empresa debe contar con los recursos físicos para que su operación se mantenga en el tiempo y su participación en el mercado sea importante, sin que se vea afectada por la falta de toma de decisiones que contribuya con el soporte para la continuidad del negocio.

**Tabla 17. Estado de resultados proyecto para inversión en tolva inclinada de 120 toneladas**

<b>Cuenta</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>
Nuevos ingresos operacionales	\$ 47.002.500	\$ 55.462.500	\$ 74.812.500	\$ 62.100.000	\$ 56.227.500	\$ 51.840.000	\$ 45.247.500	\$ 46.575.000
Costo total (81,2%) - Disminución costo horas máquina	\$ 30.448.530	\$ 36.260.550	\$ 50.847.750	\$ 41.267.700	\$ 36.909.855	\$ 34.556.580	\$ 28.258.470	\$ 31.063.275
Contribución bruta	\$ 16.553.970	\$ 19.201.950	\$ 23.964.750	\$ 20.832.300	\$ 19.317.645	\$ 17.283.420	\$ 16.989.030	\$ 15.511.725
Gastos Administración (5,3%)	\$ 2.491.133	\$ 2.939.513	\$ 3.965.063	\$ 3.291.300	\$ 2.980.058	\$ 2.747.520	\$ 2.398.118	\$ 2.468.475
Gastos de Ventas (11,5%)	\$ 5.405.288	\$ 6.378.188	\$ 8.603.438	\$ 7.141.500	\$ 6.466.163	\$ 5.961.600	\$ 5.203.463	\$ 5.356.125
Utilidad operativa	\$ 8.657.550	\$ 9.884.250	\$ 11.396.250	\$ 10.399.500	\$ 9.871.425	\$ 8.574.300	\$ 9.387.450	\$ 7.687.125
Gasto financiero (0,626%)	\$ 294.236	\$ 347.195	\$ 468.326	\$ 388.746	\$ 351.984	\$ 324.518	\$ 283.249	\$ 291.560
Utilidad antes de impuestos	\$ 8.363.314	\$ 9.537.055	\$ 10.927.924	\$ 10.010.754	\$ 9.519.441	\$ 8.249.782	\$ 9.104.201	\$ 7.395.566
Impuestos (0,623%)	\$ 292.826	\$ 345.531	\$ 466.082	\$ 386.883	\$ 350.297	\$ 322.963	\$ 281.892	\$ 290.162
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 8.070.489</b>	<b>\$ 9.191.523</b>	<b>\$ 10.461.842</b>	<b>\$ 9.623.871</b>	<b>\$ 9.169.144</b>	<b>\$ 7.926.818</b>	<b>\$ 8.822.309</b>	<b>\$ 7.105.403</b>

Fuente: El autor

Con estos resultados se responden las hipótesis planteadas en el numeral 1.5, análisis presentado en la Tabla 18.

**Tabla 18. Aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas**

<b>Hipótesis</b>	<b>Respuesta</b>
Hipótesis 1: La optimización del proceso del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, permite un incremento en la productividad empresarial.	Se acepta la Hipótesis 1, por cuánto la TIR $\geq$ TIO y la utilidad neta es $\geq$ 0
Hipótesis 2: La optimización del proceso del proceso de recepción y almacenamiento de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S, NO permite un incremento en la productividad empresarial.	No se acepta la Hipótesis 2, por cuánto la TIR $\geq$ TIO y la utilidad neta es $\geq$ 0
Hipótesis 3: Una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S; es viable técnica, operativa y financiera.	Se acepta la Hipótesis 3, por cuánto la TIR $\geq$ TIO y la utilidad neta es $\geq$ 0
Hipótesis 4: Una solución tecnológica en el proceso de recepción de materia prima en la planta extractora Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S; NO es viable técnica, operativa y financiera.	No se acepta la Hipótesis 4, por cuánto la TIR $\geq$ TIO y la utilidad neta es $\geq$ 0

Fuente: El autor

---

# Capítulo V

## Conclusiones

---



## 5 Conclusiones

- Los procesos de recepción y almacenamiento de materias primas, se identifican dentro de la cadena de valor de una empresa, pero poco se dimensiona el impacto que puede llegar a tener en la productividad de la operación no solo por el sobrecosto que pueden generar sino por el impacto en la calidad del producto procesado y final, situación que se estaba presentando para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S en donde la falta de asignación de recursos en la capacidad de almacenamiento de la planta extractora, está impactando negativamente porque hace que se genere el fenómeno de baja extracción, fruto sobremaduro, con aumento en el nivel de acidez, al estar expuesto y ser golpeado con el piso.
- Las estrategias para el mejoramiento del proceso productivo de las empresas del sector palmicultor, implican el estudio de diferentes factores entre estos la capacidad económica de inversión, el entrenamiento de los operadores y el nivel de ingeniería del modelo a instalar, que para Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A.S fue necesario analizar para obtener el mayor beneficio frente a la obtención de aceite y el aprovechamiento de los racimos de fruta fresca, para que estos no se desperdicien.
- La recepción y almacenamiento de materia prima es el primer eslabón dentro del proceso productivo interno, por lo cual necesita de ser considerado para la toma de decisiones para lograr la calidad esperada en los productos derivados de la cadena productiva.
- El proceso de recepción y almacenamiento de materia prima debe desarrollarse en un área que garantice las condiciones de calidad de los racimos de fruta fresca para obtener el producto final de calidad esperado es por esto, que como primera estrategia se planteó

contar con un área de mayor capacidad que permita recepcionar los RFF para que estos no se maltraten arrojándolos al piso, sacando mayor aprovechamiento (aceite).

- El mejoramiento del proceso de recepción y almacenamiento permite solucionar directamente el tiempo de espera de los conductores para descargar, logrando tener mayores descargas por hora y a su vez, disminuyendo los costos por operación de la máquina cargador para el transporte de piso a vagonetas.
- El análisis técnico permitió encontrar la solución que alcanza el objetivo principal que es la minimización de RFF en piso teniendo en cuenta las variables de restricción para la empresa como son tener la cantidad suficiente para la operación continua de la planta, el límite de RFF en piso registrado por la empresa y la capacidad por las dimensiones del lote.
- El análisis operativo permitió demostrar que la solución de la tolva inclinada de mayor capacidad, mejora el proceso de recepción y almacenamiento porque se tiene menor cantidad de RFF en piso en los diferentes días de la temporada de cosecha.
- El análisis financiero comprueba que se tienen beneficios en el estado de resultados porque genera utilidades ya que se produce mayores cantidades de aceite debido a que el fruto no se maltrata, se mantienen los niveles de acidez dentro del límite establecido por la norma técnica y hay menor desprendimiento de fruto, comprobándose por medio de la tasa interna de retorno que está por encima de la tasa de oportunidad definida.
- En el estudio realizado se evidenció que la adquisición de la tolva inclinada de 120 toneladas, permite que para los meses de Enero – Mayo, se tenga una mejora superiores del 25% en la cantidad de RFF en piso la mayoría de días; trayendo consigo disminución en

costos de horas máquina entre los 7 y 9 millones de pesos y nuevos ingresos por aumento en extracción entre los 40 y 70 millones de pesos / mensual.

- Teniendo en cuenta la tasa interna de retorno  $TIR \geq TIO$ , se concluyó que la tecnología a instalar es rentable.

## 6 Recomendaciones

- Se sugiera al grupo de socios de la empresa de aceites Bucarelia, llevar a cabo un estudio posterior a la implementación de la tolva inclinada, con el fin de poder calcular el porcentaje real de optimización de almacenamiento del fruto, con el fin no solo de validar los datos teóricos realizados en este proceso investigativo, sino de servir de modelo esquemático de mejoramiento durante el proceso conservación del fruto, especialmente para plantas de mediano y pequeña capacidad de beneficio en el contexto nacional.
- Implementar un control diario donde se detalle la fruta almacenada en piso, vagonetas y tolvas; que permita establecer las pérdidas de aceite generadas por el almacenamiento de fruta en piso.
- Revisar y ajustar procedimientos establecidos para el ingreso de vehículos con fruta a planta extractora, garantizando la mejora en retrasos en los tiempos ocasionados por los procesos de portería, báscula y operador de patio.
- Contar con las vagonetas disponibles en tiempo de cosecha y de esta manera evitar almacenar fruta en piso (teniendo en cuenta que la optimización reportó una mejora del 25% de fruta almacenada en piso).

---

# Bibliografía

---

## 7 Referencias

- ABC Machinery. (26 de Abril de 2020). *Small to medium scale palm oil processing mill*. Recuperado el 20 de Agosto de 2021, de <http://www.palmoilmillplant.com/related-products/small-scale-palm-oil-processing-equipment-price.html>
- Afoakwa, E., & Sakyi, E. (2013). *Palm Oil Processing Technology*. Saarbrücken, Alemania: Scholar's Press. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/272151862\\_Palm\\_Oil\\_Processing\\_Technology/link/54dba8660cf23fe133ad6d66/download](https://www.researchgate.net/publication/272151862_Palm_Oil_Processing_Technology/link/54dba8660cf23fe133ad6d66/download)
- Agrario, B. (13 de Enero de 2010). *Tractor*. Recuperado el 20 de Agosto de 2021, de <https://boletinagrario.com/ap-6,tractor,735.html>
- Azis, A. (2010). Proceso mejorado de esterilización para aumentar la tasa de extracción de aceite de palma. *Revista Palmas*, 31(Especial), 19-28.
- Banco de la República. (12 de Septiembre de 2021). *Tasas de captación semanales y mensuales*. Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-captacion-semanales-y-mensuales>
- Bastidas, S., Betancourth, C., Preciado, C., Peña, E., & Reyes, R. (2011). Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia. II. Determinación del ciclo de cosecha para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 13-20. Recuperado el 30 de Mayo de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945030002.pdf>
- Boletín Agrario. (24 de Enero de 2017). *Tolva*. Recuperado el 20 de Agosto de 2021, de <https://boletinagrario.com/ap-6,tolva,739.html>
- Castillo-González, J., & Carreño-Dueñas, D. (2020). Diseño metodológico para la caracterización de procesos, caso empresas metalmecánicas del departamento de Boyacá. *INGE CUC*, 16(1), 241-251. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <https://52.0.212.120/ingecuc/article/download/2706/2699>
- Contexto Ganadero. (13 de Febrero de 2020). *Sector palmero espera recuperación de precios en 2020*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de <https://www.contextoganadero.com/agricultura/sector-palmero-espera-recuperacion-de-precios-en-2020>
- Córdoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Corzo de Rodríguez, L., & Chirinos, J. (2019). La viabilidad ambiental: Una mirada desde los proyectos socio integradores. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 4(9), 108-132. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7164269.pdf>

- Corzo, J. (2018). *Ponencia: Factores que inciden en la formación y conformación del racimo de palma aceitera*. Guatemala: Grepalma. Obtenido de <https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2018/09/P-2-Factores-que-inciden-en-la-formacion-y-conformacion-del-racimo-de-palma-aceitera.pdf>
- Fedepalma. (2021). *Fedepalma: ¿Quiénes Somos?* Obtenido de <https://web.fedepalma.org/quienes-somos-fedepalma>
- Fedepalma. (2021). *La palma de aceite en Colombia*. Obtenido de <https://web.fedepalma.org/la-palma-de-aceite-en-colombia-departamentos>
- Fernández, M. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores*. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo - FONADE e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Fontanilla, C., Nieto, D., & Urueta, J. (2014). Consideraciones sobre el transporte de fruto de palma de aceite en la Zona Norte de Colombia. *Revista Palmas*, 36(1), 41-53. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11062/11047>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F: Mc Graw Hill.
- IDEAM. (2013). *Informe Ejecutivo: Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop*. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo -FENADE- Insitituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM; Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Rendimiento+de+cultivos+en+ECC.pdf/5b49e326-a0a9-45ee-8bd7-466efe04054d>
- Induagro México. (2021). *Proceso de extracción de aceite de palma*. Obtenido de <http://www.induagro.com.mx/HOMEAP/ProcProductAP/ProcProductAP.html>
- Jarvis, A., & Escobar, D. (2014). Convenio MADR-CIAT: La adaptación al cambio climático, una necesidad para el sector palmicultor. *Revista Palmas*, 35(4), 54-65. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/132667332.pdf>
- Jiménez Cueto, M. (2016). Mejora continua en la recepción de fruta de palma de aceite - logística eficiente. *Revista Palmas*, 37(4), 133-139. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/11970/11962/>
- Kandiah, S. (2010). Nuevas tendencias en el procesamiento de aceite de palma. *Revista Palmas*, 31(Especial), 29-39.

- Kandiah, S., Rohaya, M. H., Tan, Y. H., Wong, P. W., & Ramani, R. (2004). Esterilización continúa de racimos de fruta fresca de palma de aceite. *Revista Palmas*, 25(Especial), 83-89.
- Kyocera. (9 de Mayo de 2017). *Análisis de la viabilidad de un proyecto*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de Kyocera: <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/insights-hub/articles/analisis-de-la-viabilidad-de-un-proyecto.html>
- Montoya, L., & Osorio, O. C. (2013). Cambios fisicoquímicos postcosecha que afectan la calidad de racimos de Palma. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(2), 84-93. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104080.pdf>
- Nieto, D., & Caballero, S. (2013). *Tesis: Estudio de prefactibilidad para el diseño y montaje de una planta extractora de aceite de palma en el municipio de Pivijay (Magdalena)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/150543.pdf>
- Ortíz, Y. (2019). *Tesis: La palma de aceite como ejemplo para la agroindustria en Colombia*. Bogotá D.C: Fundación Universitaria de América. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7244/1/2112059-2019-1-EF.pdf>
- Pérez, I., & Monzalvo, C. (2012). Diseño de una propuesta de herramienta de diagramación para el desarrollo de algoritmos para computadora. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4800/disenio\\_de\\_una\\_propuesta\\_de\\_herramienta\\_de\\_diagramacion\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_algoritmos\\_para\\_computadora.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4800/disenio_de_una_propuesta_de_herramienta_de_diagramacion_para_el_desarrollo_de_algoritmos_para_computadora.pdf)
- Prieto, L., & Jaramillo, A. (2019). *Monografía: Estudio de factibilidad técnico - económico del aprovechamiento energético de biogas a partir de aguas residuales resultantes de la extracción de aceite de palma en planta extractora Aceites S.A.* Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- RAE. (2021). *Vagoneta*. Obtenido de <https://dle.rae.es/vagoneta>
- Rashid, A. (2016). Clasificación de racimos de fruta fresca en la plan de beneficio de aceite de palma utilizando técnicas y tecnologías avanzadas. *Palmas*, 37, 11-18. Recuperado el 5 de Agosto de 2021, de [https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Memorias%20de%20la%20XVIII%20Conferencia%20Internacional%20sobre%20Palma%20de%20aceite/M\\_2\\_1\\_%20Clasificacion%20de%20racimos%20de%20fruta.pdf](https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Memorias%20de%20la%20XVIII%20Conferencia%20Internacional%20sobre%20Palma%20de%20aceite/M_2_1_%20Clasificacion%20de%20racimos%20de%20fruta.pdf)
- Rueda, H. (2011). *Evaluación del tiempo Post-cosecha sobre la actividad lipásica del mesocarpio del fruto de la palma de aceite y la calidad del aceite*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander - Facultad de Ciencias - Escuela de Química. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/142407.pdf>



- Salcedo, J. d. (2017). *Tesis: Caracterización de los factores que inciden en la producción de buena calidad de racimo de fruta fresca (RFF) de Palma Africana, en la Zona del Bajo Ariari*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - Escuela de Ciencias Agrarias Pecuarias y del Medio Ambiente. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13544/5609851.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanz, J. I. (2016). Las mejores prácticas agroindustriales para un excelente palmicultura colombiana. *Revista Palmas*, 37(4), 67-74.
- Sarmiento, A., Escudero, I., Valencia, J., & Muñoz, Y. (2020). *Análisis de la viabilidad técnico - económica de la implementación de microrredes, a partir del uso de la herramienta computacional HOMER*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- UNIR. (24 de Enero de 2017). *¿Qué es y cómo calcular la TIR (Tasa Interna de Retorno)?* Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de <https://www.unir.net/empresa/revista/como-calculiar-tir-tasa-interna-retorno/>
- Vasquez, L. (2017). *Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa panificadora Panarte a través del estudio de tiempos y movimientos*. Quito: Escuela Politécnica Nacional - Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria.
- Vignola, R., Watler, W., Poveda, K., Berrocal, Á., & Vargas, A. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos - Cultivo de palma aceitera en Costa Rica*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-palma.pdf>
- Wambeck, N. (2001). *Oil Palm Process Synopsis. Segunda Edición*. 1-737. Obtenido de [https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/\\_190214031929\\_FULL\\_PAPER.pdf](https://pustaka.stipap.ac.id/files/ta/_190214031929_FULL_PAPER.pdf)

## 8 Anexos

## ANEXO N°1 – COTIZACIÓN FABRICACIÓN TOLVA INCLINADA

	<p><b>SEDE PRINCIPAL:</b> Cra 31 N° 32-34 Porvenir Tel: (8) 6629402 Celular: 3102774622</p> <p><b>BUCARELIA:</b> Calle 21 N° 34 - 56/58 San Celular: 3164534625 e-mail: ferredellano@hotmail.com</p>
<p><b>NIT. 17314808-4</b></p>	
<p>Villavicencio, Agosto 20 de 2021</p>	
	<p><b>COTIZACION No. 2156</b></p>
<p>Señores <b>PALMAS OLEAGINOSAS BUCARELIA SAS</b> Atte. Ing. Castor Jet Acevedo Gerente General</p>	
<p><b>Asunto:</b> Cotización de una Tolva para Recibo de Fruto de Palma Africana</p>	
<p>Cordial saludo</p>	
<p>Por medio de la presente damos respuesta a su solicitud de cotización por:</p>	
<p>Instalación y montaje de Tolva (Número 2) para recepción de fruto de Palma africana, con las siguientes dimensiones y características:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud Total: 3.05 mts.</li> <li>• Ancho: 6.60 mts.</li> <li>• Alto Total: 6.30 mts.</li> <li>• Capacidad Nominal: 17.5 Toneladas</li> <li>• Soportada en Columnas Fabricadas en perfil U de 10", U de 8", Angulo de ½" x 4" y Angulo de ½" x 6"</li> <li>• Plataforma Fabricada en Perfil I de 10" y U de 6"</li> <li>• Arrostramiento de la Estructura en Angulo de 2 ½" x ¼"</li> <li>• Bocas – Salidas en lamina HR de 1/4"</li> <li>• Cerramientos Laterales en Lamina A-36 de 1/4" y Angulo de 1/4" x 2"</li> <li>• una boca de Descargue de Fruto a los Vagones en Lamina HR A-36 de 1/4" y Angulo de 1/4" x 2"</li> </ul>	
<p><b>Valor de la Oferta:</b> \$ 40.300.000 + 19% de IVA</p>	
<p><b>Forma de pago:</b> 50% Anticipo, 25% Para la Entrega y 25% a crédito 30 días</p>	
<p><b>Tiempo de Ejecución de la obra:</b> 5 días</p>	
<p><b>Validez de la Oferta:</b> 8 Días Hábiles</p>	
<p>Por favor realizar consignaciones y/o pagos Únicamente en Bancolombia a la cuenta de ahorros No. 84994490264 a nombre de Álvaro Erney Espitia López</p>	



NIT. 17314808-4

SEDE PRINCIPAL - Cra 21 N° 32-34 - Parvenir

Tel: (8) 4629402

Celular: 3202774622

SUCURSAL - Calle 21 N° 34 - 56/58 San

Celular: 3164524622

e-mail: fermedellano@hotmail.com

**Condiciones para entrega:**

- Con respecto a la obra civil, que este ejecutada en su totalidad y apta para el montaje de la obra (Tolva)

**Comentarios Adicionales:**

- ✓ La presente cotización No incluye la Obra Civil

Agradezco la atención prestada, cualquier inquietud con gusto le atenderemos.

Atentamente

ING. ALVARO ERNEY ESPITIA L.  
GERENTE

Por favor realizar consignaciones y/o pagos Únicamente en Bancolombia a la cuenta de ahorros No. 84994490264 a nombre de Álvaro Erney Espitia López

ANEXO N°2 – DISEÑO TOLVA INCLINADA

