

UNIVERSIDAD EAN



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERIA DE PROCESOS**

**ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO DE LA EXTRACCIÓN Y
BIOPROSPECCIÓN DE ACEITE DE BURITI – *Mauritia flexuosa*, EN EL
DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE**

**AUTOR
GUSTAVO ADOLFO ACOSTA RODRIGUEZ**

**DIRECTOR
JEFFREY LEÓN PULIDO**

BOGOTÁ, 6 DICIEMBRE DE 2019

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1.....	19
OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO.	19
1.1. Objetivos.....	19
1.1.1. Objetivos general.....	19
1.1.2. Objetivos específicos.....	19
1.2. Justificación	20
1.3. Delimitación y alcance.....	21
1.4. Planteamiento de hipótesis.....	22
1.5. Metodología.	23
CAPÍTULO 2.....	26
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	26
2.1. Biodiversidad en Colombia	26
2.2. El Moriche o Burití.....	27
2.2.1. Taxonomía.....	28
2.2.2. Anatomía y fisiología.	30
2.2.3. Distribución y habitat.	31
2.2.4. Tipos de especies.....	32
2.3. Burití colombiano	32
2.3.1. Características del Fruto.....	35
2.3.2 Componentes y bioactividad	36
2.3.3. El Aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i>	37
2.4. Procesos de extracción	40
2.4.1. Procesos para la extracción de aceites.....	41
2.4.2 Comparación de los métodos extractivos para Burití	46
2.4.3. Sostenibilidad en procesos extractivos.....	48

2.5 Bioprospección en general de los aceites	53
2.6 Variables.....	56
2.6.1. Variables de entrada	58
2.6.2. Variables de salida	59
2.6.3. Diseño Experimental.....	62
CAPÍTULO 3.....	66
METODOLOGÍA.....	66
3.1 Técnicas extractivas para obtener aceite de <i>Mauritia flexuosa</i> aplicando criterios de sostenibilidad.	66
3.1.1. Localización y criterio de recolección	70
3.2 Selección de la palma y muestras.....	73
3.3 Preparación de la muestra.....	75
3.4 Diseño experimental.....	80
3.5 Experimentos.....	83
3.5.1. Estudio Computacional	84
3.5.2. Método de extracción Prensado en frio.....	88
3.5.3. Método de extracción Folch.....	90
3.6 Análisis experimental	91
3.7 Estimar el rendimiento del extracto obtenido por medio de procesos extractivos a escala laboratorio.	96
3.7.1. Relación de la obtención de aceites por comparación de las técnicas usadas.....	97
3.7.2. Tabla comparación métodos extracción.....	98
3.8 Resultados del Diseño de Experimentos	100
CAPÍTULO 4.....	107
RESULTADOS.....	107
4.1 Desarrollar un estudio de bioprospección del aceite extraído en el Departamento del Guaviare y sus oportunidades en el mercado nacional e internacional.	107

4.1.1 Bioprospección.....	107
4.1.2. Usos Locales Y Conocimiento Tradicional (Consentimiento Previo, Libre E Informado)	110
4.2 Desarrollar un estudio de factibilidad técnica y económica para una unidad extractiva de Maurita Flexuosa en la amazonia colombiana.....	111
4.2.1 Viabilidad técnica.....	111
4.2.2 Viabilidad económica.....	119
4.2.3 Análisis de Viabilidad y bioprospección integrado	122
CONCLUSIONES	124
ANEXOS	132
LISTA DE REFERENCIAS	159
VITA	176

Lista de figuras

CAPITULO 1

Figura 1. Enfoque metodológico.....	24
Figura 2. Enfoque cuantitativo.....	25

CAPITULO 2

Figura 3. Sinónimos de <i>Mauritia flexuosa</i>	30
Figura 4. Distribución Geografica.	32
Figura 5. Ubicacion de estudio poblacional.....	33
Figura 6. Partes de la drupa.....	35
Figura 7. Diagrama de flujo básico del proceso de extracción y prensado de muestra. Tomada de (Nuñez, 2007).....	42
Figura 8. Metodo folch.	46
Figura 9. Cadena de Valor. Tomado de: (Bogotá & Colombia, 2016).	50
Figura 10. Cadena de valor. (Español Niño, 2017).....	53
Figura 11. Variable. (Varela-Medina & Lopez-Reyes, 2011)	57
Figura 12 Proceso de extracción..	57

CAPITULO 3

Figura 13. Morichal Resguardo Panuré.	71
Figura 14. Morichal vereda El Progreso – finca Adan..	71
Figura 15. Morichal vereda El Progreso - Finca Villa Consuelo.....	72
Figura 16. Diagrama de Bloque Muestras de Material Para Extracción Por Soxhlet y Prensado.	78
Figura 17. Diagrama de Bloque Muestras de Material Para Extracción Por Folch.....	79
Figura 18. Diagrama Líquido/Vapor Fracción molar para ácido Oleico respecto al ácido Palmítico	86
Figura 19. Montaje de extracción Soxhlet	87
Figura 20. Extracción Soxhlet.....	88
Figura 21. Mesocarpio.	89
Figura 22. Método de extracción.	89

Figura 23. Proceso de extracción Folch.	90
Figura 24. Diagrama de Pareto.	93
Figura 25. Superficies.	94
Figura 26. Bidimensional de superficies.....	95
Figura 27. Comportamiento del proceso de extracción.	96
Figura 28. Contenido de Ácidos Grasos	106

CAPITULO 4

Figura 29. <i>Cadena de Valor Aceite de Mauritia Flexuosa.</i>	111
Figura 30. Proceso de Extracción de aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i>	112
Figura 31. Operación Unitaria Despulpado.	113
Figura 32. Operación Unitaria Deshidratado	114
Figura 33. Operación Unitaria pulverizado.	115
Figura 34. Operación unitaria prensado en frio.	116
Figura 35. Operación filtrado.....	117
Figura 36. Diagrama de Procesos Planta extractora de aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i>	118

Lista de tablas

CAPITULO 2

Tabla 1. Árbol taxonómico.	29
Tabla 2.poblaciones de <i>Mauritia flexuosa</i>	33
Tabla 3. Produccion de frutos.	34
Tabla 4. Composición Macroscópica.....	36
Tabla 5. Composición química.	37
Tabla 6. Comparativo Ácidos Grasos	39
Tabla 7. Ventajas y desventajas.	47
Tabla 8. Matriz de aspectos e impactos.	51
Tabla 9. Variables de entrada.....	58
Tabla 10. Variables de salida.	59
Tabla 11. Analisis de varianza (ANOVA).....	64

CAPITULO 3

Tabla 12. Conteo de Individuos en Parcelas.	67
Tabla 13. Estimación Por Oferta Natural.....	68
Tabla 14.Proyección de una Ha de aprovechamiento.	69
Tabla 15.Ubicación de parcelas.	70
Tabla 16. Muestras Racimos.....	73
Tabla 17. Datos de Medidas de las drupas.....	74
Tabla 18. Descripción Morfológica y peso.....	74
Tabla 19. Parámetros de evaluación de la drupa.....	75
Tabla 20. Definición de variables	81
Tabla 21. Máximos y Mínimos en Software STATISTICA.....	81
Tabla 22. Definición Experimentos	82
Tabla 23. Procesos de Extracción	83
Tabla 24. Ácidos grasos su fracción másica	85
Tabla 25. Resultados Extracción por Soxhlet	90

Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) Rendimiento del Aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i>	92
Tabla 27. Determinación de rendimientos (%) para las diferentes muestras y proceso de extracción.	97
Tabla 28. Tipo de Extracción Versus Aspectos	99
Tabla 29. Resultados de calidad.....	101
Tabla 30. Resultados Cromatografía.....	102
Tabla 31. Contenido (cantidad relativa, %) de ácidos grasos, en forma de metilésteres (FAME), presentes en la muestra identificada como: "Muestra: Aceite de Moriche <i>Mauritia Flexuosa</i> ".	104
Tabla 32. Contenido (cantidad relativa, %) de ácidos grasos saturados, insaturados.....	105
CAPITULO 4	
Tabla 33. Entrada Base de Datos Código INCI	109
Tabla 34. Maquinaria y Equipos Para Despulpado.....	113
Tabla 35. Maquinaria y Equipos Para Deshidratado	114
Tabla 36. Maquinaria y Equipos pulverizado.	115
Tabla 37. Maquinaria y Equipos prensado en frio	116
Tabla 38. Filtrado.....	118
Tabla 39. Costos Ejecución Planta Producción de Aceites.....	120
Tabla 40. Costos Infraestructura	121
Tabla 41. Ingresos.	121
Tabla 42. Egresos.....	121
Tabla 43. Prueba Hipótesis	124
Tabla 44. Prueba hipótesis Calidad Aceite	125
Tabla 45. Variabilidad de los parámetros de calidad.....	126
Tabla 46. Variación Subproductos.....	128

Dedicatoria

Para Gabi.

Tiño kactiri hü müco

Tiño kactiri daccho

Agradecimientos

A mi familia por el apoyo constante. Katherine mi esposa por la paciencia,

Para mi equipo de trabajo de la Maestría Caro, Yes, Rafa y Jorge.

A La Subdirectora del Centro de Desarrollo Agroindustrial, Turístico y Tecnológico del Guaviare Luz Piedad Echeverry Quiceno, los Coordinadores Ezequiel Tarazona y Nancy Giannini Velasco sin su apoyo no sería posible la ejecución de esta investigación.

Al Semillero de Investigación SIEC “Semillero de Investigación en Ecología y Conservación”

En especial a Juan Pablo Arias y Marcela Acosta.

Resumen

La Bioprospección es un proceso muy importante, que puede llegar a ser un polo de desarrollo para la denominada Colombia profunda; donde están emplazados los departamentos de la Amazoninoquia. El uso eficiente de la biodiversidad, partiendo de los principios establecidos en el protocolo de Nagara; puede llegar a generar un importante flujo de divisas convirtiendo la biodiversidad en un motor que ayude a sacar estas regiones sumidas en el olvido y el atrasó. El intercambio de conocimientos técnicos que propone la bioprospección con otras instituciones nacionales e inclusive internacionales; generan importantes transferencia de conocimientos directos a la comunidad donde se ejecutan los proyectos, también establece nuevas dinámicas en el empleo, donde la división del trabajo va a generar nuevos puestos para los diferentes niveles de formación; constituyendo todos los eslabones de la cadena de valor de un producto, denominado “biobase”; el cual es extraído de un ser vivo y contiene componentes activos importantes para satisfacer las necesidades del mercado mundial, cada vez más ávido de soluciones sostenibles que generen valor. De esta manera es como se define ejecutar el análisis técnico- económico del aceite de Buriti “*Mauritia Flexuosa*” en el Departamento del Guaviare. Lo anterior se enmarca en una revisión literaria donde se definen las condiciones ambientales y la morfología de la planta; posteriormente se delimitan cuáles son los diferentes procesos de extracción, también se especifica que es bioprospección y cuál es la normatividad existente en Colombia; partiendo de dicha verificación se establece la metodología a utilizar; aplicando criterios de sostenibilidad para definir una ponderación de la población de palmas en la región y se establece el diseño experimental para evaluar la cantidad de aceite extraído, teniendo en cuenta las variables de calidad que debe poseer el aceite para el ingreso a mercados nacionales e internacionales, bajo las anteriores premisas se estiman los rendimientos de extracción evaluando cada uno de los métodos de extracción en laboratorio para finalizar con una propuesta de unidad productiva. Que defina la factibilidad técnica y económica para establecer la producción de aceite de moriche en el Departamento del Guaviare.

Palabras Claves

Mauritia flexuosa, Amazonia, Moriche, Métodos, Extracción y Aceites.

Abstract

Bioprospecting is a very important process, which can become a development pole for the so-called deep Colombia; where the departments of the Amazorinoquia are located. Efficient use of biodiversity, based on the principles set out in the Nagara Protocol, it can generate a significant flow of foreign exchange by turning biodiversity into an engine to help bring these regions out of oblivion and backwardness. Sharing of know-how proposed by bioprospecting with other national and even international institutions; generate significant direct knowledge transfer to the project community, also establishes new dynamics in employment, where the division of labour is to generate new jobs for the different levels of training; constituting all the links in the value chain of a product, called the "biobase"; which is extracted from a living being and contains active components important to meet the needs of the world market, increasingly eager for sustainable solutions that generate value. In this way it is defined to carry out the technical-economic analysis of the oil of Buriti *Mauritia Flexuosa*, in the Department of Guaviare. The above is framed in a literary review where the environmental conditions and the morphology of the plant are defined; later they are delimited which are the different extraction processes, it is also specified that it is bioprospecting and what is the legislation in force in Colombia; on the basis of this verification, the methodology to be used is established; applying sustainability criteria to define a weighting of the palm population in the region and establishing the experimental design to assess the amount of oil extracted, taking into account the quality variables that oil must possess in order to enter national and international markets, Under the above assumptions, the extraction yields are estimated by evaluating each of the methods of extraction in the laboratory in order to conclude with a production unit proposal. To define the technical and economic feasibility of establishing moriche oil production in the Department of Guaviare.

Keywords:

Mauritia flexuosa, Amazonia, Moriche, Methods, Extraction and Oil.

INTRODUCCION

El Aceite de Burití o Moriche se extrae a partir de la Palma *Mauritia Flexuosa* (Rull & Montoya, 2014) durante los últimos cinco años es un referente importante para el desarrollo de investigaciones, esto se debe principalmente a la presencia de antioxidantes “Carotenoides”, los cuales poseen bioactivos, identificados como provitaminas (Cândido, Silva, & Agostini-Costa, 2015) estas características en comparación a otros aceites diferencian el moriche por tener un alto espectro de uso en la industria cosmética, de alimentos entre otras (Resende, Franca, & Oliveira, 2019).

La Amazoninoquia Colombiana representa el 57,6% (657.683 Km²) del área total del país (DNP - Agenda Interna, 2007) teóricamente tendría el 11% de la superficie con oferta natural de moriche (Hans ter Steege¹, 2013), aproximadamente estamos cuantificando un total de 72.345 Kilómetros cuadrados de acuerdo con los datos generales del artículo “Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora” con una densidad promedio por hectárea de palma de 127,5 (Endress B., 2013).

Realizando la respectiva operación matemática (72.345 Km² multiplicado por 100 hectáreas por kilómetro cuadrado este resultado a su vez multiplicado por 127,5 palmas por hectárea) hipotéticamente tendremos una población en Colombia de alrededor de 922.400.407 individuos de *Mauritia Flexuosa*. El estudio se centra en el Municipio de San José del Guaviare el cual tiene un área de 13.912 Km² (IGAC, 2016) donde existe una densidad alta de Morichales. Teniendo en cuenta su importancia y el potencial existente, es determinante conocer cómo se desarrolla el proceso de extracción de aceite de moriche para satisfacer las necesidades de la industria cosmética, de alimentos entre otras las cuales actualmente están utilizando dicho aceite para producir productos como para el caso de la industria cosmética: cremas anti edad para la producción de cremas, ungüentos y lociones (Nutshell, 2017).

En ese orden de ideas es importante definir las características de la Palma *Mauritia Flexuosa* pensando en evaluar los diferentes procesos de extracción (Simone M. Silva, 2009) de aceite hasta

estandarizarlo a grado cosmético, también es posible establecer las bases para la utilización de otros elementos funcionales para satisfacer otras necesidades en otros sectores productivos mediante la utilización de los subproductos que se derivan de este proceso (Resende et al., 2019). Todo enmarcado en la caracterización de un proceso sustentable donde confluya la esfera ambiental, social y económica (Rosas-Baños, 2013).

El presente documento esta subdividido en primera instancia en: el tema donde se da una breve explicación de lo que se pretende con la investigación, seguida por; la justificación donde abordamos el por qué se realiza la investigación (Urbano, 2006); y cuál es la problemática que se pretende solucionar; en los antecedentes se explica cuáles son las principales tópicos que generaron la investigación; en la formulación del problema se establece la problemática y las preguntas que se deben resolver mediante la investigación a desarrollar, (Gray, 2004) en los objetivos se muestra las metas que se generan para minimizar la problemática a mediano y largo plazo; en el marco de referencia se establece las características fenológicas de la planta (Arika Virapongse, 2017), especificando las características del fruto (VANEGAS, 2014) y algunos usos que las comunidades indígenas dan a las diferentes partes del árbol (FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011); también se definen en primera instancia y posteriormente se determinan los métodos de extracción del aceite de Moriche hasta determinar de acuerdo a las variables establecidas por el entorno tres sistemas de extracción que pueden llegar a configurar una planta de aprovechamiento del aceite de *Mauritia Flexuosa*. Se precisan las diferentes técnicas de investigación por cada objetivo específico (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010) y las actividades a desarrollar para poder cumplir con el objetivo general. Por ultimo en presupuesto (Project Management Institute, Inc., 2008) se establecen los equipos necesarios para concretar la investigación, insumos necesarios y equipo de trabajo necesarios para el desarrollo de la investigación; en el cronograma se subdivide el trabajo en periodos de tiempo con el fin de controlar las etapas de la investigación con respecto al tiempo (Toro López, 2011) todo esto con la finalidad de cumplir con el estudio de bioprospección de la *Mauritia Flexuosa* y delimitar hasta que fase va a llegar este documento dentro de la cadena de valor (Español Niño, 2017).

CONCEPTOS CLAVE

Aprovechamiento: Es el uso de los recursos naturales con el fin de satisfacer necesidades humanas. (ONU, 2011)

Biodiversidad: cuantificación del número de especies, la diversidad genética que puede existir en un determinado ecosistema (FRANCO, 2013)

Bioprospección: Uso de los recursos naturales para extracción de sus moléculas para fines comerciales (UNDP, 2015)

Extracción: proceso mediante el cual se extraen componentes bioquímicos a partir de un material usualmente encontrado en el medio natural. (Salazar Pérez, 2012)

Hiperdominante: especies de árboles que más abundan en la amazonia (Ter Steege et al., 2013)

Drupa: apelativo que se da al fruto de la palma de *Mauritia Flexuosa* (Loreto, n.d.)

Ácidos Grasos: son biomoléculas de naturaleza lipídica “insoluble al agua” que se dividen en dos grupos saturados e insaturados (Fao, n.d.)

Betacarotenos: Pigmento organico de color anaranjado, con el cual se puede producir vitamina A (Gómez et al., 2018)

Temperatura: Es una propiedad de los cuerpos en cualquier estado, que están compuestos por moléculas o átomos los cuales aumentan su movimiento de acuerdo a diferentes estímulos (Beiser, n.d.).

Peso: Medida de respuesta de un cuerpo a una fuerza aplicada sobre él (Beiser, n.d.)

pH: es una medida utilizada para medir el nivel de acidez o alcalinidad presentes en una solución o sustancia, las siglas significan potencial de hidrogeno esta medida se compara con el agua destilada (“Significado de pH (Qué es, Concepto y Definición) - Significados,” n.d.).

Carotenoides: Son pigmentos que poseen propiedades antioxidantes para el caso de aceite de *Mauritia Flexuosa*, está integrado por una gran cantidad de β -Carotenos el cual tiene como función la adsorción de la radiación solar (Colombelli & Quatraro, 2018)(Durães et al., 2006).

Ácidos Grasos: Es una biomolécula que tiene una naturaleza lipica y puede usualmente es extraída de tejido animal o vegetal.(Jailane de Souza Aquino, Débora C. N. de Pontes Pessoa, Kassandra de Lourdes G. V. Araújo, Poliana S. Epaminondas, Alexandre Ricardo P. Schuler, e Antônio G. de Souza and Stamfordb, 2012) (Fao, n.d.)

CONCEPTOS CLAVE

Aprovechamiento: Es el uso de los recursos naturales con el fin de satisfacer necesidades humanas. (ONU, 2011)

Biodiversidad: cuantificación del número de especies, la diversidad genética que puede existir en un determinado ecosistema (FRANCO, 2013)

Bioprospección: Uso de los recursos naturales para extracción de sus moléculas para fines comerciales (UNDP, 2015)

Extracción: proceso mediante el cual se extraen componentes bioquímicos a partir de un material usualmente encontrado en el medio natural. (Salazar Pérez, 2012)

Hiperdominante: especies de árboles que más abundan en la amazonia (Ter Steege et al., 2013)

Drupa: apelativo que se da al fruto de la palma de *Mauritia Flexuosa* (Loreto, n.d.)

Ácidos Grasos: son biomoléculas de naturaleza lipídica “insoluble al agua” que se dividen en dos grupos saturados e insaturados (Fao, n.d.)

Betacarotenos: Pigmento organico de color anaranjado, con el cual se puede producir vitamina A (Gómez et al., 2018)

Temperatura: Es una propiedad de los cuerpos en cualquier estado, que están compuestos por moléculas o átomos los cuales aumentan su movimiento de acuerdo a diferentes estímulos (Beiser, n.d.).

Peso: Medida de respuesta de un cuerpo a una fuerza aplicada sobre él (Beiser, n.d.)

pH: es una medida utilizada para medir el nivel de acidez o alcalinidad presentes en una solución o sustancia, las siglas significan potencial de hidrogeno esta medida se compara con el agua destilada (“Significado de pH (Qué es, Concepto y Definición) - Significados,” n.d.).

Carotenoides: Son pigmentos que poseen propiedades antioxidantes para el caso de aceite de *Mauritia Flexuosa*, está integrado por una gran cantidad de β -Carotenos el cual tiene como función la adsorción de la radiación solar (Colombelli & Quatraro, 2018)(Durães et al., 2006).

Ácidos Grasos: Es una biomolécula que tiene una naturaleza lipica y puede usualmente es extraída de tejido animal o vegetal.(Jailane de Souza Aquino, Débora C. N. de Pontes Pessoa, Kassandra de Lourdes G. V. Araújo, Poliana S. Epaminondas, Alexandre Ricardo P. Schuler, e Antônio G. de Souza and Stamfordb, 2012) (Fao, n.d.)

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO.

1.1.Objetivos

1.1.1. *Objetivo general*

Desarrollar un estudio de bioprospección de *Mauritia Flexuosa* determinando las técnicas extractivas que permitan la extracción aceite, evaluando la factibilidad técnica y económica a partir de análisis experimentales y computacionales.

1.1.2. *Objetivos específicos*

- Identificar las diferentes técnicas extractivas que permitan obtener aceite de *Mauritia Flexuosa* aplicando criterios de sostenible.
- Estimar el rendimiento del extracto obtenido por medio de procesos extractivos a escala laboratorio.
- Desarrollar un estudio de bioprospección del aceite extraído en el Departamento del Guaviare y sus oportunidades en el mercado nacional e internacional.
- Desarrollar un estudio de factibilidad técnica y económica para una unidad extractiva de Maurita Flexuosa en la amazonia colombiana.

1.2. Justificación

El Departamento del Guaviare se encuentra ubicada una de las mayores fronteras ecológicas del país, donde confluyen dos ecosistemas la sabana con los bosques de galería, inmerso en esta zona se encuentran los morichales “cananguchales”; esta frontera denominada ecotono convierte al departamento en un foco de biodiversidad donde confluyen especies de estos dos ecosistemas. Las comunidades que interactúan con este entorno tan rico en especies; actualmente incorporan unidades productivas tradicionales las cuales son poco eficientes y tienen problemas de productividad, lo que ocasiona el aumento de costos de los sistemas productivos incidiendo directamente en el nivel de vida del 74,4% de la población (Gobernación del Guaviare, 2016) los cuales por desconocimiento no tienen en cuenta la biodiversidad existente ni la vocación de los suelos del departamento (Instituto Sinchi, 2016). La proliferación de Unidades productivas tradicionales (Ganadería, Plátano, Yuca, Arroz, aves entre otras) se debe principalmente a que en el Departamento del Guaviare el 90,3% de la población son colonos “personas que se desplazan de un departamento a otro en búsqueda de mejores condiciones de vida” por las características Psicográficas de estas poblaciones, llegan a realizar transformaciones del entorno con sistemas productivos tradicionales conocidos culturalmente por ellos, desconociendo lo que ofrece el nuevo medio circundante. Por esta razón la realización de un estudio de bioprospección para la *Mauritia Flexuosa* abre la posibilidad de generar la cadena de valor para producir un producto biobase (Español Niño, 2017) en el departamento y abrir camino para el para el aprovechamiento de otras especies con potencial para realización de estudios científicos que generen procesos de biotecnología que mejoren las condiciones de vida de la población y aumenten el interés de los mismos en las diferentes especies que se encuentran dentro de sus unidades productivas. También

consolida el manejo de los productos no maderables del bosque, definiendo el proceso desde el aprovechamiento de las drupas de *Mauritia Flexuosa*, el secado de la pulpa, para definir los procesos de extracción del aceite como: Prensado, Folch y Soxhelt; los cuales son evaluados para cuantificar la eficiencia del proceso y de esta manera establecer técnicamente la planta para extraer el aceite de *Mauritia Flexuosa*.

1.3.Delimitación y alcance

El presente estudio pretende definir el área aproximada de Moriche “*Mauritia Flexuosa*” mediante el uso de transeptos y la extrapolación a un Software denominado ArcGis en el Municipio de San José del Guaviare, Departamento del Guaviare. Los transeptos de donde se extraen las muestras están ubicados en el municipio de San José del Guaviare 2°33'1.32"N y 72°43'40.39"O. Posteriormente el manejo de las muestras en laboratorio para verificar tres métodos de extracción diferentes: Prensado, Folch y Soxhelt con la finalidad de definir la eficiencia del proceso y la calidad del aceite de *Mauritia Flexuosa* a extraer en el marco de la normatividad internacional y los usos permitidos por la misma para la producción de productos para la industria cosmética, de alimentos entre otras.

Delimitar el estado de madures que presentan las drupas de *Mauritia Flexuosa* para realizar la transferencia con facilidad a la comunidad del Departamento del Guaviare se establece una escalara colorimétrica para medir el nivel de madurez (ver tabla 19 Parámetros de evaluación de la drupa.) con el fin de determinar el grado de madures óptimo para obtener de manera eficiente el aceite partiendo desde los pesos estándares y los tipos de madures definidos en el trabajo del

Instituto SINCHI (Gómez et al., 2018). El estado de maduración en que se trabajaron las drupas objeto de estudio para su aprovechamiento es en estado Pintón tres y Maduras; definidas por los siguientes parámetros Peso y Color de cada una de las drupas.

Las diferentes técnicas de extracción de aceites que se van a evaluar para producir el aceite de *Mauritia Flexuosa* “Moriche” son: Soxhlet en esta técnica se utiliza un solvente para irradiar el material vegetal y de esta manera mediante arrastre romper la estructura molecular de material para extraer el aceite. La técnica de prensado en frío extrae aceite mediante fricción mecánica, utilizando un tornillo sinfín para poder ejercer fuerza en el material vegetal que ingresa por la tolva. Por último, el método de extracción por Folch es el único método que no requiere el proceso preliminar de secado del material en este método se homogeniza el tejido vegetal y posteriormente se realiza la mezcla de diferentes solventes para generar una disolución de esta manera se extraen los lípidos del material vegetal. La evaluación de los diferentes métodos se determina de acuerdo a las condiciones del mercado, costos, proceso de extracción y que cumpla con la legislación nacional e internacional.

1.4. Planteamiento de hipótesis.

El potencial de aprovechamiento de la palma de *Mauritia Flexuosa* para extracción de aceites se centra principalmente en los departamentos de la Amazonia Colombiana donde teóricamente existe una población de 922.400.407 individuos de los cuales el 22,3% son hembras en producción de racimos, pese a que el 50% (Virapongse, 2017) de la población son hembras es pertinente precisar que hay que cumplir con la normatividad Colombiana la cual precisa que no es posible extraer más de la mitad de los racimos aprovechables (Resolución 224 de 2017 Artículo 5

CDA) por lo anterior se define una producción aprovechable por hectárea de 1,83 Toneladas de drupa año por hectárea (Datos Estudio Tabla 14) tomando el dato de 127,5 palmas por hectárea (Endress, Horn, & Gilmore, 2013) se estima un total de 161.329.640 hectáreas en producción año; de estas hectáreas se estima una producción de aceite de 4.861.928.765 litros de aceite al año, partiendo de una producción de 55,15 litros de aceite por hectárea (Acosta Gustavo; Montero Nelson; Arias Juan; Acosta Jasbleidy, 2018) con un precio de venta de \$250.000 litro (“Aceite Vegetal de Burití - 1 Litro - 100% Puro: Amazon.es: Hogar,” n.d.) Se estiman unos ingresos de 1,2 trillones de pesos.

Las hipótesis trazadas a resolver son:

1. **¿Es posible generalizar un rendimiento en la extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa* de acuerdo a técnicas convencionales?**

H1 = Nivel de extracción mínimo del 35%

2. **¿Las Propiedades físicas y químicas del aceite oriundo de la Región del Guaviare posee características aprovechables para la generación de nuevos productos?**

H2= El aceite extraído del Departamento del Guaviare cumple con la normatividad Colombiana Resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud

1.5.Metodología.

El enfoque metodológico para el desarrollo de la investigación es: (ver figura 1.1)

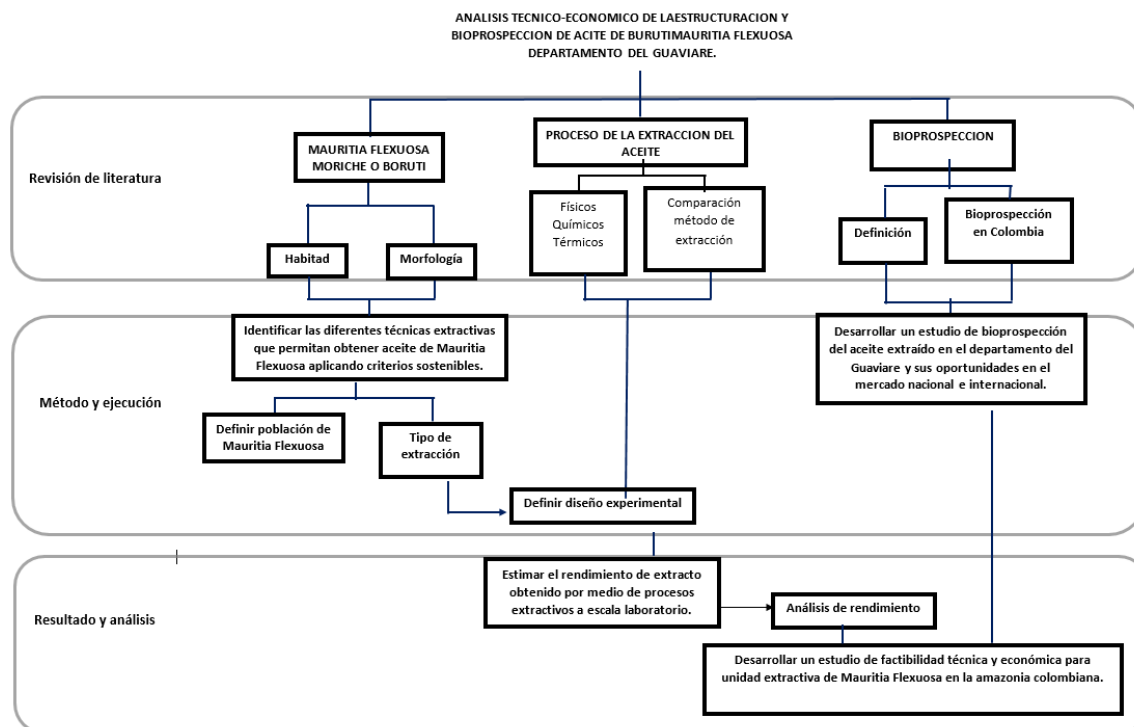


Figura 1. Enfoque metodológico
 Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo metodológico se define la revisión literaria de tres grandes temas para establecer las bases para el análisis técnico- económico, donde se verifica la literatura existente sobre la *Mauritia Flexuosa* determinando habitad y morfología de la planta, posteriormente se analiza los diferentes procesos de extracción existentes caracterizándolos por tipo de proceso: Físico, Químico y térmico; para finalizar con una comparación de los diferentes métodos de extracción teniendo en cuenta las condiciones de la región. Por último, se aborda el termino bioprospección, desde la normatividad existente partiendo del concepto. En cuanto al método se define los procesos de extracción a realizar en laboratorio, la población de *Mauritia Flexuosa* en la zona, se formula el diseño experimental, al unisonó se enuncia un estudio de bioprospección.

En los resultados se analizan los rendimientos de los diferentes tipos de extracción, para precisar el proceso con el objeto de establecer la factibilidad técnica para establecer la unidad de extracción.

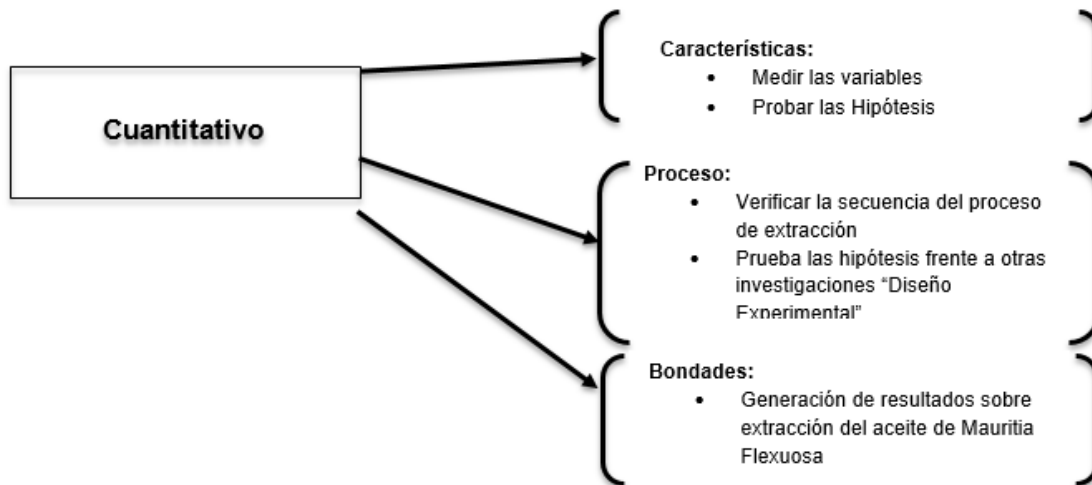


Figura 2. Enfoque cuantitativo
Fuente: Elaboración propia.

El enfoque de la investigación es cuantitativo donde se caracteriza por medir las diferentes variables de los procesos y probar la hipótesis, partiendo de la verificación de la secuencia de la extracción del aceite, probando la hipótesis para llegar al análisis de los resultados

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La bibliografía sobre *Mauritia Flexuosa*, se realizó verificando los diferentes trabajos que han presentado en las plataformas: *Web of Science* (Clarivate, 2018) y *Science Direct* (“ScienceDirect,” n.d.); en estas hay un total de 342 y 338 publicaciones respectivamente. Con un rango de tiempo de 25 años desde 1994 hasta el primer trimestre 2019. Por el número de artículos la comunidad científica ha mostrado interés sobre las propiedades de la palma.

2.1. Biodiversidad en Colombia

El termino biodiversidad es la forma contraída del concepto diversidad biológica de acuerdo a Edward O. Wilson en 1988 su significado cubre tres niveles: diversidad de especies, diversidad genética y diversidad de ecosistemas (FRANCO, 2013) el cual trata en sí de identificar la importancia de la diversidad y se enfoca en la biología de la conservación. En Colombia un país definido como biodiverso debido principalmente la cordillera de los Andes la cual luego de su elevación (“Andes: World’s Longest Mountain Range | Live Science,” n.d.) (INSTITUTO HUMBOLDT, 2016) Genero diferentes pisos térmicos a lo largo del territorio nacional el cual posee una extensión de 1.141.748 de kilómetros cuadrados albergando una gran variedad de ecosistemas (Rangel-ch, 2005).

Los Morichales y Cananguchales parajes donde domina la *Mauritia flexuosa* (Longo, Pérez, Medina, Forero, & Ramírez, 2013) son un ecosistema muy diverso en donde se pueden encontrar hasta 331 especies diferentes, más de 167 géneros y 58 familias de acuerdo a las características del

ecosistema existe una variación de entre 7 a 41 especies exclusivas de estos lugares (Rodriguez Bijos et al., 2017) esto indica que dichos hábitad deben ser protegidos en términos de biodiversidad, mediante el uso sustentable (Organización de las Naciones Unidas, 2016) de las especies que tienen potencial económico con la finalidad de evitar su remplazo por modelos de producción no adaptados a las condiciones edáficas de la zona.

2.2. El Moriche o Burití

El Moriche o Burití (*Mauritia flexuosa*) pertenece a la familia de las Arecaceae (Virapongse, 2017) (De Ambiente & Desarrollo, 2007) . Es una palma que se encuentra en varias regiones tropicales alrededor del mundo principalmente en la línea ecuatorial; en Sudamérica su distribución es amplia. Se agrupa en la Orinoquia y la Amazonia con una superficie cercana a los 16,5 millones km², aproximadamente el 11% de la superficie terrestre del continente, se estima una población aproximada hectárea de 127,5 individuos (Endress B., 2013) por lo anterior, es considerada hiperpredominante y se encuentra en el ranking de 22 especies más abundantes de la Amazonorinoquia (Ter Steege et al., 2013).

Este tipo de palma es reconocida por los habitantes de la región como “**tree of life**” (FAO, 2011) está muy ligado con las costumbres e idiosincrasia de las diferentes comunidades indígenas que dominaban la región, los usos que se da a cada una de sus partes han pasado de generación en generación y demuestran un conocimiento extenso sobre la planta (Rull & Montoya, 2014b). La (*Mauritia flexuosa*) se ubica en humedales denominados comúnmente Morichales o Cananguchales, en sabanas inundables, cerca de los cuerpos de agua, protegiendo su cauce. En la actualidad son una fuente económica y alimenticia importante para la población circundante

(INSTITUTO HUMBOLDT, 2016b) En el caso del fruto de esta palma, se puede extraer aceite, harinas y otros derivados, que son utilizados posteriormente para fines diversos.

El aceite obtenido de Moriche o Burití (*Mauritia flexuosa*), tiene propiedades funcionales muy llamativas gracias a su alto contenido de ácidos grasos monosaturados, pro-vitamina A y antioxidantes entre otros (Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, 2017). Esto implica que el aceite de *Mauritia Flexuosa* es una materia prima llamativa con amplias posibilidades de uso en diferentes sectores industriales.

La extracción de este aceite en la Amazonia Colombiana no está suficientemente desarrollada técnicamente aunque existen varias investigaciones sobre el aprovechamiento y el uso de los productos derivados (Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, 2017) las comunidades indígenas llevan siglos realizando la explotación artesanal de toda los componentes de la palma; en la actualidad con un mundo globalizado y regido por el mercado la oportunidad de aprovechar las plantas ya existentes “Oferta Natural”, como sustento adicional para las comunidades Indígenas y colonos de la región se hace más necesario.

2.2.1. Taxonomía

Los tipos de ecosistemas donde se encuentran las Palmas conocidas comúnmente como Moriche, Burití, aguaje (*Mauritia Flexuosa*) son: la altillanura donde están caracterizados 18 tipos de Bosque, 3 matorrales, 16 pastizales, de los cuales el Morichal- Palmar de *Mauritia Flexuosa* es uno de las especies que tiene mayor distribución geográfica, la palma también está presente en el ecosistema denominado; llanura aluvial en este ecosistema las zonas encharcadas, orillas de ríos y

caños presentan Morichales o Cananguchales asociados a otras especies de palma, los cuales son importantes para el mantenimiento de las fuentes hídricas de la región.(Rangel-ch, 2005). Su Clasificación taxonómica se describe en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Árbol taxonómico.

Plantae	Filo	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
	Tracheophyta					
		Liliopsida				
			Arecales			
				Areaceae		
					<i>Mauritia</i>	
						Carana
						Flexuosa

Fuente: (“Catalogue of Life - 2019 Annual Checklist : Árbol taxonómico,” n.d.)

En la tabla 1 define el árbol taxonómico completo, de acuerdo a la información existe un total de dos especies de *Mauritia*; las dos especies se utilizan para la extracción del aceite pero la *Mauritia Flexuosa* posee más porcentaje de aceite que la *Mauritia Carana* (Araújo, Petry, Echeverria, Fernandes, & Pastore, 2007) (Celestino, 2009)(Carneiro, 2011). En el siguiente figura 3 se denota los diferentes nombres “Sinónimos” con los cuales se reseña la especie Flexuosa.

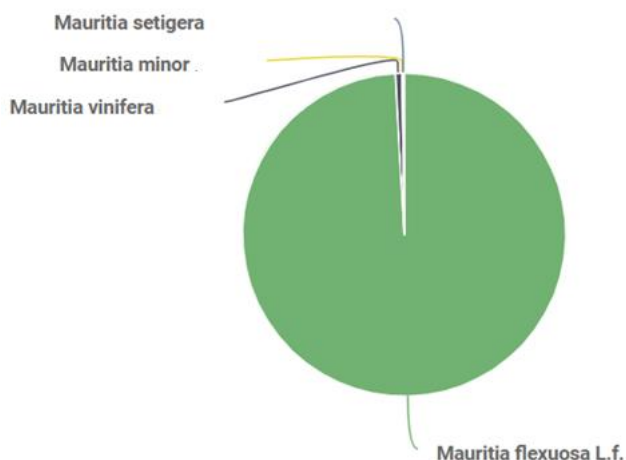


Figura 3. Sinónimos de *Mauritia flexuosa*.
 Fuente: Elaboración propia

Existen varios autores que proporcionaron diferentes nombres a la especie de palma, pero el nombre más común entre la comunidad científica es *Mauritia Flexuosa*, (Celestino, 2009) en Colombia existen las dos especies de *Mauritia* reportadas conocidas como *Flexuosa* y *Vinífera* (“*Mauritia flexuosa* L.f.,” n.d.); de acuerdo a estudios desarrollados en Brasil existen 240 genotipos diferentes (dos Santos Dias et al., 2017).

2.2.2. Anatomía y fisiología.

El Moriche o Burití (*Mauritia flexuosa*) es una palma Dioica, de rápido crecimiento (Vanegas, 2014) puede crecer de 20 a 40 metros y un diámetro entre 30 - 50 centímetros finaliza con una corona de 15 a 20 hojas, de entre 2,5 y 4,5 metros. Las hembras son las encargadas de generar flores y posteriormente las drupas las cuales pueden medir entre 6 y 7 centímetros (Barbosa & Lima, 2010) (FAO, 2011) (Trujillo G, Torres M, & Santana C, 2011) en un entorno natural puede llegar a encontrarse en promedio 127,5 (Rull & Montoya, 2014). La producción de drupas fruta se

estima entre los 6,10 a los 9,07 Ton/ha/año, Individuos por Hectárea de los cuales se encuentra una distribución entre machos y hembras de 1:1 (Virapongse, 2017).

Actualmente en Colombia no existen monocultivos de Moriches, pero existen cultivos comerciales en Perú (Gonzales Coral & Torres Reyna, 2010) con distancias de siembra entre 6,7 x 6,7 m a 8 x 8 con producciones que oscilan entre los 15 y 25 ton/ha/año en policultivo la siembra del mismo se recomienda utilizando árboles frutales entre los surcos con distancias de siembra entre 15 X 15 a 20 X 20 m (INSTITUTO HUMBOLDT, 2016) en Brasil también se está utilizando la oferta natural y generando cultivos de palma de Burití “Moriche” (*Mauritia flexuosa*) (Bonesso, M. Rodrigo, N. Oliveira, D. Araujo R & Carraza, 2014)

2.2.3. Distribución y habitat.

La distribución de la *Mauritia Flexuosa* en el mundo comprende los países Sur Americanos de : Bolivia; Brazil North; Brazil Northeast; Brazil Southeast; Brazil West-Central; Colombia; Ecuador; French Guiana; Guyana; Peru; Suriname; Trinidad-Tobago; Venezuela (“Catalogue of Life - 2019 Annual Checklist : Árbol taxonómico,” n.d.), sus habitat principales son: la altillanura y la llanura aluvial. Aunque se encuentran algunas plantas ubicadas en bosque primario estas en densidades poblacionales menores (Ter Steege et al., 2013). Ver figura 4.

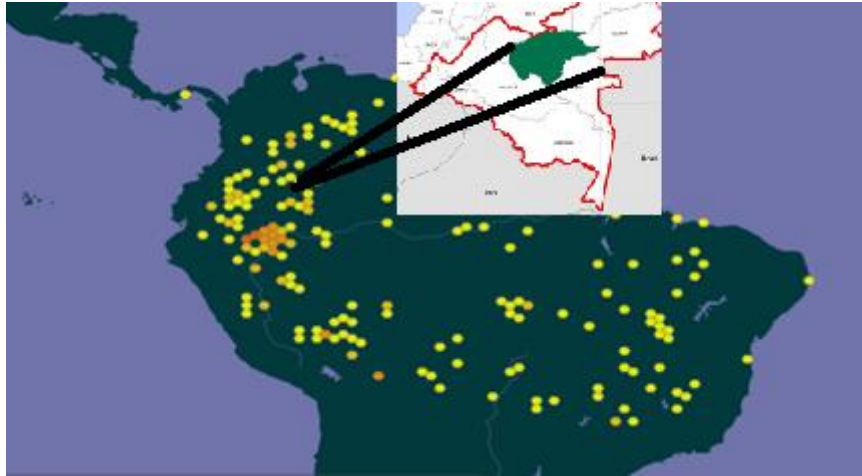


Figura 4. Distribución Geográfica.
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se observa la ubicación de la *Mauritia Flexuosa* en Sur América donde se ve que las densidades más importantes de oferta natural se encuentran en la Amazonia Colombiana, Ecuatorial y Peruana.

2.2.4. Tipos de especies.

La especies que se encuentran en el género *Mauritia* son: Flexuosa y Carana (“Catalogue of Life - 2019 Annual Checklist : Árbol taxonómico,” n.d.)

2.3. Burití colombiano

En Colombia la distribución del género *Mauritia* se encuentra en la Orinoquia y Amazonia Colombiana específicamente en los Departamentos de Arauca, Casanare, Vichada, Meta, Guainía, Guaviare, Caquetá, Putumayo, Vaupés y Amazonas dicha región del país representa el 57,6% (657.683 Km²) del área total de la Republica de Colombia (Departamento Nacional de Planeación,

2007) de acuerdo a estudios el 11% del territorio es: la altillanura y la llanura aluvial principales habiudad donde se encuentran poblaciones de la *Mauritia* (Ter Steege et al., 2013) en el país existen pocos datos sobre estado de conservación y la población de los Morichales, el único referente existente es el trabajo desarrollado por el Instituto Humboldt, en el trapezio amazónico específicamente ver figura 5.

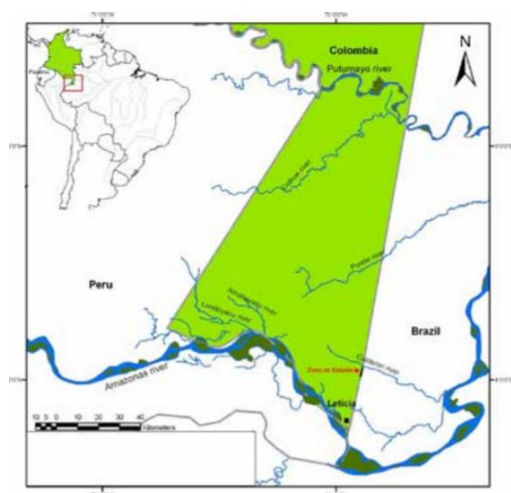


Figura 5. Ubicación de estudio poblacional
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. poblaciones de *Mauritia Flexuosa*.

Categorías de tamaño (m)	Justificación
Semillas (0)	Semillas
Regeneración (0 - 3)	Solo hojas delgadas hasta que desarrollan tallo
Jóvenes (4 - 14)	Siempre con tallo sin reproducirse
A I (15 - 22)	Según distribución de alturas
A II (23 - 34)	Concentra la mayor proporción de adultos
A III (> 34)	Según distribución de alturas

Fuente. (INSTITUTO HUMBOLDT, 2016)

Con el fin de determinar niveles posibles de extracción de aceites utilizando la oferta natural, las categorías de interés son: AI, AII, AIII las cuales presentan procesos de floración y reproducción; la población estudiada no muestra crecimiento significativo, aparentemente la población se encuentra estable con una población adulta de 169 individuos 37% (62 palmas) hembras y 63% (107 palmas) machos; el pico de infrutescencias, el número de drupas puede ser observado en la Tabla 3.

Tabla 3. Producción de frutos.

2010	Hembras	Hembras activas	n. de infrutescencias	Frutos por infrutescencias	Total
A I	12	4	2,75 ± 0,75 (2-5)	575	1581
A II	29	16	2,06 ± 0,43 (1-8)	375	772
A III	10	5	1,4 ± 0,24 (1-2)	221	309
2011					
A I	12	9	3,22 ± 0,66 (1-7)	575	1852
A II	29	23	3,26 ± 0,37 (1-7)	375	1222
A III	10	10	2,50 ± 0,52 (1-5)	221	553
2012					
A I	12	12	5,42 ± 0,94 (1-11)	575	3117
A II	29	29	3,59 ± 0,43 (1-10)	521	1870
A III	10	10	6,4 ± 1,10 (2-12)	769	4922

Fuente. (INSTITUTO HUMBOLDT, 2016)

En la (tabla 2,3 Producción de Frutos) se observa que la Categoría AI (palmas entre 15 al 22 metros) año tras año tiene una producción estable de drupas, mientras que en las categorías AII (proporción de adultos 23 a 34 metros) y AIII (palmas mayores de 34 metros) hay variaciones en producción con un pico al tercer año de estudio, esto implica que para el establecimiento de un

proceso productivo cada tercer año va a existir sobre oferta de materia para la producción de aceites.

2.3.1. Características del Fruto

El fruto es una drupa de color café rojizo cuando alcanza la maduración, que puede pesar entre 15 y 120 gramos con un diámetro polar de 6 y 7 cm (Restrepo, Arias, & Madriñán, 2016) y un diámetro ecuatorial de 3,3 a 4,3 cm (Barbosa & Lima, 2010); existen documentados 240 (doscientos cuarenta) genotipos diferentes, la palma produce entre 4 y 8 racimos anuales los cuales pueden producir entre 500 y 2000 drupas al año (Goulding, Smith, & Amazon Conservation Association., 2007) el peso aproximada de los racimos es de 30,6 kilogramos (Gonzales Coral & Torres Reyna, 2010) la fruta tiene forma ovalada (figura 2.4), no posee un Pericarpio desarrollado, sin embargo la drupa está cubierta por un Exocarpo lignificado fragmentado en escamas en forma de rombo, el mesocarpo es de color anaranjado de textura oleosa al tacto y consistencia viscosa. (Silva et al., 2014).

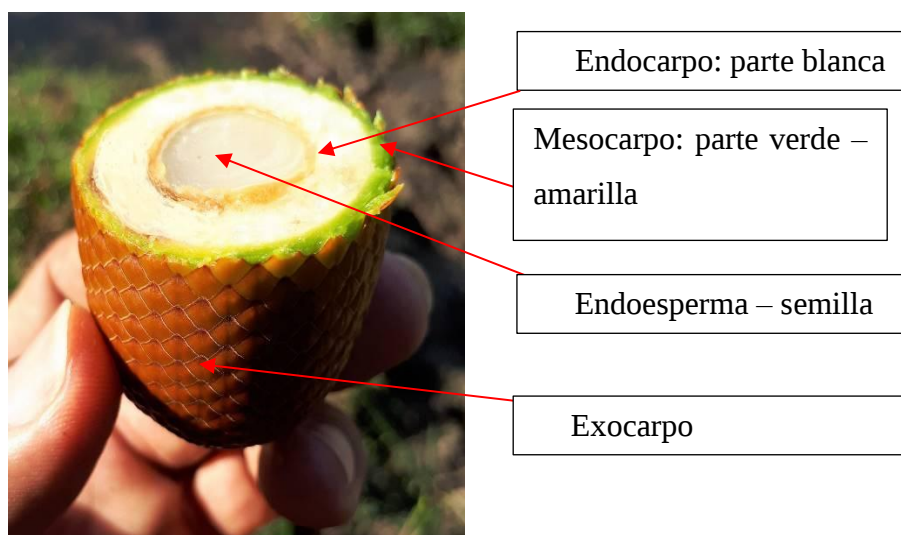


Figura 6. Partes de la drupa.

En la figura 2,4 se observa la estructura morfológica de la drupa está compuesta por 20% de Exocarpo (cascara), en orden de afuera hacia dentro continua el Mesocarpo (pulpa) 10% - 20%, continua el endocarpio quien representa entre el 15% - 20% de toda la fruta; para finalmente encontrar la Endoesperma (semillas) la cual representa del 40% - 45% del peso total (Koolen, da Silva, da Silva, Paz, & Bataglion, 2018) de la drupa.

2.3.2 Componentes y bioactividad

La estructura de la drupa ya descrita poseen gran variedad de usos, sus productos derivados y subproductos tienen componentes de interés (Resende, Franca, & Oliveira, 2019b) esto implica que tienen propiedades funcionales importantes las cuales se describen a continuación. En la tabla 6 se muestra la composición de un fenotipo ubicado en el Departamento del Guaviare Colombia. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Composición Macroscópica.

Parte del Fruto	Composición
Pericarpio (%)*	22,8 ± 2,1
Mesocarpio (%)*	24,1 ± 2,5
Epicarpio (%)*	15,4 ± 2,4
Semilla (%)*	37,7 ± 2,9

Fuente. (Carrillo et al., 2017)

Dicha composición representa un genotipo específico de esta región si verificamos la información que muestra el trabajo de Koolen en Brasil (Koolen et al., 2018) frente al de Carrillo en Colombia (Carrillo et al., 2017) las variaciones son mínimas desde el punto de vista Macroscópico, es importante resaltar que el genotipo que describe Carrillo posee más mesocarpio (Pulpa) por drupa que el genotipo estudiado en Koolen; aunque en una investigación anterior a los dos; Barbosa reseña 5 genotipos (Barbosa & Lima, 2010) donde la variación en el Mesocarpo

aumenta entre el 18,56% al 29,18%, lo anterior demuestra una variabilidad alta entre los diferentes genotipos existentes. La composición química del Mesocarpo o mesocarpio esta descrita en (Tabla 5) donde aparecen descrito con su valor.

Tabla 5. Composición química.

Compuesto	Valor
pH	3,7 ± 0,1
Solidos Solubles Totales (°brix)	1,5 ± 0,6
Carotenoides totales (mg/100g)	956,83 ± 88,43
Ácido ascórbico (mg/100g)	32,1 ± 2,1
Ácido Succínico (mg/100g)	10043,0 ± 251,1
Sacarosa (mg/100g)	909,2 ± 34,5
DPPH° eq (mg DPPH/mg est)	0,23

Fuente. (Carrillo et al., 2017)

En la anterior tabla 5. se observa el análisis químico que se desarrolló para el Genotipo Colombiano donde se denota el pH de la pulpa acido, con bajo contenido de °brix lo que muestra poca presencia de azucares, alto contenido de Carotenoides totales (Ribeiro, Nascimento, Barreto, Coelho, & Freitas, 2010).

La pulpa de *Mauritia Flexuosa* posee gran variedad de Bioactivos o fitoquímicos (“Definition of bioactive compound - NCI Dictionary of Cancer Terms - National Cancer Institute,” n.d.). para el caso de la pulpa (Mesocarpo) posee bioactivos como Taninos, Flavonoides, carotenoides con capacidad antioxidante (Milanez, Neves, Colombo, Shahab, & Roberto, 2018), cabe anotar que los antioxidantes son de interés para diferentes sectores industriales (Cândido et al., 2015).

2.3.3. El Aceite de *Mauritia Flexuosa*

Las características del aceite de *Mauritia Flexuosa* y su composición han sido ampliamente investigado en el tiempo (Milanez, Neves, Colombo, Shahab, & Roberto, 2018b) (Speranza et al., 2016), y existen varios artículos donde se referencian sus propiedades nutricionales (Lescano et

al., 2018) y farmacéuticas (Bataglioni et al., 2015) que hacen que dicho aceite se convierta en una materia prima “**commodities**” de interés para diferentes sectores industriales (Gale Group., Arias, & Madriñán, 2016).

Dentro de sus propiedades posee altos contenidos de Tocoferoles¹, Carotenoides² y ácidos grasos monoinsaturados³ (Aquino et al., 2012b) pose alta presencia de B – Carotenos. Los ácidos grasos más abundantes en este aceite son el palmítico, oleico y linoléico (Albuquerque et al., 2005) aunque existe en otras investigaciones que muestran presencia del ácido miristoleico (Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, 2017). Su principal propiedad es la estabilidad oxidativa (Speranza et al., 2016) y en una proporción menor tocoferoles y Pigmentos (Przybylski & Zambiasi, 2000). Para la producción de algunos productos es relevante el alto contenido de ácido oleico 62.2%, el cual genera alta acidez en comparación con otras pulpas (Bailey & Shahidi, 2005).

El aceite por su alto contenido de bioactivos (Milanez et al., 2018) presenta diferentes funciones entre las cuales están documentadas: acciones preventivas en enfermedades crónicas (Cândido, Silva, & Agostini-Costa, 2015) como apoplejía, diabetes, artritis, Parkinson, Alzheimer y cáncer; también existe evidencia que el aceite posee propiedades anti inflamatorias (L. R. T. Manhães & Sabaa-Srur, 2011) inclusive ha sido utilizado como sustancia anti-agregante plaquetaria (García, D & Espinoza, 2018). Otros estudios desarrollados en Brasil han demostrado que posee propiedades microbianas (Koolen, da Silva, Gozzo, de Souza, & de Souza, 2013) debido que sus extractos metabólicos, los cuales presentan la capacidad de inhibir la formación y acción de radicales libres (Batista; & Medeiros Cunha, 2012) (Koolen et al., 2013); Su efecto antioxidante natural, mejora la protección solar, por lo tanto es añadido en productos cosméticos, capilares y farmacéuticos (Canuto, Xavier, Neves, & Benassi, 2010).

¹ Tocoferoles: vitamina E, capacidad de prevenir la destrucción oxidativa de las membranas celulares.

² Carotenoides: fuente de colores de las plantas (amarillo, naranja y rojo).

³ Monoinsaturados: grasas alimentarias.

Según la investigación de Ferreira (Linhares, n.d.) es posible extraer alrededor de 45 kg de aceite de *Mauritia Flexuosa* a partir de 1.000 kg de frutos maduros en otras investigaciones desarrolladas se determinó una producción de entre $3,29 \pm 1,04$ toneladas por hectárea; representando de $57,5 \pm 170$ kilogramos de aceite de *Mauritia Flexuosa* (Barbosa & Lima, 2010). La composición y por consiguiente el valor nutricional del aceite crudo puede variar de acuerdo a las condiciones edáficas donde se encuentra el cananguchal o morichal (Virapongse, Endress, Gilmore, Horn, & Romulo, 2017).

En la bibliografía se encuentran múltiples estudios sobre el aceite de *Mauritia Flexuosa* en especial su composición química en donde encontramos los trabajos desarrollados por (S. M. Silva et al., 2009)(Aquino et al., 2012a)(Fuentes et al., 2013) y (Carrillo et al., 2017) donde se describe la composiciones química del aceite para este caso en cuanto a Ácidos Grasos (ver Tabla 6) donde se especifican los bioactivos presentes en el aceite se analizan en la siguiente.

Tabla 6. Comparativo Ácidos Grasos

Cadena	Ácidos Grasos				
		CARRILL O (2017) %	Fuente (2013) %	Aquino (2012) %	Silva (2009) %
C14:0	Ácido mirístico		1,5	0,5	
C14:1	Miristoleico	12,2			0,08
C16:0	Acido Palmítico	25,6	1		16,78
C16:1	Ácido palmitoleico		0,8	19,6	0,32

C16:0	Ácido isopalmitico	32			
C18:1n9c	Ácido oleico	62,2	33,4	72,7	74,06
C18:0	Acido esteárico	19,8			
C18:3	Linolénico				1,04
TOTAL		100	88,5	92,8	92,28

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 6 compara cuatro (4) diferentes estudios donde se verifican la variación de los diferentes Ácidos grasos de acuerdo a las condiciones en las cuales se realizaron los procesos de extracción de aceites.

2.4. Procesos de extracción

Los Aceites han sido utilizados por el hombre por sus diferentes funciones (Valenzuela B & Morgado T, 2005) entre las que se encuentra producir alimentos, cosméticos hasta medicamentos derivados de procesos de bioprospección a partir de la etnobotánica y en los últimos años para producción de energía(Cook & Lanaras, 2015) (Wei & Shibamoto, 2010)(Stratakos & Koidis, 2015).

Para poder fijar de manera correcta el proceso de extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa* es importante conocer los componentes o propiedades que se quieren mantener en el producto final, ya que cada método de extracción afecta dichas propiedades y la cantidad de aceite que finalmente se produce durante el proceso (Hoard Cheryl, 2014).

2.4.1. Procesos para la extracción de aceites

2.4.1.1. Extracción con Solvente Químico

La Extracción con solventes se originó en Europa en 1871 (Luque de Castro & Priego-Capote, 2010). Los procesos en extracción con solventes consisten en la remoción del material oleaginoso quebrado, laminado, molido o prensado previamente, mediante lavados con solventes orgánicos a contracorriente (Mandal, Mandal, & Das, 2015). Usualmente después de la extracción con solvente, la harina es llevada a un tostador para recuperar el solvente. El Solvente es removido del aceite con evaporadores de películas y destilación a vacío para posteriormente extrae otros componentes como colorantes, gomas, mucílagos, ceras, grasas, proteínas, carbohidratos (Sánchez, 2006).

Los solventes más utilizados en el proceso de extracción son la acetona, acetato de etilo, éter isopropílico, éter etílico, xileno, tolueno, ciclohexano, hexano, isopropanol, metanol, etanol, agua acidificada. Siendo el hexano el solvente más utilizado para la extracción de aceites para uso comestible o cosmético. (Viro, Tomao, Colnagui, Visinoni, & Chemat, 2007)

La cantidad de disolvente es un factor influyente para el proceso de extracción (Nuñez, 2008), para procesos de extracción de aceites; la selectividad es la propiedad fundamental para la ejecución de un buen proceso. Es pertinente definir los siguientes aspectos: un análisis técnico y económico, las temperaturas máximas y mínimas, caudal de evaporación, polaridad del solvente y tamaño de las partículas. (Nuñez, 2008) (Efeovbokha, Hymore, Raji, & Sanni, 2015)

La técnica Soxhlet se fundamenta de acuerdo al siguiente diagrama: (ver figura 7)

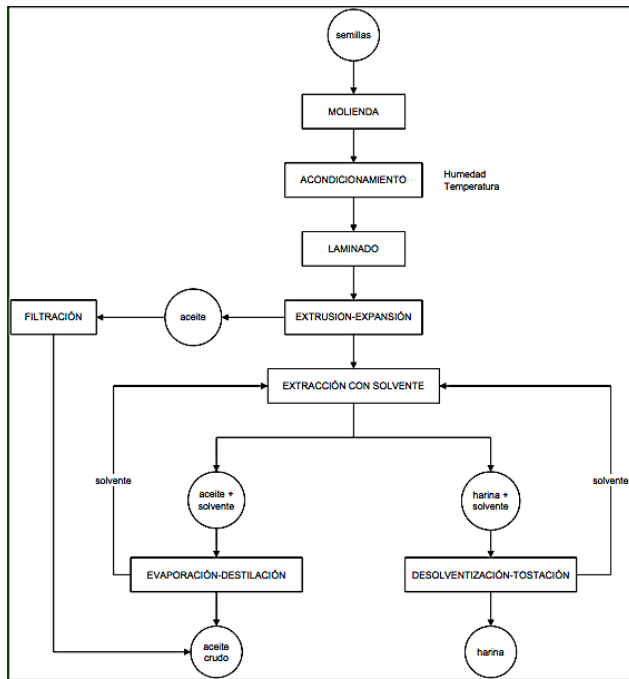


Figura 7. Diagrama de flujo básico del proceso de extracción y prensado de muestra. Tomada de (Nuñez, 2007)

En la figura 7 se describen cada una de las actividades que se deben ejecutar para extraer el aceite; para el caso específico de la extracción de aceite de Moriche “Maurita Flexuosa” el solvente que se va a utilizar es Éter de Petróleo (Identificación, n.d.). Las impurezas de los aceites crudos obtenidos del proceso de extracción con solventes afectan la calidad para el uso comestible y el cosmético por lo tanto requiere ser eliminados con diferentes tratamientos de acuerdo a si estas son solubles o insolubles. (Pieracci, Armando, Westoby, & Thommes, 2018)

2.4.1.2. Extracción de aceites por prensado en frío en una sola etapa

También conocido como extracción por “expresión” básicamente se somete el material vegetal imprimiendo presión mediante un proceso físico con un tornillo sin fin (Extractingoil, 1910); el cual extrae los aceites vegetales ubicados en semillas y frutos oleaginosos dicho aceite se encuentran en las vacuolas de las células vegetales; por lo tanto las paredes celulares se rompen a causa de la fricción entre el material vegetal, la fuerza que ejerce el tornillo sin fin (Stratakos & Koidis, 2015) dicho procedimiento de acuerdo al aceite que se pretende extraer es usado para mantener sus propiedades físico químicas alterando en menor medida las características del aceite con respecto a otros procesos de extracción (Gibson & Newsham, 2018);

El proceso de extracción de aceites por prensado tiene las siguientes etapas:

- El pretratamiento: limpieza de semillas y frutos.
- Molienda o molturación de frutos y semillas: se utilizan molinos a martillos, cilindros o espolones. El objetivo de este proceso es colapsar la estructura vegetal para que el aceite sea liberado.
- Refinado del aceite.

2.4.1.3. Procesos Acuosa De Extracción (AEP)

Este proceso de extracción fue pensado como una alternativa a los procesos de extracción con solventes en los años 50 (Lusas & Jividen, 1987). El AEP funciona muy diferente, el aceite no posee afinidad química por el medio de extracción y, consecuentemente, no hay potencial químico para la disolución. Es comúnmente utilizado en países en desarrollo (Jailane de Souza Aquino, Débora C. N. de Pontes Pessoa, Kassandra de Lourdes G. V. Araújo, Poliana S. Epaminondas, Alexandre Ricardo P. Schuler, e Antônio G. de Souza and Stamfordb, 2012). Donde, los

componentes oleaginosos solubles en agua se difunden en esta más rápido que el aceite, liberando aceite que previamente estaba enlazado a la estructura original. Este método involucra los siguientes procesos las siguientes operaciones unitarias.(Rosenthal, Pyle, & Niranjana, 1996)

- Acondicionamiento con calor.
- Molienda.
- Extracción por ebullición.
- Recuperación del aceite.
- Secado para la remoción de humedad residual.

2.4.1.4. Extracción Con Fluidos Supercríticos (EFS)

Este proceso de extracción de aceites es una operación unitaria de transferencia de masa, que aprovecha el poder de disolvente de fluidos a presiones y temperaturas por encima de sus valores críticos. (Cook & Lanaras, 2015) Un fluido supercrítico es una sustancia que se encuentra por encima de su temperatura crítica y su presión crítica. Por lo tanto, en estas condiciones el estado del fluido no es ni gas, ni líquido, pero posee propiedades de ambos estados que son de interés en procesos de extracción. Las propiedades físicas como la viscosidad, la difusividad y la densidad, son las de interés en la extracción de aceites (Chisvert, López-Noguerol, & Salvador, 2018). El gas se descomprime a una presión inferior a la presión crítica usualmente es CO₂, (Stratakos & Koidis, 2015) liberando el aceite en un recipiente separador. (Hurtado Benavides & Mauricio, 2014)

El proceso EFS consiste en cuatro etapas:

- Etapa de presurización
- Etapa de ajuste de temperatura

- Etapa de extracción
- Etapa de separación

2.4.1.5. Extracción por Método Folch.

Los lípidos presentes en aceites y grasas de origen vegetal son un grupo importante de diversas moléculas que tienen como funciones reserva energética y/o intervenir en sistemas de señalización celular. En el área química se definen como un grupo heterogéneo de moléculas insolubles en agua debido a su polaridad, lo que los hacen muy soluble en solventes orgánicos (Aguilar Samanamud et al., 2011).

Para extraer los lípidos de un tejido vegetal, es necesario la implementación de un disolvente con cierto carácter polar como para reaccionar con los lípidos o excluir a los lípidos neutros en los procesos de extracción. El disolvente no solo debe ser capaz de solubilizar los lípidos, sino que también debe ser capaz de vencer las interacciones moleculares entre los lípidos y las otras moléculas en el interior de la célula (Axelsson & Gentili, 2014).

En la actualidad la técnica de referencia para la extracción de lípidos es la mezcla de solventes, la más evaluada es la mezcla Cloroformo: Metanol (2:1 v/v). A este sistema de mezclas de solventes se le llama método de extracción de Folch (Axelsson & Gentili, 2014) (Fao, n.d.)

En este método la extracción de lípidos del tejido vegetal consiste en una mezcla de solventes de composición Cloroformo: Metanol: Agua (8:4:3 v/v/v).

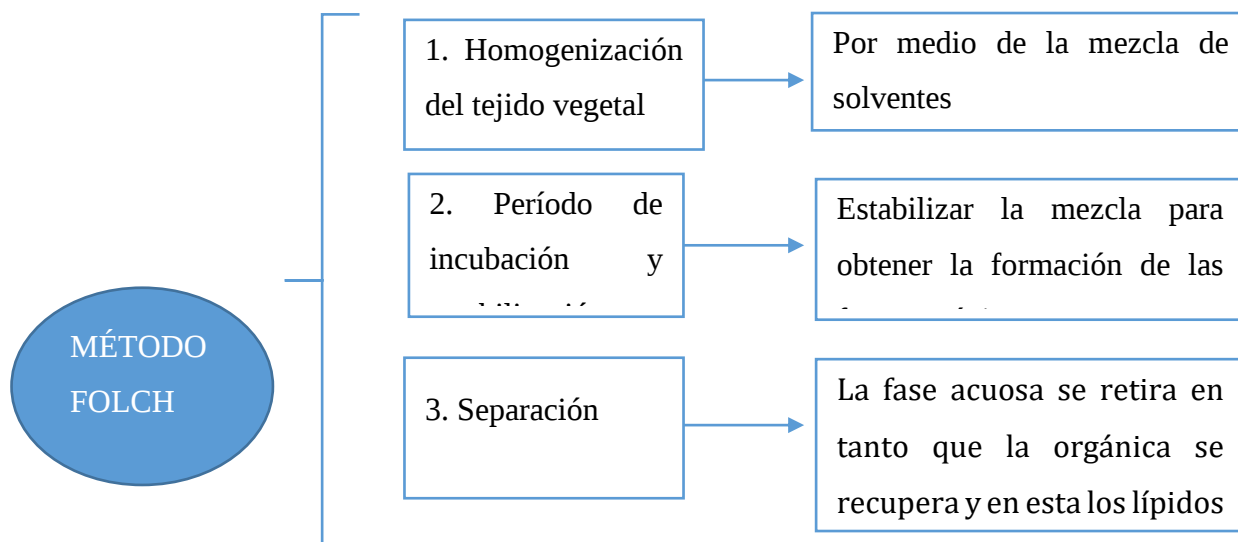


Figura 8. Método folch.
Fuente: elaboración propia.

(Ver figura 8). Descripción del método Folch (Aguilar Samanamud et al., 2011) (Axelsson & Gentili, 2014) (Fao, n.d.) (De Veterinaria et al., 2015) En este método se subestiman concentraciones en las muestras mayores al 2% de lípidos (Aguilar Samanamud et al., 2011).

2.4.2 Comparación de los métodos extractivos para Burití

De acuerdo a los procesos anteriormente definidos, con los cuales existen posibilidades de extraer el aceite de *Mauritia Flexuosa*; en la tabla 7 se precisan algunos criterios que son importantes para establecer la posibilidad de usar cada uno de los procesos.

Tabla 7. Ventajas y desventajas.

Proceso de Extracción	Ventajas	Desventajas
Extracción por Soxhlet	Proceso sencillo de realizar Alto Porcentaje de Extracción de aceite Reutilización del Solvente Extracción de aceite Refinado	Tiempo de proceso largo Infraestructura Costosa Subproductos con trazas del solvente (de acuerdo al solvente no es posible utilizar en determinados procesos industriales) Alta Utilización de energía
Extracción por Prensado	Proceso sencillo de realizar Medio Porcentaje de Extracción de aceite No se utiliza solventes extracción de aceite Virgen Maquinaria accesible Subproductos utilizados en otros procesos	Menor porcentaje de extracción Alta Utilización de energía Alto nivel de residuos solidos
Extracción acuosa	Proceso de extracción artesanal Extracción de aceite Refinado Maquinaria accesible Subproductos utilizados en alimentos	Menor porcentaje de extracción Pérdida de propiedades del aceite por cuenta de la temperatura Dificultades para estandarizar las propiedades del aceite
Extracción por Fluidos Súper Críticos	Proceso de extracción con mayor tecnología Alto Porcentaje de extracción Aceite Virgen Subproductos utilizados en otros procesos	Maquinaria y equipo costosa Capacitación media de los colaboradores para uso de equipo.
Extracción por Folch	Proceso de extracción complejo No requiere de mucha maquinaria y equipos Solventes no reutilizables Aceite Refinado	Solventes costosos Subproductos con trazas de solventes Personal con capacitación media Bajo nivel de extracción

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior donde se definen las ventajas y desventajas de cada uno de los procesos expuestos; es importante indicar que para definir la configuración de una planta de extracción de *Mauritia Flexuosa* en el Municipio de San José del Guaviare, es oportuno identificar

en primera instancia el tipo de aceite que emerge de los diferentes procesos de extracción teniendo en cuenta la Resolución 2154 del 2012 de Min Salud, otro ítem importante a tener en cuenta es el valor de la infraestructura necesaria para ejecutar el proceso, también es imperante establecer el porcentaje de extracción que soporte las operaciones de la planta de producción de aceite este debe ser consecuente con los precios del tipo de aceite a comercializar en el mercado.

Después de realizar en análisis de ventajas y desventajas se determina que los métodos de Soxhlet, prensado y Folch se seleccionan, los dos primeros por ser más sencillos en el proceso a realizar para extraer el aceite, adicionalmente por que los dos tienen altos porcentajes de extracción y los costos de compra de los equipos necesarios son menores en comparación con otros métodos. El método de Folch también se seleccionó porque elimina la operación unitaria de secado necesaria para realizar extracción por Soxhlet y prensado; esta operación es el cuello de botella para el proceso de extracción por los otros métodos. El método acuoso no fue seleccionado por la poca eficiencia en la extracción del aceite de *Mauritia Flexuosa* y la técnica de extracción por fluidos supercríticos no se seleccionó por el costo de los equipos y la complejidad del proceso que hace que se requiera de personal mejor cualificado para la puesta en marcha de la maquinaria.

2.4.3. Sostenibilidad en procesos extractivos

El termino bioeconomía aparece en la comunidad científica en alrededor de 15 diferentes referencias en el año 2005 (Bugge, Hansen, & Klitkou, 2016) es importante indicar que el termino está muy ligado a temas de investigación científica (Rau, Goggins, & Fahy, 2018), innovación (Hermans, 2018) en diferentes áreas del conocimiento que presentan desafíos importante para la

sustentabilidad de la humanidad. Dichas áreas del conocimiento van desde la apropiación de nuevas tecnologías para la producción de energías renovables, la agricultura (Sasson & Malpica, 2018), la medicina, el cuidado personal (Gartland & Gartland, 2018), productos alimenticios (Lokko et al., 2018) y en servicios eco sistémicos (Kircher, Breves, Taden, & Herzberg, 2018). De acuerdo a lo anterior el estudio de las cadenas de productos biotecnológicos poseen un potencial casi infinito en la implementación de nuevos productos (Sasson & Malpica, 2018) que definan nuevas soluciones a problemas antiguos (Aguilar, Wohlgemuth, & Twardowski, 2018) en entornos demarcados por innovación inclusiva (Pansera & Owen, 2018).

Desde el año 2013 como por una iniciativa de la Cámara de Comercio de Bogotá, empresarios, entes del estado entre otros; se creó el Clúster de Cosméticos (Camara de Comercio Bogota, 2013); el cual inicio con 86 empresas, entre micro, pequeñas, medianas y grandes empresas del sector las cuales para ese año tenían un total de empleados de 10.503 y unas ventas aproximadas de 3,220.31 (miles de Millones) participando en el 1,2% del PIB, para el año 2017 el sector ahora tiene una participación en el PIB de 3,3% y el número de actores participantes en el Clúster es de (Camara de Comercio Bogota, 2013).

A importancia de este Clúster se basa en cuatro pilares estratégicos; Mercado, Innovación e Investigación, Fortalecimiento empresarial y Talento Humano y Materias Primas (Bogotá, 2015), teniendo en cuenta los pilares estratégicos se formuló el Plan de acción 2016 – 2026 denominado construyendo el futuro del Sector Cosmético Bogotá –Cundinamarca (Figura 9) (Bogotá & Colombia, 2016).

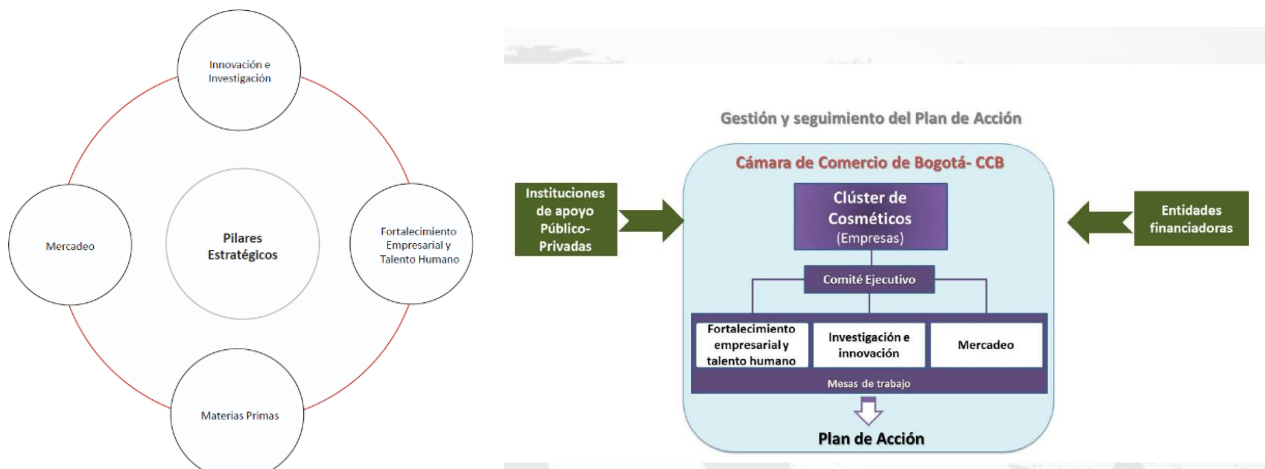


Figura 9. Cadena de Valor.
Tomado de: (Bogotá & Colombia, 2016).

Dentro de las ventajas que el sector identificó dentro de su primer análisis se encuentra en uno de sus ítems denominado: Industrias Relacionadas y de Soporte donde los industriales colombianos, manifiestan que una de las desventajas del sector es la inexistente producción local de materias primas

Con el fin de alcanzar la sostenibilidad en el proceso de extracción de aceite desde el componente ambiental, es importante tener en cuenta los aspectos principales que conlleva el proceso completo (Luis Carrasco Calvo, 1995).

Los impactos asociados a esta actividad con el fin de asegurar la sostenibilidad del proceso de extracción de Aceite de Moriche "*Mauritia Flexuosa*" teniendo en cuenta que muchas de las operaciones que se realizan son de forma manual, sustentadas en las costumbres de la población local en la tabla de Impacto se definen los Impactos: (ver tabla 8)

Tabla 8. Matriz de aspectos e impactos.

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL / SOCIAL	EJECUTOR DE ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL / SOCIAL
Recolección en Morichal	Generación de empleos en Unidades Campesinas familiares	Finquero	Mejoramiento de la calidad de vida de la población
	Recolección de Drupas	Finquero	Pérdida de la diversidad biológica
			Degradación de la cadena trófica
Realizar limpieza y desinfección de la materia prima	Generación de empleo	Operario	Mejoramiento de la calidad de vida de la población
		Operario	Aumento de ingresos de los trabajadores de la región
	Generación de residuos sólidos (materia inorgánica)	Operario	Contaminación del aire (malos olores)
	Derrame de detergentes y desinfectantes	Operario	Erosión o cambio en las condiciones físico-químicas del suelo
	Generación de vertimientos	Operario	Contaminación de aguas (Cambio en las condiciones físico-químicas o calidad del agua)
Realizar enjuague de la materia prima	Consumo de agua	Operario	Agotamiento del recurso hídrico
		Operario	Pérdida de la diversidad biológica
Retirar cáscara	Generación de residuos orgánicos	Operario	Adición de materia orgánica al Limo del Río

	Generación de residuos orgánicos	Operario	Generación de olores ofensivos
Retirar pulpa y nuez	Generación de residuos orgánicos (Nueces)	Operario	Contaminación de suelos
Proceso Extracción	Generación de residuos orgánicos (Extracción Por Prensado, Soxhlet, Fluidos Supercríticos, Acuosa y Folch)	Operario	Contaminación del suelo
	Consumo de energía eléctrica (Extracción Por Prensado, Soxhlet, Fluidos Supercríticos, Acuosa y Folch)	Operario	Consumo de recursos naturales
	Consumo de agua (Extracción Por Prensado, Soxhlet, Fluidos Supercríticos, Acuosa y Folch)	Operario	Agotamiento del recurso hídrico
	Derrame de solventes y/o Sustancias Químicas (Soxhlet y Folch)	Operario	Contaminación del suelo

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla anterior se define el aspecto y posteriormente se determina los diferentes impactos es pertinente orientar el proceso de producción el aceite de Moriche “Maurita Flexuosa” a mitigar los impactos ambientales que se susciten, para lo cual es vital evaluar los diferentes procesos de extracción. En la operación unitaria extracción donde se logra obtener el aceite los impactos más relevantes son: Contaminación del suelo, Consumo de recursos naturales, agotamiento del recurso hídrico, para lo cual es importante establecer los planes de contingencia para minimizar los impactos nocivos y potenciar los impactos de tipo social que benefician a la comunidad.

2.5 Bioprospección en general de los aceites

«Biodiversity prospecting or bioprospecting is the systematic search for biochemical and genetic information in nature in order to develop commercially-valuable products for pharmaceutical, agricultural, cosmetic and other applications» (UNDP, 2015).

El termino Bioprospección o prospección de la biodiversidad (Schanz, 2004) es tan antiguo como la civilización humana; pese a lo anterior solamente hasta el 1993 Reid W.V., et 1993 en su trabajo denominado “Biodiversity Prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development” lo definió como “la explotación de la biodiversidad para usos comerciales de valiosos recursos genéticos y bioquímicos” (Reid, 1993) dicha definición durante el tiempo no ha tenido una variación significativa (UNDP, 2015). En la gráfica 10 se describe la cadena de valor de la bioprospección.

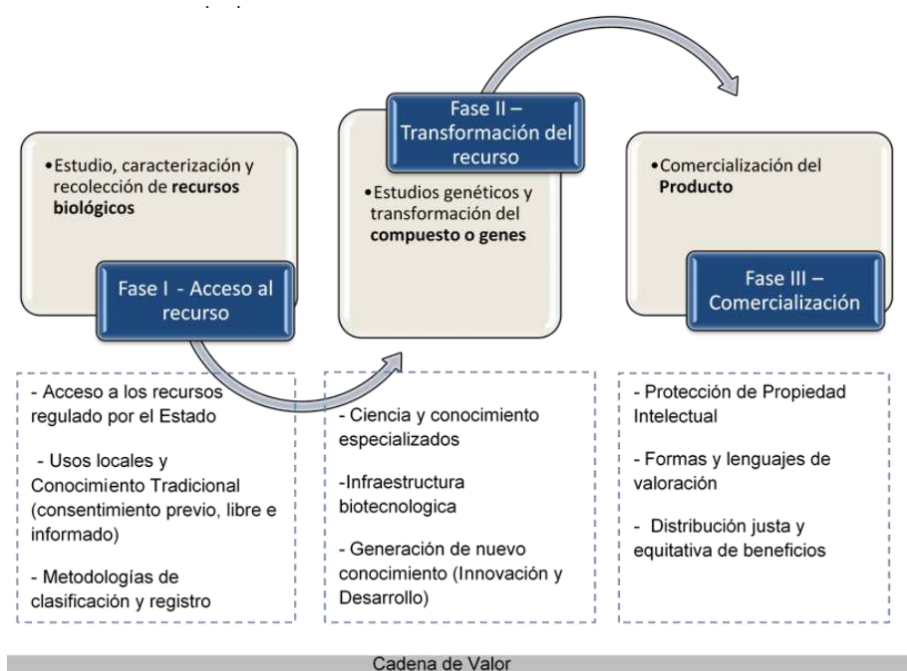


Figura 10. Cadena de valor. (Español Niño, 2017)

El objetivo es Extraer el mayor valor comercial a los conocimientos ancestrales sobre la utilización de la biodiversidad (UNDP, 2015) lo que pretende la bioprospección es simplemente establecer las reglas básicas para generar acuerdos entre comunidades representadas por el estado y compañías dedicadas a producir productos biotecnológicos (ONU, 2011); dicho protocolo establece objetivos como objetivo principal: Establecer los lineamientos para la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. (ONU, 2011), Artículo 1.

Todo lo anterior se basa en la firma del convenio sobre diversidad biológica en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo denominada cumbre de la tierra esté entró en vigor el 29 de diciembre de 1993 dicho convenio estaba definido por tres objetivos específicos « La conservación de la biodiversidad, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa entre los beneficios que se derivan de la utilización de sus recursos genéticos » (ONU, 2011). 6 años de negociaciones el 29 de octubre del 2010 de la conferencia de las partes celebrada en Nagoya Japón se adoptó el **“Protocolo de Nagoya”** sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa entre los beneficiarios.

Las instituciones americanas y europeas son las que lideran el criterio legislativo de los productos bio-base derivados del uso de la diversidad biológica, sin embargo, esta tarea no es tan sencilla, llegar a un acuerdo de normas y regulaciones con las empresas involucradas requiere de un profundo conocimiento tanto de los intereses de las mismas como de los límites de los principios de cuidado ambiental, protección social y en cierta medida, del bienestar político (“Normas y regulaciones para la industria de base biológica.” n.d.).

Pese a que en El Artículo 13 (ONU, 2011) manifiesta que se debe: cumplir con la legislación o requisitos reglamentarios nacionales sobre acceso y participación en beneficios derivados de procesos de bioprospección para el caso Colombiano (Comision, 1996) de junio de 1996 de la Comunidad Andina de naciones sobre acceso a los recursos genéticos y se establecen las reglas para desarrollar dichos convenios entre países que firmaron el Protocolo de Nagara. La Constitución Colombiana define los Artículos 79 sobre protección de la biodiversidad e integridad del medio ambiente y los artículos 65 y 71 que hablan sobre la búsqueda del conocimiento he investigación (Constituyente, 1991). Teniendo en cuenta la normativa internacional firmada por el estado y la constitución política. El estado Colombiano consolido la Ley 165 de 1994 cuyo esencia es definir los objetivos del convenio general para el uso de la biodiversidad, la ley 740 de 2002 Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre diversidad biológica. Desafortunadamente en Colombia pese a existir políticas que definen los procesos para desarrollar proyectos biotecnológicos el nivel de informalidad llega al 70% de acuerdo con al número de licencias emitidas (Gómez Madrigal, Méndez Rivera, & Morán Torres, 2014).

En el país existe poco conocimiento sobre el procedimiento que las diferentes grupos de investigación deben desarrollar; ya que se encuentra definido en varios decretos y resoluciones por parte del Ministerio del Medio Ambiente (Ministerio Del Medio Ambiente, 2002) (Ministerio del Medio Ambiente, 1997) sumado al posible pago por el uso de la biodiversidad de acuerdo a la (Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2011) todo lo anterior hace que el procedimiento legal sea costoso y lento (Gómez Madrigal et al., 2014) en muchos casos inoperante (Rojas Blanco, 2013)

El principal reto para el estado colombiano con miras a la implementación de los documentos CONPES 3582 de 2009 el cual promueve la política nacional sobre investigación de la biodiversidad y 3697 de 2011 el cual “promueve cadenas de valor para ingredientes naturales utilizados en cosméticos y productos farmacéuticos e ingredientes naturales para la industria alimentaria, así como para flores y follaje tropical, árboles frutales amazónicos”. Es lograr evitar la biopiratería (Rojas Blanco, 2013).

En Colombia hasta el año 2016 se presentaron 233 solicitudes al Ministerio de Medio Ambiente, de las cuales apenas 131 fueron aprobadas. Un total 61 solicitudes son de Acceso a Recursos Genéticos (ARG) de todas estas apenas 6 tienen fines comerciales (Español Niño, 2017)

En el mundo existen infinidad de investigaciones en diferentes sectores económicos sobre aceites desde el uso de algunos de estos para combatir enfermedades (Rautela & Cameotra, 2014) producción de aceites a partir de micro algas con el fin de satisfacer las necesidades de sociedad en diversas actividades, entre los que encontramos: la alimentación, la energía con producción de biocombustibles (Slade & Bauen, 2013).

2.6 Variables

Con el fin de establecer el modelo es pertinente definir las combinaciones de las diferentes variables; conocer las interacciones de las mismas genera combinaciones óptimas que cumplan con los objetivos de la investigación (Ferré, 2002). (Ver figura 11)

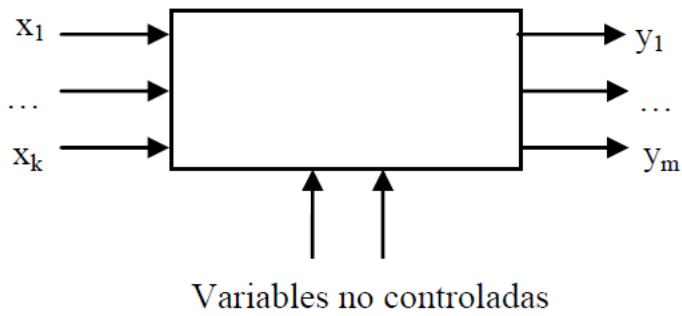


Figura 11.Variable.

Fuente: (Varela-Medina & Lopez-Reyes, 2011)

Se definen las variables de acuerdo con su tipología para definir las variables de entrada o independientes, se define el proceso de extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa*, variables que no se pueden controlar y las variables de salida. (Ver figura 12)

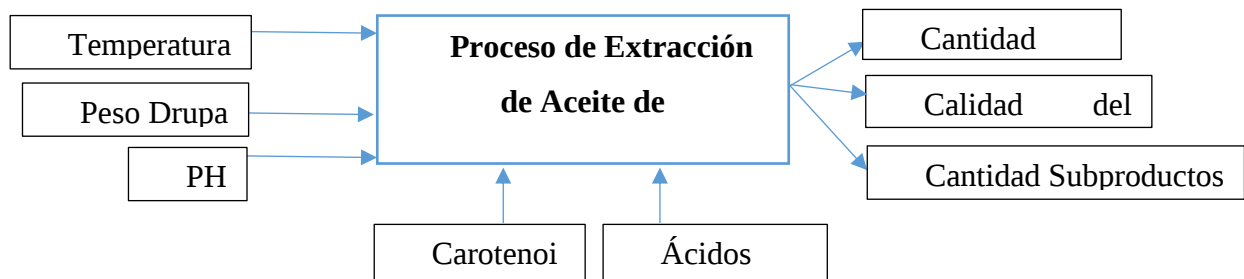


Figura 12 Proceso de extracción..

2.6.1. Variables de entrada

Tabla 9. Variables de entrada.

Variable	Definición operacional	Variación
Temperatura	Teniendo en cuenta los procesos de extracción definidos la temperatura se tomó variando entre los 30°C (L. Manhães, Menezes, Marques, & Sabaa Srur, 2015) utilizando el tipo de extracción prensado en frio (Stratakos & Koidis, 2015) (Hernández & Mieres Pitre, 2005) y los 60 grados centígrados con método de extracción por Soxhlet (Ribeiro et al., 2010) utilizando como solvente el Éter de Petróleo el cual tiene un punto de Ebullición máximo de 60 grados Centígrados (“Honeywell Riedel-de Haen™ Petroleum ether, For pesticide residue analysis, low boiling point hydrogen treated naphtha, bp 40-60 °C, Honeywell Riedel-de Haen™: Application Specific Petroleum Ether Petroleum Ether Fisher Scientific,” n.d.) (Identificación, n.d.).	30 °C – 60 °C (Extractin goil, 1910) - (Mandal et al., 2015) (L. Manhães et al., 2015)
Peso Drupa	drupas de la <i>Mauritia Flexuosa</i> la cual es directamente proporcional a la maduración de la drupa de la <i>Mauritia flexuosa</i> por tanto para el desarrollo del diseño se tomó el peso mínimo d 41,18 gramos en estado pintón 3 hasta 56,16 gramos estado de la fruta Maduro (Gómez et al., 2018) .	36, 48 g – 78,07 g (Barbosa & Lima, 2010)
pH	Para el caso de la drupa la concentración se encuentra entre es de $3,7 \pm$ (Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, 2017).	3,6 – 3,7 Resolución 2154 2012 Min Salud

Fuente. Elaboración propia.

2.6.2. Variables de salida

Tabla 10. Variables de salida.

Variable	Definición operacional	Variación
Cantidad de Aceite	Proceso de extracción de aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i> mediante proceso de extracción por prensado (Stratakos & Koidis, 2015), Soxhlet (Mandal et al., 2015) y Folch (Aguilar Samanamud et al., 2011)	Y_1 = Para el proceso de extracción por prensado $X_1 \geq 35\%$ (Araújo et al., 2007) Y_{01} = la extracción de aceite es inferior al 35% Y_2 = Para el Proceso de extracción por Soxhlet $X_2 \geq 48\%$ (Araújo et al., 2007) Y_{02} = la extracción de aceite es inferior al 48% Y_3 = Nivel de extracción mínimo del 35% Y_{03} = aumenta los costos por extracción por no cumplir con la cantidad $X_3 \leq 35\%$
	Para la calidad del aceite se determinaron los siguientes parámetros de calidad:	
	- Densidad (g/ml) - Índice de Refracción - Índice de acidez (mg KOH “Hidróxido de Potasio” requeridos para neutralizar ácidos grasos libres en un gramo de grasa o aceite) - Índice de peróxidos (mili eq de Oxígeno activo por kilogramo de grasa)	Y_4 = la Densidad del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudios de (Aquino et al., 2012b) (Quispe, Jacobo Fredy; Ayala, Rojas Mauro; Ingunza, Reyes Gerardo; Landeo, 2009) en Sur América. Aceite crudo $0,90 \leq X_4 \leq 0,94$ Aceite refinado $0,88 \leq X_5 \leq 0,92$
Calidad del Aceite		

- Índice de yodo (gramos de yodo que reaccionan 100 gramos de aceite o grasa)
 -
- (Aquino et al., 2012b), (Quispe, Jacobo Fredy; Ayala, Rojas Mauro; Ingunza, Reyes Gerardo; Landeo, 2009)
- Y₀₄**= La Densidad es diferente a los estudios de Brasil y Perú.
- Y₅**= El Índice de Refracción del aceite de *Mauritia* del Guaviare es igual a los estudios de en Sur América.
- Aceite crudo $1,466 \leq X_6 \leq 1,47$
- Aceite refinado $1,465 \leq X_7 \leq 1,47$
- Y₀₅**= El Índice de Refracción es diferente a los estudios de Brasil y Perú.
- Y₆**= El Índice de Acidez del aceite de *Mauritia* del Guaviare es igual a los estudios de en Sur América.
- Aceite crudo $3,84 \leq X_8 \leq 5,31$
- Aceite refinado $0,17 \leq X_9 \leq 5,11$
- Y₀₆**= El Índice de Acides es diferente al estudio de Brasil y Perú.
- Y₇**= El Índice de Peróxidos del aceite de *Mauritia* del Guaviare es igual a los estudios en Sur América.
- Aceite crudo $4,51 \leq X_{10} \leq 15,54$
- Aceite refinado $4,8 \leq X_{11} \leq 8,71$
- Y₀₇**= El Índice de Peróxidos es diferente al estudio de Brasil y Perú.

		Y₈= El Índice de Yodo del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual al estudio de en Sur América. Aceite crudo $65,31 \leq X_{12} \leq 90,54$ Aceite refinado $80,78 \leq X_{13} \leq 95,30$ Y₀₈= El Índice de Yodo es diferente al estudio de Brasil y Perú. Y₉= El aceite cumple con la normatividad Colombiana Resolución 2154 del 2012 del Ministerio de Salud. Y₀₉= El aceite no cumple con la normatividad establecida.
Cantidad Subproductos	Subproductos derivados del proceso de extracción del aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i> (Koolen et al., 2018) (Carrillo et al., 2017) (Quispe, Jacobo Fredy; Ayala, Rojas Mauro; Ingunza, Reyes Gerardo; Landeo, 2009)	Exocarpo (cascara) del 20% Mesocarpo (Pulpa procesada) 11,755% a 12,005% Endocarpio (Protección de la semilla) entre el 15% y el 20% Endospermo (Semillas) entre el 40 y el 45%

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 10 variables de salida La temperatura es de 30C° mínimo y 60C° máximo con un valor central de 40C°; esta variable se encuentra descrita en el trabajo de (L. Manhães et al., 2015) observando las propiedades del aceite depende directamente de la temperatura con que se desarrolló el proceso de extracción del aceite de *Mauritia Flexuosa*; esta variable influye

directamente en el contenido de carotenos los cuales disminuyendo con el aumento de temperatura. La siguiente variable es el peso de las drupas es directamente proporcional al nivel de madures del fruto en el estudio ejecutado por el Instituto Sinchi (Gómez et al., 2018) se define una escala para conocer el nivel de madures a partir del peso, color y tamaño. Por último la variable pH define el nivel de acidez o alcalinidad de la fruta, sobre esta variable en la literatura se establece el intervalo en el libro (Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, 2017) adicionalmente el aceite debe cumplir por norma un rango específico. La Resolución 2154 de 2012.

2.6.3. Diseño Experimental

De acuerdo a los diferentes experimentos ejecutados utilizando los tres diferentes métodos de extracción, se definen las interrelaciones que se desarrollan entre los tres factores de estudio: Peso, Temperatura y pH se realiza un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de conocer el factor que más incidencia posee en el proceso de extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa*.

Como hipótesis para entender de mejor manera el análisis de varianza partimos de la hipótesis X_1 : Temperatura (C°: Centígrados), X_2 : Peso (g: gramos) y X_3 : pH grado acidez o alcalinidad:

Hipótesis Nula

$$H_0 = X_1 = X_2 = X_3 = 0$$

Ecuación 1

En dado caso que algunos de los factores sean diferente(s) de 0 entonces implica que existe uno o varios factores que incide directamente la variable dependiente para este caso Cantidad de Aceite de *Mauritia Flexuosa*

$$H_1 = X_n \neq 0$$

Ecuación 2

Por otro lado, también es necesario definir otra hipótesis con respecto al número de interacciones que puedan llegar a presentarse durante el proceso para el caso de la siguiente ecuación significa que no existe ninguna interacción:

$$H_0 = \alpha \beta_{11} = \alpha \beta_{ab} = 0$$

Ecuación 3

En caso que lo anterior no ocurra esto implicaría que existen interacciones en la producción de aceite de *Mauritia Flexuosa*

$$H_1 = \alpha \beta_{ij} \neq 0$$

Ecuación 4

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA)

Sources of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	Expected Mean Squares	F _o
A	SS _A	(a-1)	MS _A	$\delta^2 + (bcn \sum \tau_i^2) / (a-1)$	MS _A /MS _E
B	SS _B	(b-1)	MS _B	$\delta^2 + (can \sum \beta_j^2) / (b-1)$	MS _B /MS _E
C	SS _C	(c-1)	MS _C	$\delta^2 + (abn \sum \gamma_k^2) / (c-1)$	MS _C /MS _E
AB	SS _{AB}	(a-1)(b-1)	MS _{AB}	$\delta^2 + (cn \sum \sum (\tau\beta)_{ij}^2) / (a-1)(b-1)$	MS _{AB} /MS _E
AC	SS _{AC}	(a-1)(c-1)	MS _{AC}	$\delta^2 + (bn \sum \sum (\tau\gamma)_{ik}^2) / (a-1)(c-1)$	MS _{AC} /MS _E
BC	SS _{BC}	(b-1)(c-1)	MS _{BC}	$\delta^2 + (an \sum \sum (\beta\gamma)_{jk}^2) / (b-1)(c-1)$	MS _{BC} /MS _E
ABC	SS _{ABC}	(a-1)(b-1)(c-1)	MS _{ABC}	$\delta^2 + (n \sum \sum \sum (\tau\beta\gamma)_{ijk}^2) / (a-1)(b-1)(c-1)$	MS _{ABC} /MS _E
Error	SS _E	abc(n-1)	MS _E	δ^2	
Total	SS _T				

Fuente. (Abdulkareem, Uthman, Afolabi, & Awenebe, 2011)

En la tabla 11 se definen las diferentes ecuaciones necesarias para realizar el respectivo análisis de Varianza (ANOVA) con respecto a las variables definidas anteriormente.

Ecuación para determinar los rendimientos de extracción

$$Y = \frac{MO}{MS} \times 100.$$

Ecuación 4

Rendimiento de extracción (Stoessel, Martínez, & Constenla, 2015)(Delgado, 2013)

Donde,

(Mo): Representa la cantidad de aceite extraído de la pulpa procesada.

(Ms): Representa la cantidad de fruto fresco utilizado.

(y): Rendimiento de extracción

La ecuación se utiliza para determinar el rendimiento en cada uno de los métodos de extracción que se van a utilizar en el estudio.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En este capítulo describe la forma en que se determinaron los diferentes sitios de extracción de las Drupas de *Mauritia Flexuosa*, para determinar los datos básicos por hectárea: como son densidad de palmas, número de hembras de Maurita Flexuosa en Producción; Lo anterior para definir promedio de producción por hectárea en la oferta natural, el procedimiento para extraer muestras por cada método de extracción y el diseño experimental

3.1 Técnicas extractivas para obtener aceite de *Mauritia flexuosa* aplicando criterios de sostenibilidad.

Para poder identificar la técnica de extracción es necesario completar unas actividades anteriores con el objetivo de definir la trazabilidad que debe tener las drupas antes de ingresar a cualquiera de los tipos de proceso de extracción.

En un trabajo desarrollado con acompañamiento del Semillero de Investigación en Ecología y Conservación del Sena Regional Guaviare (SIEC) se determinó que solamente en el Municipio de San Jose del Guaviare existe una densidad de siembra de 156,7 Individuos por hectárea, el número de palmas en el Municipio ascendería a 6.048.117 las palmas productivas con producción se estiman en 1.351.175, muy por encima de la población esperada teóricamente.

Para generar el aprovechamiento de los recursos del ecosistema, se debe cumplir con la Resolución 224 de 2017 Artículo 5 (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico CDA, 2017) donde han definido que no es posible extraer más del 50% del material vegetal para aprovechamiento.

El montaje experimental que se definió para estimar la población fue mediante establecimiento de 3 parcelas de 100 metros de largo y 40 metros de ancho (4.000 m²); dichos transeptos se definen mediante la íntima asociación que posee la *Mauritia Flexuosa* con el agua por lo tanto se enfocó el estudio en Humedales, Rondas de Madreviejas y Nacimientos habitad pertenecientes a la altillanura y la llanura aluvial; La ubicación espacial del sitio de estudio es Este polígono va desde el puente Nowen sobre el río Guaviare, río abajo a 61.8 kilómetros, posterior a la desembocadura de la laguna La Rompida, toma por la trocha el recreo hasta encontrar la Trocha la Ganadera, posteriormente hasta encontrar la vía Nacional de El Retorno hacia San José, atravesando los predios de la empresa Aquafresh, hasta la vía nacional a Villavicencio para finalmente llegar al punto inicial y cerrando el polígono en el Puente del Nowen. En esta área se definieron las parcelas Ver Tabla 3.1 Conteo de Individuos en Parcelas.

Tabla 12. Conteo de Individuos en Parcelas.

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Individuos hembras	23	59	25
Individuos machos	11	3	3
Individuos juveniles	32	16	16
Total Individuos	66	78	44
Rebrotes	42	210	58
Palmas muertas	0	0	1
Hembras con racimos	11	23	8
Promedio racimos x palma	5,25	4,0	4,6
Promedio altura	6,18	9,72	8,93
Promedio DAP	33,58	35,72	38,48
Densidad palma / Ha	165	195	110

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a los datos de la tabla 12 se observa en el muestreo, las hembras maduras por transepto o parcela donde encontramos un total de 107 individuos, de estas palmas 42 estaban en proceso de fructificación (con racimos). De acuerdo a la identificación de hábitad y coberturas utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) el software ArcGis define las zonas con características similares y establece los polígonos, en la siguiente tabla se estima la oferta Ver tabla 13.

Tabla 13. Estimación Por Oferta Natural.

a	Área De Estudio - Ha	38.605
b	Densidad Promedio Palma/Ha	156,7
c	Población estimada de palmas (axb)	6.048.117
d	Promedio racimos	4,62
e	Porcentaje de Racimos aprovechables* ⁴	50%
f	Racimos aprovechables por palma (dxe)	2,31
g	Estimación de palmas hembras en producción	22,30%
h	Palmas Hembras (c*g)	1.351.175,00
i	Estimación de racimos aprovechables (hxf)	6.237.924,58
j	Peso promedio racimos Kgs	22,6
k	Peso total estimado – Toneladas de drupas (ixj/1000)	140.977

Fuente. Elaboración Estudio

⁴ *Resolución 224 de 2017 Artículo 5 CDA

Estaría estimada en 140.977 Toneladas en el año (ver tabla 13) en investigaciones similares la producción del morichal (Barbosa & Lima, 2010) se define una producción de $3,29 \pm$ a $1,04 \pm$ toneladas por hectárea año. En la siguiente tabla se estiman los datos por Hectárea para el Departamento del Guaviare.

Tabla 14. Proyección de una Ha de aprovechamiento.

PROYECCIONES PARA 1 Ha DE APROVECHAMIENTO

a	Área De Estudio - Ha	1
b	Densidad Promedio Palma/Ha	156,7
c	Población estimada de palmas (axb)	156,7
d	Promedio racimos	4,62
e	Porcentaje de Racimos aprovechables*	50%
f	Racimos aprovechables por palma (dxe)	2,31
g	Estimación de palmas hembras en producción	22,30%
h	Palmas Hembras (c*g)	35
i	Estimación de racimos aprovechables (hxf)	81
j	Peso promedio racimos Kgs	22,6
k	Peso total estimado – Toneladas de drupas (i*j/1000)	1,8306

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 14 anterior se encontró que por Hectárea se pueden aprovechar 1,8306 toneladas de Drupas de Moriche al año de estas toneladas de drupas se extrae 55,15 Litros por hectárea (Acosta Gustavo; Montero Nelson; Arias Juan; Acosta Jasbleidy, 2018) sin causar ningún tipo de desequilibrio al ecosistema y cumpliendo con la normatividad existente, comparado con la

literatura por hectárea en el Departamento del Guaviare produce alrededor de 0,371 Toneladas más que en otras latitudes de Sur América.

3.1.1. Localización y criterio de recolección

Para seleccionar las tres parcelas que se establecieron se identificaron dos factores: proximidad a vías de acceso y estado de intervención humana en el área Ver tabla 15 Conteo de Individuos en Parcelas. Después de definir los criterios descritos anteriormente se realiza su posterior Ubicación

Tabla 15.Ubicación de parcelas.

Parcela	Nombre	Transecto	Localización
1	Resguardo Indígena Panure	1	2° 34' 21,3" N y 72° 37' 41,9" O.
		2	2° 34' 23,9" N y 72° 37' 38,4" O.
2	Finca Adan Barrera	1	2° 32' 10" N y 72° 40' 40,0" O.
		2	2° 32' 0,32" N y 72° 40' 37,4" O.
3	Finca Villa Consuelo	1	2° 33' 14,3" N y 72° 43' 41,8" O.
		2	2° 33' 21,4" N y 72° 43' 50,1" O.

Fuente. Elaboración propia.

El Morichal Ubicado en el Resguardo Panuré: es un área que sirve como corredor ecológico y limita con el resguardo y Zona Urbana de San José del Guaviare específicamente con: San Jorge II, El Remanso, Coopsagua y La Paz. (Ver figura 13)



Figura 13. Morichal Resguardo Panuré.
 Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la figura 13 esta zona la especie Dominante es la *Mauritia Flexuosa* se encuentra bañada por el caño Chucua Panuré, esta intervenida ya que existe un camino palafítico que comunica al resguardo Indígena con el centro urbano de San José del Guaviare.

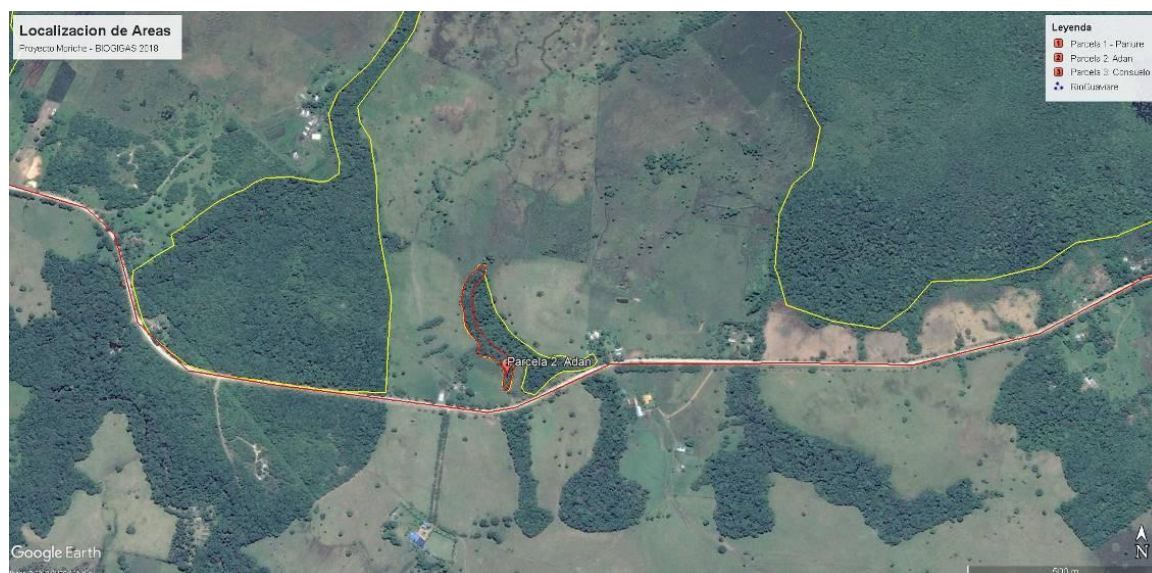


Figura 14. Morichal vereda El Progreso – finca Adán

La parcela numero dos se encuentra ubicada Vereda El Progreso, en una propiedad privada Finca de Adán Barrera localizada a 5 kilómetros del casco urbano de San José del Guaviare. Vía Nacional San José – Villavicencio ver figura 3.3.

El morichal es un relicto de selva asociada a tierras húmedas el cual fue dejado como Zona de protección para un pequeño afluente del Caño La María que inunda en temporada de lluvias y genera el Morichal, el área está fuertemente intervenida ya que el uso del suelo está determinando por una unidad productiva ganadera.

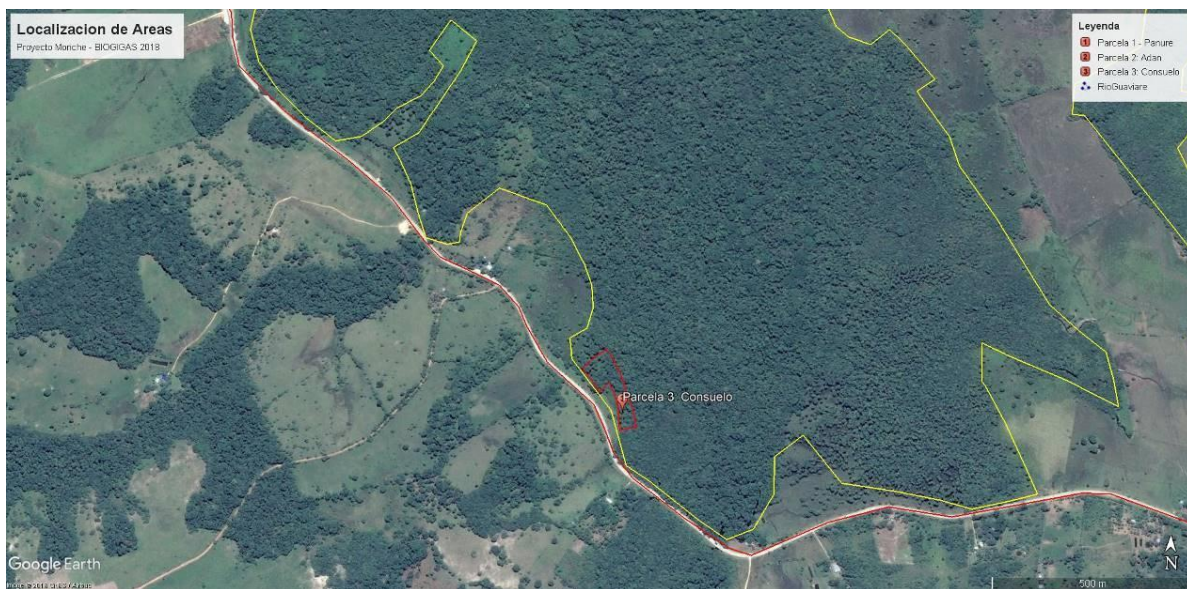


Figura 15. Morichal vereda El Progreso - Finca Villa Consuelo.

Por Ultimo la parcela número tres denominada Villa Consuelo esta se encuentra localizada a 12 kilómetros vía nacional San José – Villavicencio en la Vereda El Progreso Ver gráfico 15

El predio presenta un gran corredor boscoso preservado por sus dueños el cual se encuentra bien conservado, sus linderos van desde la vía hasta el rio Guaviare, la mayoría de sus terrenos son bajos influenciados por el Afluente Caño Negro dos, la actividad predominante de la unidad

productiva es la ganadería, especialmente utilizada para producción de productos lácteos, también posee cultivos de maracuyá y yuca.

3.2 Selección de la palma y muestras

Se establecieron los diferentes transeptos en cada una de las parcelas de acuerdo a los datos de las parcelas se define la población objetivo del estudio denominadas “hembras con racimos” Ver tabla 12 Conteo de Individuos en Parcelas. Por el tamaño y peso de los racimos Ver tabla 16. Muestras Racimos se determina realizar extracción de las muestras teniendo en cuenta las condiciones del terreno, la altura de la palma, el tamaño de las drupas y oferta natural de drupas.

Tabla 16. Muestras Racimos

Lugar	Extracción	Peso Kg	No Drupas
Parcela 1	Racimo 1	36,88	969
Parcela 2	Racimo 2	20,22	449
Parcela 2	Racimo 3	10,4	231
Parcela 2	Racimo 4	26,22	730
Parcela 3	Racimo 5	19,58	482
Promedios		22,66	572

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se determina la extracción del Racimo de acuerdo a la oferta natural que tenía la Palma de *Mauritia Flexuosa* por esta razón se extrajeron más racimos de la parcela 2 que de las otras parcelas. De acuerdo al ítem tamaño de las drupas en los muestreos preliminares se encontraron dos tipos de drupas con diferencias sustanciales en tamaño ver tabla 17. Mediadas Drupas Maduras:

Tabla 17. Datos de Medidas de las drupas

Drupas	Diámetro ecuatorial	Diámetro Polar	Peso (gr)
Diámetro mínimo	29	32	35,2
Diámetro máximo	42	57	56,1

Fuente. Elaboración propia.

Existen dos genotipos encontrados coexistiendo en los mismos hábitat descritos anteriormente, una drupa pequeña y otra que es 30% más grande, teniendo en cuenta que uno de los ítems establecidos para la selección de muestras; tamaño de la drupa los racimos que se utilizaron para desarrollar los laboratorios fue el tamaño posee similitudes a los del trabajo realizado por el Instituto SINCHI. La conformación de la drupa está descrita por la siguiente tabla 18.

Tabla 18. Descripción Morfológica y peso

Morfología Drupa	Peso Miligramos (Drupa Pequeña)	Peso Miligramos (Drupa Grande)	Desviación Estándar (mg)	Peso porcentual
Peso drupa	35.220	56.189	-4820	100,00%
Exocarpo	7.250	11.564	-1270	20,58%
Mesocarpo	5.840	9.316	-1580	16,58%
Endocarpio	20.850	33.264	-2520	59,20%

Perdida en el proceso	1.280	2.040	-340	3,63%
------------------------------	-------	-------	------	-------

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 18 esta descrita la caracterización de las drupas de acuerdo a la morfología que presenta la drupa de la *Mauritia Flexuosa* en donde se comparan los dos genotipos encontrados los cuales tienen características diferentes y no es posible realizar proceso de estandarización, por ende se define recolectar solamente un genotipo de drupa la denominada Grande.

3.3 Preparación de la muestra

Las muestras de cada una de las palmas fueron extraídas de las diferentes parcelas de acuerdo a las siguientes condiciones, solamente extrayendo racimos con drupas tipo pintón tres y maduras ver: Tabla 19

Tabla 19. Parámetros de evaluación de la drupa.

Ítem	Pintón 3				Maduro	
Peso (g)	41,18				56,16	
Color	Naranja	Opaco	80%	y marrón	Marrón	oscuro
	brillante 20%				100%	

Fuente. Elaboración propia.

El manejo de las muestras de drupas pintón 3 y maduras se realiza de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Subir a palma *Mauritia Flexuosa* previamente seleccionada utilizando los pretales para enlazar los racimos.

2. Amarrar el racimo de drupas de *Mauritia Flexuosa* “morighe” para evitar que las drupas reciban heridas

3. Realizar un corte limpio con ayuda del serrucho bahco adherido en la punta del Trimmer en aluminio de 10 m.

4. Bajar el racimo completo utilizando cuerdas para evitar que las muestras toquen el piso.

5. Desgranar las muestras fértiles Drupas (Frutos).

Embalaje de las muestras recolectadas

7. Tomar los duplicados de la colección y ponerlos dentro de una bolsa plástica de aproximadamente 30x40 cm.

8. Introducir un papel dentro de la bolsa indicando el número de colección de la muestra.

9. No anudar la bolsa, debido a que aumentaría la temperatura y permitirá que la muestra se madure.

10. Colocar la bolsa dentro de una lona de nylon, en la cual pondrá todas las muestras que colecte durante el día.

Luego del trabajo de campo, se debe prensar y alcoholizar las muestras en el menor tiempo posible para garantizar su calidad.

11. Tomar la bolsa individual de colección y sacar las muestras botánicas, junto con el papelito que incluye el número de colección. Se cuenta el número de duplicado y ese dato se anota en la libreta de campo debajo del número de colección.

12. Realizar un proceso de desinfección de las drupas de moriche que se colectaron.

13. Se aplica cuidadosamente una solución Alcohol – Agua (1:1), teniendo en cuenta que el material debe quedar totalmente impregnado por la solución. Posteriormente se saca el aire de la bolsa y se cierra de forma que no se evapore la solución.

14. Se aplica cuidadosamente una solución Alcohol – Agua (1:1), teniendo en cuenta que el material debe quedar totalmente impregnado por la solución. Posteriormente se saca el aire de la bolsa y se cierra de forma que no se evapore la solución.

15. Se pasan las bolsas que contienen las drupas embaladas por kilos teniendo en cuenta el tipo de madures.

16. Embalar las bolsas en una nevera de icopor con hielo para mantener la cadena de frio.

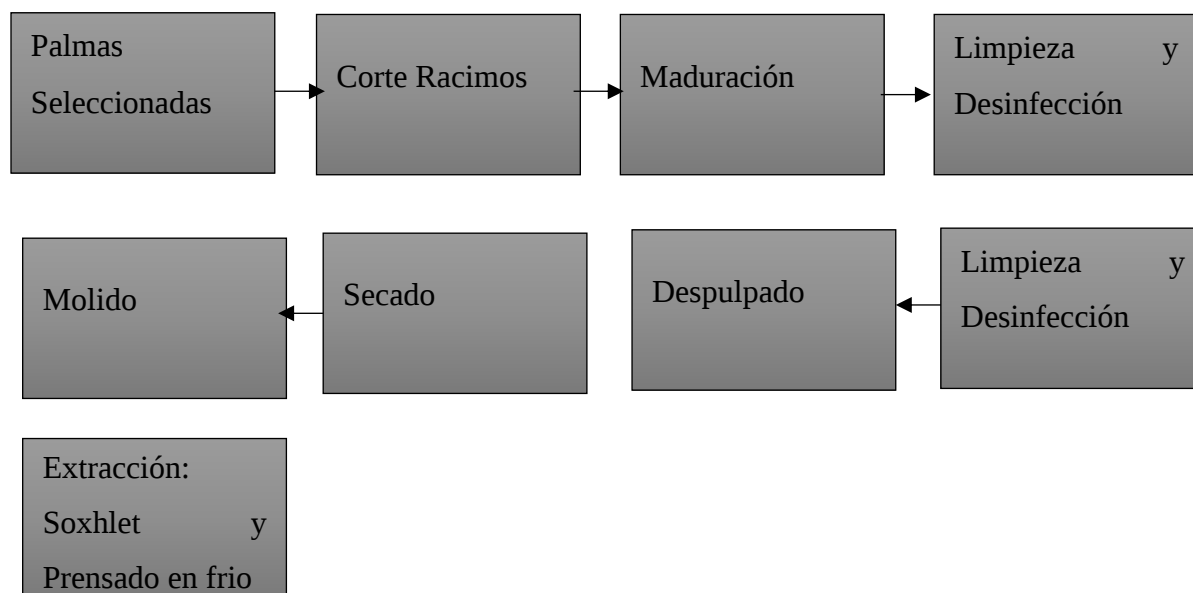


Figura 16. Diagrama de Bloque Muestras de Material Para Extracción Por Soxhlet y Prensado.

A las drupas tipo pintón tres deben estar en inmersión en agua durante mínimo 24 horas, con el objetivo de madurarlas; una vez las drupas estén maduras, se realiza la respectiva limpieza y desinfección con el fin de establecer un **CONTROL MICROBIOLÓGICOS EN PLANTAS** los cuales durante el aprovechamiento ostentan altos niveles de bacterias y hongos.

La contaminación de las muestras puede suceder en los procesos de recolección, secado, almacenamiento y transporte, donde existe manipulación del material, por tal razón se cumple con las normas y/o reglamentos de control para asegurar la calidad microbiológica. Las normas colombianas establecidas son:

- Resolución 3131 de 1998 – Ministerio de salud.
- Decreto 2266 de 2004 – Ministerios de protección social.
- Decreto 3553 de 2004 - Ministerios de protección social.

- Guía Técnica Colombiana GTC 68, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación “ICONTEC”.
- Norma Técnica Colombiana: números 271, 2698, 4423, 4333, 5400.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA,2005)

Una vez realizada la limpieza y desinfección, se procede a despulpar las drupas. Después de la extracción del mesocarpio (pulpa) se procede a secar el material vegetal, deshidratando la pulpa para obtener harina. Cabe anotar que el procedimiento anteriormente descrito se utiliza para preparar material para realizar extracción mediante: Soxhlet y Prensado en frio Procedimiento.

Para las muestras que se envían para el proceso por Folch el cual se seleccionó para laboratorio por las razones expuestas en la tabla 2,8 Ventajas y desventajas es más simple el procedimiento.

Ver figura 17

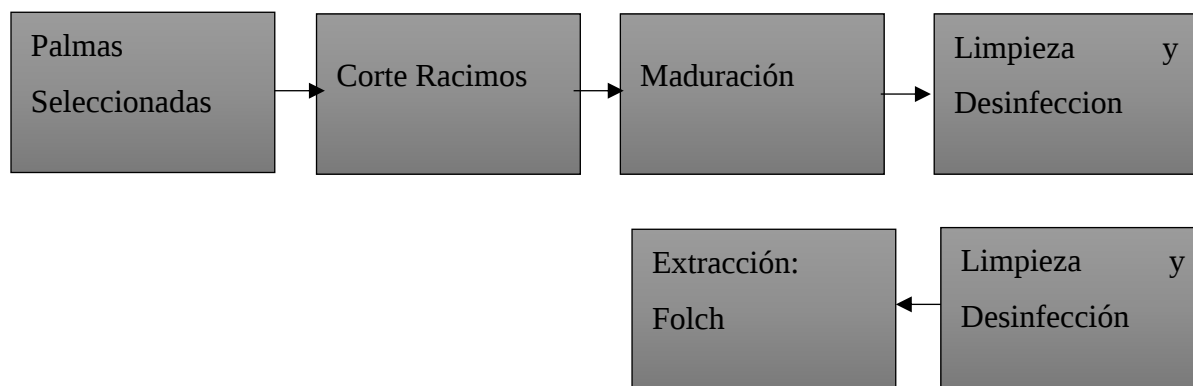


Figura 17. Diagrama de Bloque Muestras de Material Para Extracción Por Folch

Se realiza el procedimiento anteriormente descrito igual, hasta limpieza y desinfección y posteriormente se ingresan las muestras para iniciar el proceso de extracción de aceite.

Por ultimo para el desarrollo del estudio se realizó una extracción de aceite y se enviaron muestras al laboratorio de al laboratorio de la Universidad Industrial de Santander para conocer la composición del Aceite. Para lo cual se utilizó el método d prensado en frio. Se envió una botella previamente desinfectada de vidrio oscura envuelta en papel periódico.

3.4 Diseño experimental

El experimento se define estableciendo las variables de interés, al fin de obtener datos suficientes y así modelar el proceso, mediante un patrón matemático que ayude a explicar el o los fenómenos que se están estudiando. Por ende, entre las diferentes formas con las cuales se podría definir la extracción del aceite de la *Mauritia Flexuosa* y con la finalidad de establecer de una manera eficiente, el uso de los recursos, el talento humano, disminuyendo costos vinculados a los distintos laboratorios; necesarios para realizar las extracciones de aceite con los métodos seleccionados Soxhlet, prensado y Foch; Estudiados en el capítulo dos (2) con el enunciado de las Variables tanto de entrada y salida, Variables de entrada. Están delimitadas por tres variables o Factores que sin importar el método seleccionado, están presentes: temperatura, Peso de la Drupa y pH dichos factores tienen un mínimo y un máximo. En ese orden de ideas se define el diseño experimental 2^K como un modelo donde explica las hipótesis definidas en Tabla 20 Variables de salida donde están establecida la cantidad de aceite a obtener, calidad de aceite y cantidad de subproductos. (Ver tabla 20)

Tabla 20. Definición de variables

Factores	Dominio Experimental		
	Nivel (-)	Nivel (+)	Bibliografía
X1: Temperatura (C°: Centígrados)	30	60	(Extractingoil, 1910) - (Mandal et al., 2015) (L. Manhães et al., 2015)
X2: Peso (g: gramos)	41,18	56,16	36,48 g – 78,07 g (Barbosa & Lima, 2010),
X3: pH grado acides o alcalinidad	3,6	3,8	3,6 – 3,7 Resolución 2154 2012 Min Salud

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 20 Definición de variables, establece los límites de cada uno (factores de entrada); mediante el trabajo desarrollado por Abdulkareem (Abdulkareem et al., 2011) se define el método para ejecutar el diseño experimental. Con el fin de abordar, de manera eficiente el modelo, se ingresan las variables al software STATISTICA Versión 10 definiendo los límites en que cada una de las variables de acuerdo a la bibliografía Ver tabla 21 Máximos y Mínimos en Software STATISTICA.

Tabla 21. Máximos y Mínimos en Software STATISTICA

Nombre del Factor	Valor Mínimo	Valor central	Valor Máximo
Temperatura	30	40	60
Peso Drupa	41,18	55,32	56,16
pH	3,6	3,7	3,8

Fuente. Software STATISTICA

En la tabla 21 se definen los valores mínimos y máximos de las diferentes variables, teniendo en cuenta la literatura Ver tabla 10 Variables de salida

En ese sentido el software STATISTICA Versión 10 se ingresan los rangos anteriormente establecidos y se realizan los respectivos procesos matemáticos para definir el diseño de experimentos. Ver Tabla 22 definición Experimentos:

Tabla 22. Definición Experimentos

Corridas	Bloque	Temperatura	Peso Drupa	pH	Can Aceites	
10 ©	16	3	40,00	55,32	3,86	28,23
	13	3	40,00	42,78	3,70	3,26
	12	3	65,09	55,32	3,70	38,67
	15	3	40,00	55,32	3,53	28,78
	11	3	14,90	55,32	3,70	5,67
		2	40,00	55,32	3,70	28,53
	2	1	30,00	56,16	3,80	10,34
	9	2	60,00	56,16	3,80	49,38
	4	1	60,00	56,16	3,60	51,46
	17 ©	3	40,00	55,32	3,70	28,75
14	3	40,00	67,85	3,70	0	
3	1	60,00	41,18	3,80	1,5	
1	1	30,00	41,18	3,60	1,2	
7	2	30,00	56,16	3,60	12,72	
6	2	30,00	41,18	3,80	1,5	

8	2	60,00	41,18	3,60	1,7
5 ©	1	40,00	55,32	3,70	28,93

Fuente. Software STATISTICA

En la tabla anterior se observa la aleatoriedad de las corridas; en la primera columna el software define el orden de los experimentos, la segunda columna muestra el número de bloques con que se define el experimento, para el caso específico del estudio se define mantener los factores en las mismas condiciones y se ejecutan tres experimentos; lo anterior se define con el objetivo del desarrollo experimental para el caso del estudio se definen 3 factores, 3 bloque 17 experimentos.

3.5 Experimentos

En el capítulo dos se establecieron los métodos de extracción que a nivel científico son más utilizados: posteriormente se desarrolló en la sesión 2.4.2 Comparación de los métodos extractivos para *Mauritia Flexuosa* Tabla 7, donde se definen las ventajas y las desventajas de cada uno de los procesos de extracción es importante tener en cuenta que se tomaron varios ítems para realizar dicha evaluación los cuales son: Costo Equipos, tipo de aceite a extraer, facilidad del proceso, porcentaje de extracción de aceite y transferencia de Tecnología al Departamento del Guaviare. Por lo anterior se establecieron solamente tres métodos de extracción (Ver tabla 23).

Tabla 23. Procesos de Extracción

Proceso de Extracción	Ventajas			Desventajas		
Extracción por Soxhlet	Proceso sencillo de realizar	Alto Porcentaje de Extracción de aceite	Reutilización del Solvente	Tiempo de proceso largo	Infraestructura Costosa	Subproductos con trazas del solvente (de acuerdo al solvente no es posible utilizar Extracción de aceite Refinado)

		en determinados proceso industriales)
		Alta Utilización de energía
Extracción por Prensado	Proceso sencillo de realizar Medio Porcentaje de Extracción de aceite No se utiliza solventes extracción de aceite Virgen Maquinaria accesible Subproductos utilizados en otros procesos	Menor porcentaje de extracción Alta Utilización de energía Alto nivel de residuos solidos
Extracción por Folch	Proceso de extracción complejo No requiere de mucha maquinaria y equipos Solventes no reutilizables Aceite Refinado	Solventes costosos Subproductos con trazas de solventes Personal con capacitación media Bajo nivel de extracción

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 23 se evalúan los tres métodos de extracción escogidos en la tabla Comparación de métodos de extracción de acuerdo a los ítems generales que se encuentran en el entorno regional.

3.5.1. Estudio Computacional

Antes de ejecutar las extracciones con los tres métodos seleccionados primero es pertinente realizar un análisis desde punto industrial, empleando el software Aspen Plus V8.8. Con esta herramienta lo que se pretende evidenciar es el comportamiento del aceite de *Mauritia Flexuosa* bajo diferentes condiciones de Temperatura a presiones de 1 atmosfera. Para este análisis se empleó el paquete termodinámico SRK (Soave-Redlich-Kwong 1979). Utilizando un método termodinámico OES lo anterior teniendo presente que por ser el aceite de *Mauritia Flexuosa* una

sustancia Apolar en el modelo solamente influyen fuerzas de atracción y repulsión “físicas” entre las moléculas. El aceite está compuesto de los siguientes ácidos con su fracción másica.

Tabla 24. Ácidos grasos su fracción másica

ácidos grados (% MASA)	Fracción másica
C12:0 Lauric (L)	0,03
C14:0 Myristic (M)	0,08
C16:0 Palmitic (P)	16,78
C16:1 Palmitoleic (Po)	0,32
C17:0 Margaric (Mg)	0,08
C17:1 Margaroleic (Mo)	0,07
C18:0 Stearic (S)	1,77
C18:1 Oleic (O)	74,06
C18:2 Linoleic (Li)	4,94
C18:3 Linolenic (Ln)	1,04
C20:0 Arachidic (A)	0,12
C20:1 Gadoleic (Ga)	0,53
C22:0 Behenic (Be)	0,09
C24:0 Lignoceric (Lg)	0,09

Fuente. Elaboración propia.

El aceite de Moriche “*Mauritia Flexuosa*” en general contiene los componentes químicos definidos por la tabla anterior; es importante aclarar que dichos componentes pueden variar de acuerdo al tipo de extracción que se vaya a realizar. Si a estos componentes se les imprime la

presión de vapor, la energía cinética de cada componente es directamente proporcional al aumento de la temperatura. Observando el comportamiento de los diferentes ácidos grasos realizando Análisis binarios de los componentes con mayor presencia en el aceite Ver tabla 24 Ácidos grasos y su fracción másica.

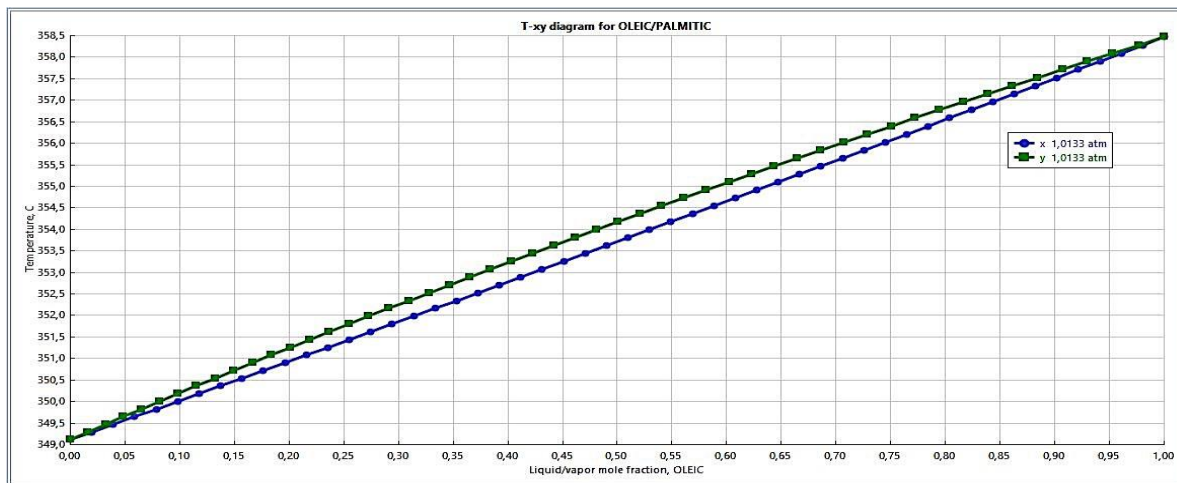


Figura 18. Diagrama Líquido/Vapor Fracción molar para ácido Oleico respecto al ácido Palmítico

En la figura 18 se analiza el comportamiento que presentaría los ácidos grasos en el aceite de *Mauritia Flexuosa*, podemos observar que en el equilibrio no hay comportamientos azeótropicos que impidan una correcta separación, por lo tanto para los procesos de extracción con solventes no se requerirá un solvente adicional, siendo el éter de petróleo el solvente indicado para la extracción Soxhlet.

3.5.1.1. Método de extracción Soxhlet

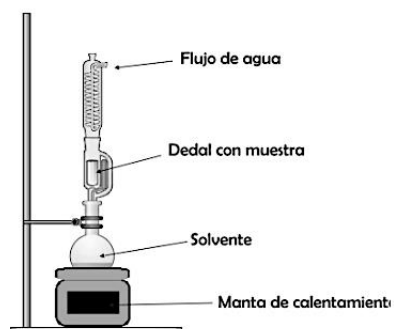


Figura 19. Montaje de extracción Soxhlet

Descripción del proceso: Por la naturaleza de la pulpa Seca de la *Mauritia Flexuosa*, se empleó el solvente Éter de Petróleo, debido a su polaridad y afinidad con la muestra, además de la facilidad y costo de adquisición.

En este método se utilizó el Mesocarpio previamente separado de la nuez y el Exocarpio del fruto, fue secado hasta retirar el 75% del agua contenida en el fruto. Se tomó aproximadamente 20 gramos y se mezcló en un dedal de celulosa junto con 25 ml de solvente. Seguidamente se dispusieron en el sistema de extracción Soxhlet bajo temperatura controlada a la espera de extracción del aceite contenido en el Mesocarpio del *Mauritia Flexuosa*. Para realizar un arrastre con vapor del aceite y el solvente que se encuentran en el mesocarpio se cargó en el balón de con agua destilada y se inició el calentamiento hasta alcanzar la temperatura de ebullición. Transcurridos 50 minutos se comienzan a evidenciar las primeras gotas de aceite resultantes del arrastre de vapor y el solvente en el sistema. El proceso de extracción dura aproximadamente 2 horas. La muestra obtenida es una mezcla de solvente y aceite, para la separación de cada componente se emplea un roto evaporador. (Ver figura 3.10)



Figura 20. Extracción Soxhlet

3.5.2. Método de extracción Prensado en frío.

Para emplear este método se dispuso de 500 gramos de Mesocarpio, pasados anteriormente por un proceso de secado para llevarlo a las condiciones de deshidratación y así facilitar el proceso de extracción. (Ver figura 21)



Figura 21. Mesocarpo.

En este proceso se empleó una prensa mecánica horizontal donde se imprime la fuerza en un usillo para realizar la posterior extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa* la maquina fue prestada por parte del departamento de química de la Universidad Nacional de Colombia de la sede Bogotá, donde se obtuvieron rendimientos de extracción superior al 28%. (Ver figura 22)



Figura 22. Método de extracción.

Nota: imagen a la izquierda, centro y derecha (extracción por prensado).

3.5.3. Método de extracción Folch

Este método consiste en la homogenización del tejido vegetal con la mezcla de solventes orgánicos de modo que promueva la disolución y extracción de los lípidos contenidos en el Mesocarpo del fruto de Moriche, en este método se empleó una mezcla de solventes de composición Cloroformo: Metanol: Agua en una proporción de (1:2:0,8 V/V/V). La muestra luego de un periodo de incubación se deja estabilizar para favorecer a la formación de la fase orgánica y la fase acuosa. La fase acuosa se retira y la orgánica se recupera mediante rotoevaporación, ya que esta última fase es la que contiene el contenido grado disuelto.



Figura 23. Proceso de extracción Folch.

Los resultados de este método son los siguientes:

Tabla 25. Resultados Extracción por Soxhlet

MUESTRA			RENDIMIENTO (%)	Temperatura °c
FRUTOS	MADUROS	PESO	13,35	30
promedio 55,32 A 56,16 DE				
<i>Mauritia Flexuosa</i> (M)				
FRUTOS	PINTON	3 PESO	41,01	30
± 0,64gr DE <i>Mauritia Flexuosa</i>				
(M)				

Fuente: Propia

En los resultados del método Folch muestran un rendimiento bajo de extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa*, la temperatura es constante y la variación existente se presenta en el tipo de fruto donde se identifica una variación directamente proporcional de acuerdo al tipo de madures, de la pulpa; se visualiza que el nivel de extracción es proporcional a la madures del fruto. Por ultimo no existe evidencia de una variación significativa en el pH 3,71 utilizando este método.

3.6 Análisis experimental

Para ejecutar el diseño experimental se utiliza El software STATISTICA Versión 10 utiliza las siguientes ecuaciones para ejecutar los cálculos los cuales son cotejados con el trabajo desarrollado por Abdulkareem. Ver tabla 11.

Como se definió en la Tabla 3.13 definición Experimentos en la capitulo dos sesión 2.6.3 Diseño experimental se realiza el análisis de varianza para definir el número de experimentos a desarrollar, mediante la utilización del Análisis de Varianza se pretende establecer cuáles son las variables que más inciden en el rendimiento en la extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa*. Ver tabla 26.

Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) Rendimiento del Aceite de *Mauritia Flexuosa*

Factor	ANOVA; Var.: Cant Aceite; R-sqr=,95158; Adj.:88933 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 17 Runs; MS Residual=34,29276 DV: Cant Aceite				
	SS	df	MS	F	p
(1)Temperatura(L)	773,328	1	773,328	22,55075	0,002087
Temperatura(Q)	2,089	1	2,089	0,06092	0,812132
(2)Peso Drupa(L)	2555,168	1	2555,168	74,51041	0,000056
Peso Drupa(Q)	1365,211	1	1365,211	39,81046	0,000400
(3)pH (L)	1,235	1	1,235	0,03602	0,854860
pH (Q)	9,908	1	9,908	0,28894	0,607560
1L by 2L	527,893	1	527,893	15,39372	0,005723
1L by 3L	0,106	1	0,106	0,00308	0,957288
2L by 3L	1,181	1	1,181	0,03444	0,858035
Error	240,049	7	34,293		
Total SS	4958,002	16			

SS= Suma de cuadrados

DF= Grados de libertad

MS= Media de cuadrados del error

F= Estadístico de prueba (Estimado utilizando distribución de probabilidad F)

P= Probabilidad

En la tabla anterior se estima con un nivel de significancia de 0,05 teniendo en cuenta los resultados se puede inferir que los factores que más afectación generan en el porcentaje de extracción del aceite de *Mauritia Flexuosa* son: el Peso de la Drupa y la temperatura en que se realizan las extracciones, también es importante verificar el cruce entre las variables peso de la drupa y la temperatura (1L by 2L), estos ítems tienen incidencia puntual dentro del proceso productivo de extracción del aceite. El 24 diagrama de Pareto Muestra gráficamente los resultados.

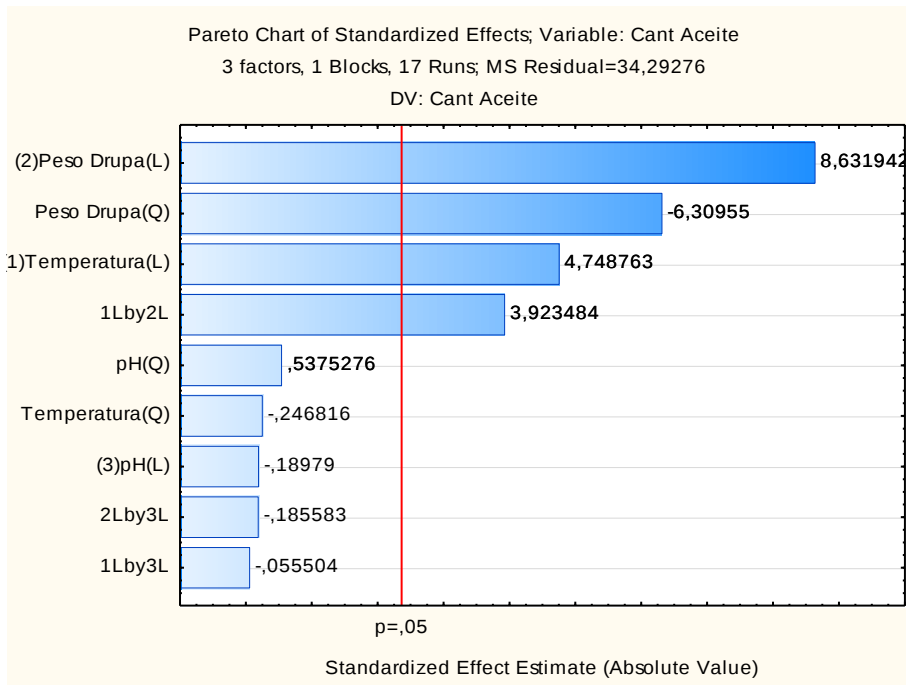


Figura 24. Diagrama de Pareto.

El diseño experimental indican las variables que posiblemente afecten más el rendimiento de extracción del aceite de *Mauritia Flexuosa*, en la diagrama de Pareto se observa, que la variable que más incide dentro del proceso es el peso de la drupa, dicha variable es proporcional a la madures del fruto lo que implica un aumento de la eficiencia del proceso de extracción. En segunda instancia la siguiente variable es la temperatura los diferentes procesos de extracción se realizan bajo diferentes temperaturas, la temperatura incide directamente tanto en el porcentaje de extracción como en la calidad del aceite extraído, estos dos indicadores son fundamentales para el montaje de una planta de producción de extracción de aceites. En la siguiente figura 25 de superficies se explica gráficamente las interacciones entre las variables.

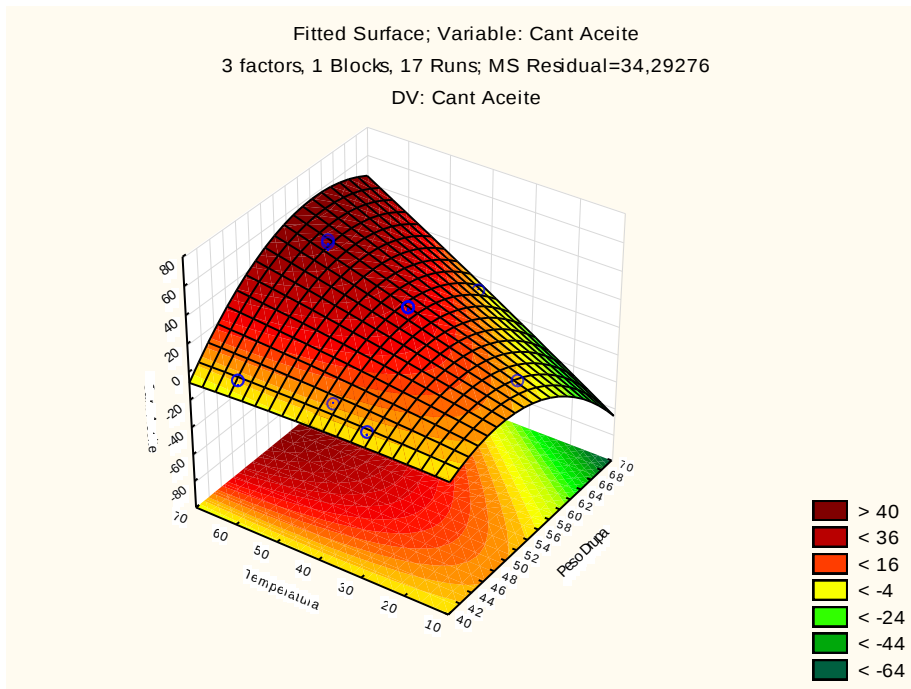


Figura 25. Superficies.

En la Figura 25 Superficies, muestra la iteración entre la Variable temperatura Peso Drupa a menor peso de la drupa menos aceite se obtiene debido a la inmadurez del fruto, esto sucede debido a que la drupa aumenta de peso conforme va culminando su maduración, lo que aumenta directamente en el porcentaje de obtener aceite, también muestra la gráfica que las extracciones más altas de aceite de *Mauritia Flexuosa* fueron desarrolladas con proceso de extracción por SOXHLET, por el contrario las proporciones inferiores fueron obtenidas por el método de Fooch proporciones . En la figura 26 bidimensional de superficies.

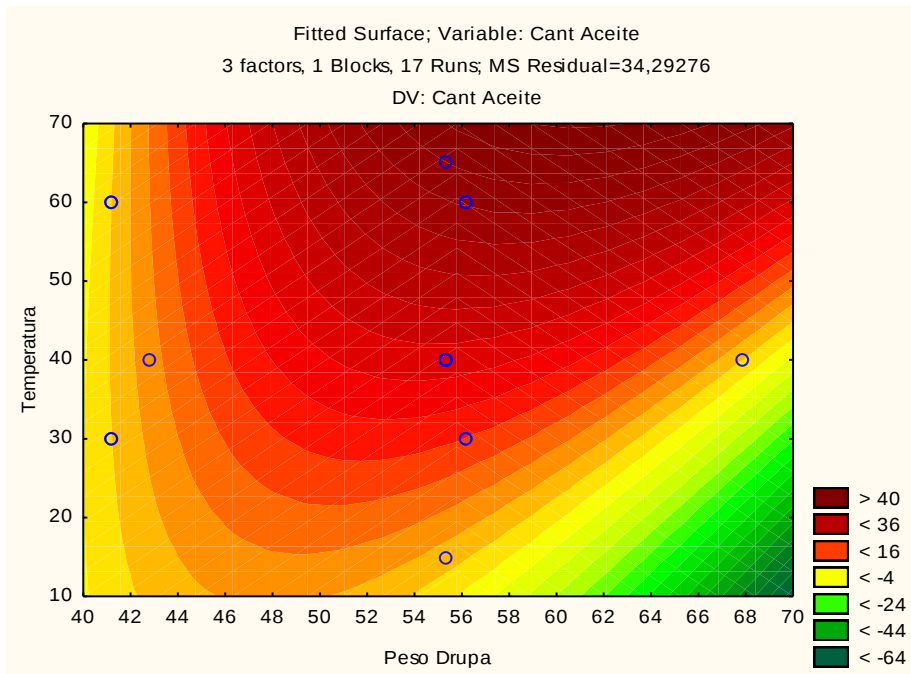


Figura 26. Bidimensional de superficies.

La anterior grafica bidimensional marca una tendencia en el proceso de extracción con pesos de la drupa entre 54 y 56 gramos para este genotipo específico en estudio, dicho intervalo define las drupas en estado de maduras, por otro lado también marca los pesos extremos donde se observan drupas con pesos entre 40 y 44 gramos con porcentajes de extracción muy por debajo esto debido a que estos frutos aún no están totalmente maduros y es más complejo romper las paredes celulares para poder extraer el aceite. Otro factor vital es la temperatura la cual varía de acuerdo al método de extracción utilizado; se muestra la delimitación de las diferentes áreas colorimétricamente, donde los colores rojos definen donde aumento la cantidad de aceite extraído mientras que el amarillo muestra cantidades mínimas de extracción del aceite de *Mauritia flexuosa*.

En la siguiente grafica 27 definimos si existe la posibilidad a nivel estadístico de proyectar el comportamiento futuro del proceso.

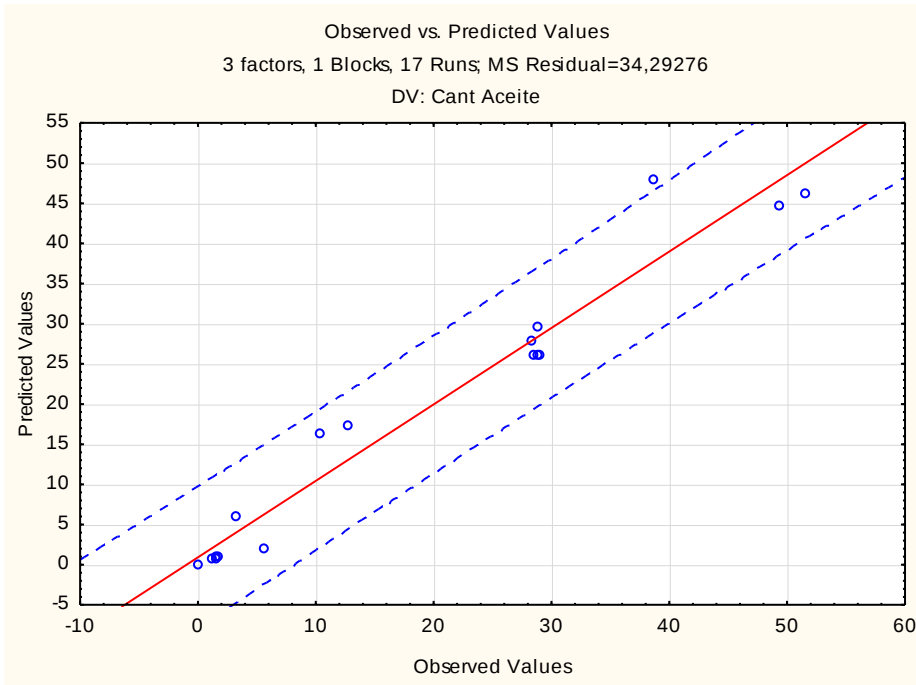


Figura 27. Comportamiento del proceso de extracción.

En la gráfica de comportamiento del proceso la estadística denota un $R^2 = 0,95158$ este índice de correlación indica que es posible predecir el comportamiento con un nivel de error permisible. Es posible determinar la cantidad de aceite que se puede extraer con un nivel de error aceptable por lo cual se puede estimar de manera confiable utilizando las variables en estudio.

3.7 Estimar el rendimiento del extracto obtenido por medio de procesos extractivos a escala laboratorio.

3.7.1. Relación de la obtención de aceites por comparación de las técnicas usadas

De acuerdo al análisis experimental el cual muestra en general los resultados de los experimentos y define cuales son las variables que deben ser tenidas en cuenta a la hora de replicar las extracciones de aceite de *Mauritia Flexuosa*: las cuales fueron el peso de la Drupa, la temperatura y una interacción presente entre ellas dos en dicha interacción intervienen principalmente los métodos de extracción que se escogieron (ver Tabla 23 métodos de extracción) para cada método y con el fin de analizar el rendimiento obtenido se definen las siguientes ecuaciones descritas a continuación.

En la Ecuación 4 Explicada en el capítulo dos sesión 2.6.3. El rendimiento de extracción se definen dos variables principales: cantidad de aceite extraído dividido por la cantidad de pulpa utilizada para desarrollar la extracción de los frutos; el resultado de esta operación genera un indicador de rendimiento. Los resultados de extracción los podemos evidenciar en la siguiente tabla: 27 Rendimiento por métodos de extracción:

Tabla 27. Determinación de rendimientos (%) para las diferentes muestras y proceso de extracción.

MUESTRA			MÉTODO	RENDIMIENTO (%)	Temperatura °c
FRUTOS MADUROS PESO promedio 55,32 A 56,16 DE <i>Mauritia Flexuosa</i> (M)			Folch máximo	13,35	30
			Folch mínimo	6,44	30
			Soxhlet mínimo	1,5	60

PULPA DE <i>Mauritia Flexuosa</i>	Prensado en frío	1,2	40
pintón tipo tres PESO 41,01	mínimo		
PULPA <i>Mauritia Flexuosa</i>	Soxhlet máximo	51,4	60
PESO 55,32 A 56,16 (M)	Prensado en frío	28,63	40
	máximo		

Tomando los datos mínimos y máximos de los experimentos, cotejan la inferencia matemática definida en el análisis experimental, donde define que el rendimiento es proporcional al peso de la drupa y la temperatura de la extracción; en otras palabras entre la drupa es más pesada, está cerca del punto de maduración, aumenta el rendimiento de extracción. La temperatura con que se hace el procedimiento de extracción también afecta directamente el rendimiento, lo que quiere decir que utilizando el método Soxhlet se observan los rendimientos más altos de los tres métodos de extracción. Caso contrario sucede cuando se realizan los procedimientos utilizando drupas de menor peso, tipo pintón 1, los rendimientos disminuyen dramáticamente exceptuando el método de Folch, con el cual la variación en el rango de rendimiento solamente disminuye 6%. En cuanto al método de prensado en frío y Soxhlet el rendimiento es afectado el peso de la Drupa entre más verde se ingrese al proceso menos aceite va a producir.

3.7.2. *Tabla comparación métodos extracción*

Teniendo presente los resultados de los experimentos donde se analizaron las variables de entrada: Temperatura, Peso de drupa y pH apriori en una primera evaluación se determina que el proceso de extracción por el método de Soxhlet, es el método que más rendimiento arroja con un 51,4% mientras que por el método Folch reporto apenas un 13,35%, en cuanto a los resultados del

Prensado en frio con esa maquinaria especifica que se utilizó, su rendimiento máximo fue de 28,63%. Desafortunadamente no solamente la variable rendimiento es importante para establecer la planta de extracción de Aceite de *Mauritia Flexuosa* es necesario tener en cuenta aspectos.

Los aspectos a tener en cuenta son: Aceite mejor valorado en el mercado, costos, procesos de extracción y legislación. Con el fin de vislumbrar de mejor manera dichas variables que afectan la decisión a tomar sobre el método de extracción se construyó la siguiente tabla 28.

Tabla 28. Tipo de Extracción Versus Aspectos

Tipo Extracción	Aspectos			
	Mercado	Costos	Proceso de Extracción	Legislación
Folch	El aceite por la presencia de varios solventes por normatividad no es posible utilizarlo para productos cosméticos ni alimenticios	\$140.000 30 gramos de pulpa Solventes costosos Equipos Alto costo	El proceso es complejo Requiere mejor logística (condiciones de almacenamiento). El Rendimiento en Extracción de aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i> es bajo.	la Resolución 2154 de 2012 Determina las condiciones como Aceites Blanqueados O decolorados Menor precio en el mercado
Soxhlet	Utilizando el solvente Éter de Petróleo, puede Utilizarse para la industria de cosméticos y alimentos, realizando estudios donde se demuestre que el aceite no termina con trazas del solvente. El aceite que se extrae es denominado crudo natural	\$72.000 10 gramos de harina solvente reutilizable Equipos Alto costo	El proceso es sencillo Requiere mejor logística (condiciones de almacenamiento solvente). El Rendimiento en Extracción de aceite de <i>Mauritia Flexuosa</i> es Alto.	la Resolución 2154 de 2012 Determina las condiciones como Aceite crudo natural Precio Medio en el mercado

Prensado en frío	El Mercado le da más valor a los aceites y grasas vírgenes	\$150.000 1000 gramos de Harina Sin solventes Equipos Medio Costo	Proceso sencillo Procesos Logístico sin solventes Extracción de aceite es Medio	la Resolución 2154 de 2012 Determina las condiciones como Aceites y grasas Vírgenes Precio Medio en el mercado
-------------------------	--	---	---	---

En la tabla anterior los aspectos que se determinan para poder definir de una mejor manera el tipo de proceso para establecer la planta de extracción de aceites, como ya se había mencionado el mercado tipifica la necesidad de la industria, el costo de la extracción es definitivo para poder definir si existe la posibilidad de generar una unidad productiva, los procesos de extracción definen el tipo de tecnológica, el tiempo de extracción, los kilos de materia prima necesarios, el talento humano necesario y los impactos ambientales, económicos y sociales que suceden alrededor de la unidad de negocios y por último la legislación quien da el marco jurídico para poder desarrollar la operación acorde a la ley.

3.8 Resultados del Diseño de Experimentos

Posterior a la realización de cada una de las extracciones se realizaron diferentes pruebas de calidad para las extracciones de los métodos de extracción que superaron el 25% de rendimiento lo anterior se definió con la finalidad de reducir costos. Los resultados fueron los siguientes (Ver tabla 29):

Tabla 29. Resultados de calidad

MUESTRA	MÉTODO	DENSIDAD (g/mL)	INDICE DE REFRACCIÓN	ACIDEZ (milieq de KOH/g)	INDICE DE PERÓXIDOS (milieq de peróxidos/Kg)	INDICE DE YODO ((g de I/100 g de muestra)
PULPA DE MORICHE TRATAMIENTO 2 (T2)	Soxhlet	0,858	1,4657	3,23	13,034	74,023
	Prensado en frío	0,855	1,467	5,779	9,181	86,656

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla anterior se verificaron los resultados de calidad de los métodos de extracción por Soxhlet y por Prensado en frío, realizando a la pulpa de las drupas maduras un tratamiento en laboratorio para homogenizar la madurez del fruto; el cual consistió en dejar las drupas que se utilizaron para realizar las extracciones 24 horas sumergidas en agua antes de ser despulpadas para ingresar al proceso de extracción y posterior secado. Con respecto al trabajo de denominado “Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Cerrado: Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications”. Existen algunas diferencias en las Variables de calidad, las cuales son generadas por las condiciones edáficas en las que se encuentran las palmas; donde se realizaron los procesos de extracción. Cabe resaltar que dichas variaciones no afectan la calidad del aceite de *Mauritia Flexuosa*

Después de realizar el análisis de los resultados de las extracciones y determinar que el proceso de extracción más apropiado para el Departamento del Guaviare, teniendo en cuenta la Tabla 28: Tipo de Extracción Versus Aspectos. Después de tomar en cuenta todos los aspectos se define establecer como proceso de extracción el Prensado en Frío, para lo cual se realizó un análisis del aceite extraído para conocer su composición química para lo anterior se contrataron los estudios con la Universidad Industrial de Santander: el objeto es Determinación Del Perfil De Ácidos

Grasos (Fame) En Muestras De Grasas Y Aceites Vegetales Y Animales Por Cromatografía De Gases Con Detector De Ionización En Llama (Gc/Fid)”.

Tabla 30. Resultados Cromatografía

Cadena	Ácidos Grasos	Análisis Contratado UIS (2018) %
C14:0	Ácido mirístico	
C14:1	Miristoleico	0,1
C16:0	Acido Palmítico	19,3
C16:1	Ácido palmitoleico	0,3
C16:0	Ácido isopalmitico	
C18:1n9c	Ácido oleico	74,6
C18:0	Acido esteárico	
C18:3	Linolénico	
	TOTAL	94,3

Fuente: propia

En Tabla 6 Comparativo Ácidos Grasos ubicada en el capítulo dos indica la mayor proporción es de Ácido Oleico hallado en todos los documentos con respecto a los resultados obtenidos por la UIS, llama la atención los datos de la investigación desarrollada por Fuentes en donde se existen algunos componentes diferentes que cambiaron la composición del aceite. En cuanto a los demás estudios se observa que el aceite presenta el mismos contenidos con algunas variaciones para el caso del ácido Oleico este se encuentra en una proporción de 62,2% - 74,6%; dicho ácido es

utilizado en la industria alimentaria y en la industria cosmética como suavizante e hidratante de la piel entre otras funciones. El segundo ácido con más presencia en el Aceite de *Mauritia Flexuosa* es el Palmítico la función industrial es diversa para este componente la producción de cosméticos donde puede ser utilizado desde la fabricación de Jabones hasta productos cosméticos (Bataglion et al., 2015) (Bataglion et al., 2015).

Es importante adicionar que el laboratorio realizó el análisis de la muestra según el método acreditado con la ISO/TEC 17025:2005 por el ONAC, con el código de acreditación 10-LAB-067 de conformidad con la Norma ISO 5508:1990. Empleando como material de referencia la mezcla certificada de 37 Component FAME Mix, (AccuStandard, Inc., 125 Market Street, New Haven CT 06513). El análisis cromatográfico de la muestra se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) AT 6890N (Agilent Technologies, Palo Alto, California, EE.UU.), con detector de ionización de llama (FID). La columna empleada en el análisis fue DB-23 (J & W Scientific, Folsom, CA, EE.UU.) [50%-cianopropil-poli(metilsiloxano), 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm]. La inyección se realizó en modo Split (50:1) (Viny: 2 µL).

Para el desarrollo de los análisis la Universidad identifica los metilésteres de ácidos grasos presentes en las muestras se utilizó el método de comparación de sus tiempos de retención con los del estándar certificado 37 Component FAME Mix, (AccuStandard, Inc., 125 Market Street, New Haven CT 06513), analizados bajo las mismas condiciones cromatográficas.

El contenido (porcentaje relativo, %) de ácidos grasos en la muestra analizada se determinó según la norma 5508-1990 (E) “Animal and Vegetable Fats and Oils-Analysis by Gas Chromatography of Methyl Ester of Fatty Acids” ver tabla 3.19:

Tabla 31. Contenido (cantidad relativa, %) de ácidos grasos, en forma de metilésteres (FAME), presentes en la muestra identificada como: "Muestra: Aceite de Moriche *Mauritia Flexuosa*".

Cantidad relativa del ácido graso medida en forma del metiléster, %

Ácido graso	988632-01-AF		
	1ª medición	2ª medición	Promedio
Cáprico (C10:0)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Láurico (C12:0)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mirístico (C14:0)	0,1	0,1	0,1
Pentadecanoico (C15:0)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Palmítico (C16:0)	19,4	19,3	19,3
Palmitoleico (C16:1)	0,3	0,3	0,3
Heptadecanoico (C17:0)	0,1	0,1	0,1
Estearico (C18:0)	1,8	1,8	1,8
Oleico (C18:1n9c)	74,5	74,7	74,6
Linoléico (C18:2n6c)	2,0	2,0	2,0
Linolénico (C18:3n3)	1,3	1,3	1,3
Araquídico (C20:0)	0,1	0,1	0,1
Eicosenoico (C20:1n9)	0,2	0,2	0,2
Behénico (C22:0)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tricosanoico (C23:0)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lignocérico (C24:0)	0,1	0,1	0,1

Fuente. Elaboración propia.

El análisis lo desarrolla la universidad fragmentando la muestra de un litro, enviada bajo las mismas condiciones que las descritas en capítulo dos muestra y alcance de este documento, dicho

análisis muestra el contenido de todos los ácidos grasos que componen el aceite de *Mauritia Flexuosa*. Ver tabla 32 cantidades de ácidos grasos saturados e insaturados.

Tabla 32. Contenido (cantidad relativa, %) de ácidos grasos saturados, insaturados

Ácidos grasos	Cantidad relativa del ácido graso medida en forma del metiléster,
	%
	988632-01-AF
	Muestra: Aceite de Moriche “ <i>Mauritia Flexuosa</i> ”
Saturados	21,4
Insaturados	78,3
<i>trans</i>	---
TOTAL	99,7

Fuente. Elaboración propia.

En esta tabla se define el porcentaje de ácidos saturados, insaturados sin presencia de grasas trans, donde se establece que el mayor porcentaje es de ácidos grasos insaturados, los cuales son óptimos para ser utilizados como alimentos si causar perjuicios en la salud Humana y definen el valor nutricional del aceite. El siguiente grafico es la cromatografía. (Ver anexo Cromatografía de gases.) Figura 28

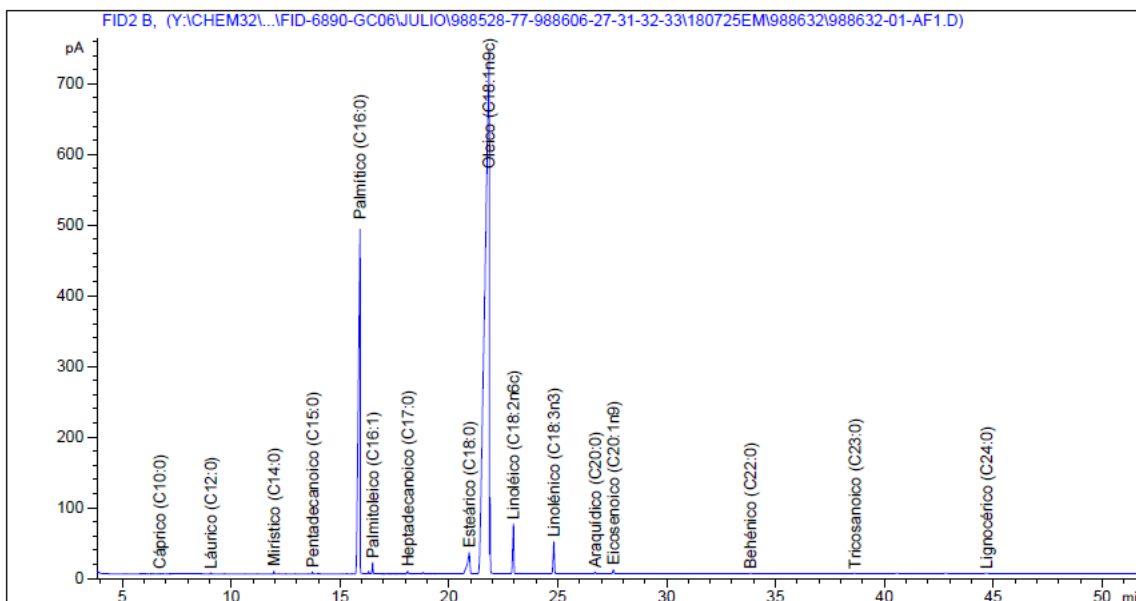


Figura 28. Contenido de Ácidos Grasos

De acuerdo a los resultados de la cromatografía de Gases en la cromatografía y en la gráfica de contenido de ácidos grasos y analizando las áreas bajo la curva se puede inferir que el ácido Oleico, es el metilester que más se encuentra dentro de la composición del Aceite de *Mauritia Flexuosa* en segunda Instancia el ácido palmítico, también se encuentra presencia de otros ácidos grasos como Linoleico, Estearico y Linolenico en una proporción baja ya que la sumatoria de los tres no alcanza ni al 10%. Lo anterior implica que teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones (S. M. Silva et al., 2009)(Aquino et al., 2012)(Fuentes et al., 2013) y (Carrillo et al., 2017) que anteceden el estudio comprueba que pese al cambio de latitudes las muestras del aceite de *Mauritia Flexuosa* crudo presenta en general la misma composición.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 Desarrollar un estudio de bioprospección del aceite extraído en el Departamento del Guaviare y sus oportunidades en el mercado nacional e internacional.

4.1.1 Bioprospección

Para el desarrollo del estudio de Bioprospección de *Mauritia Flexuosa* se tiene presente la cadena de valor establecida en el trabajo descrito en la sesión 2,5 Bioprospección en General de los aceites ubicado en capítulo dos. En dicha cadena de valor se establecen tres fases fundamentales para poder ejecutar estudios de bioprospección:

Fase I Acceso al recurso: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA EXTRACCIÓN Y BIOPROSPECCIÓN DE ACEITE DE BURITI –MAURITA FLEXUOSA EN EL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE

Dicho análisis describe la caracterización y recolección de los recursos biológicos, para el caso del presente estudio se explica en la sesión 3,7 identificar de las diferentes técnicas extractivas que permitan obtener aceites de *Mauritia Flexuosa* aplicando criterios de sostenibilidad en esta fase se define la población existente de la palma y los tipos de extracción que generen la posibilidad de crear una unidad productiva que se impacte de manera positiva la sociedad y la economía de la región, partiendo de un recurso existente en la región con procesos sostenibles.

En ese orden de ideas se ejecuta la investigación como una propuesta de desarrollo sostenible para la región contribuyendo al mejoramiento de las Unidades Agrícolas Familiares (UAF)

inicialmente en el Departamento del Guaviare, como modelo para toda la Amazonia Colombiana.

Acceso A Recursos Regulados Por El Estado

Antes de iniciar las regulaciones existentes a nivel nacional, es pertinente enmarcar el proceso de extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa* a nivel internacional, ya que la mayoría de la demanda de dicho producto se encuentra en el exterior, esto implica que se debe conocer la regulación internacional y posteriormente la regulación nacional. El aceite va dirigido al sector cosmético mundial por lo anterior debe cumplir con la siguiente regulación específica para el caso de la Unión Europea debe Cumplir con El Reglamento (CE) N° 1223/2009 (“EUR-Lex - 02009R1223-20160812 - EN - EUR-Lex,” n.d.). El cual regula la gran mayoría de productos cosméticos incluyendo productos de tocador. En los Estados Unidos, la industria cosmética está regulada por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), la cual posee las mismas funciones de la Comisión Europea quien se rige por el Reglamento (CE) No. 1223/2009, para el caso de la FDA se rige bajo la FD&C Code, Title 21 Charter 9 Subcharter VI Cosmetics Sections 361 to 364. El objetivo de la Unión Europea y Estados Unidos es frente a la industria cosmética es **“garantizar la seguridad de los cosméticos para los consumidores a través de una regulación rigurosa basada en la ciencia”**.

De acuerdo a lo anterior podemos verificar que el aceite de *Mauritia Flexuosa* y derivados se encuentra reseñado en la Decisión (UE) 2019/701 del 5 de abril de 2019 (“EUR-Lex - 32019D0701 - EN - EUR-Lex,” n.d.) Estableciendo el nombre común para su uso en productos cosméticos con los siguientes nombres (ver tabla 33),

Tabla 33. Entrada Base de Datos Código INCI

ENTRADA	NOMBRE
13969	MAURITIA FLEXUOSA FLOWER/SEED EXTRACT
13970	MAURITIA FLEXUOSA FRUIT OIL
13971	MAURITIA FLEXUOSA PULP POWDER
13972	FLEXUOSA SEED OIL PEG-8 ESTERS
13973	SEED OIL POLYGLYCERYL-6 ESTERS

Fuente. Elaboración propia.

Aplicando la decisión 777 del 2012 donde se establece que la Comunidad Andina de Naciones determina que es imperante que todos los ingredientes de un producto cosmético debe tener código INCI, adicionalmente la FDA (“Cosmetic Ingredient Review |,” n.d.) Reseña el Aceite de *Mauritia Flexuosa* se puede utilizar como una materia prima.

Para el caso Colombiano teniendo en cuenta todo lo anterior para el aprovechamiento de las drupas de *Mauritia Flexuosa*, es pertinente cumplir con la normatividad establecida inicialmente con la Resolución 0620 de 1997, (ver anexo normatividad Colombiana)

Por el momento el aprovechamiento de las drupas de *Mauritia Flexuosa* puede llegar a un universo de 140.977 toneladas por año monitoreando 38.605 hectáreas solamente en el Municipio de San Jose del Guaviare; estimando la primera planta de producción de extracción de aceite se calcula el proceso iniciando con el aprovechamiento de 6.912 toneladas anuales de Drupas el cual apenas llega al 4,9% del total de toneladas del universo del estudio realizado, con un aprovechamiento inicial de 3.775,8 Hectáreas de Morichales con una producción estimada de 18.037,6 litros al año de aceite .

Con al anterior capacidad se defina la estructura empresarial necesaria para generar las diferentes unidades productivas, si se establece como objetivo desarrollar aceite tipo cosmético es importante cumplir con la normatividad que actualmente regula el INVIMA, partiendo de la Decisión 777 de 2012, posteriormente pedir un permiso de comercialización realizando una declaración de conformidad de acuerdo a la Resolución 0689 de 2016, con el fin de recibir por parte de la Autoridad Sanitaria Una Certificación de Venta Libre (CVL) (“Cosméticos - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos,” n.d.), es importante también verificar alguna normatividad que tenga que ver con la industria de alimentos Resolución 2154 de 2012 para la posibilidad de uso de del aceite de *Mauritia Flexuosa* para desarrollo de productos para el consumo humano y subproductos derivados del proceso de extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa* como por ejemplo harinas.

4.1.2. Usos Locales Y Conocimiento Tradicional (Consentimiento Previo, Libre E Informado)

El paso siguiente para generar el proceso de bioprospección es un consentimiento de las personas que actualmente hacen uso del territorio para el caso específico; se define como población objetivo: colonos y comunidades indígenas. Por su extensión territorial para ejecutar la propuesta es necesario realizar reuniones preliminares con 224 familias Ubicados en 12 veredas y 3 resguardos indígenas del Municipio de San Jose Del Guaviare, después del consentimiento previo es necesario cumplir con la normatividad anteriormente descrita para que la propuesta quede registrada ante el Ministerio del Medio Ambiente.

Las siguientes fases descritas en la cadena de valor deben desarrollarse una vez la comunidad apruebe la ejecución del proyecto y definan el alcance del mismo.

La cadena de valor que se propone para organizar la comunidad del Departamento del Guaviare está descrita en la siguiente figura 29:



Figura 29. Cadena de Valor Aceite de *Mauritia Flexuosa*.

4.2 Desarrollar un estudio de factibilidad técnica y económica para una unidad extractiva de *Maurita Flexuosa* en la amazonia colombiana

4.2.1 Viabilidad técnica

La producción de *Mauritia Flexuosa* para una Hectárea 1,83 Toneladas cumpliendo con lo establecido en la Resolución 224 de 2017 Artículo 5 emitida por la CDA, de estas toneladas de drupas solamente se utiliza el mesocarpio (pulpa) la cual representa apenas un 16,58%. Ver figura

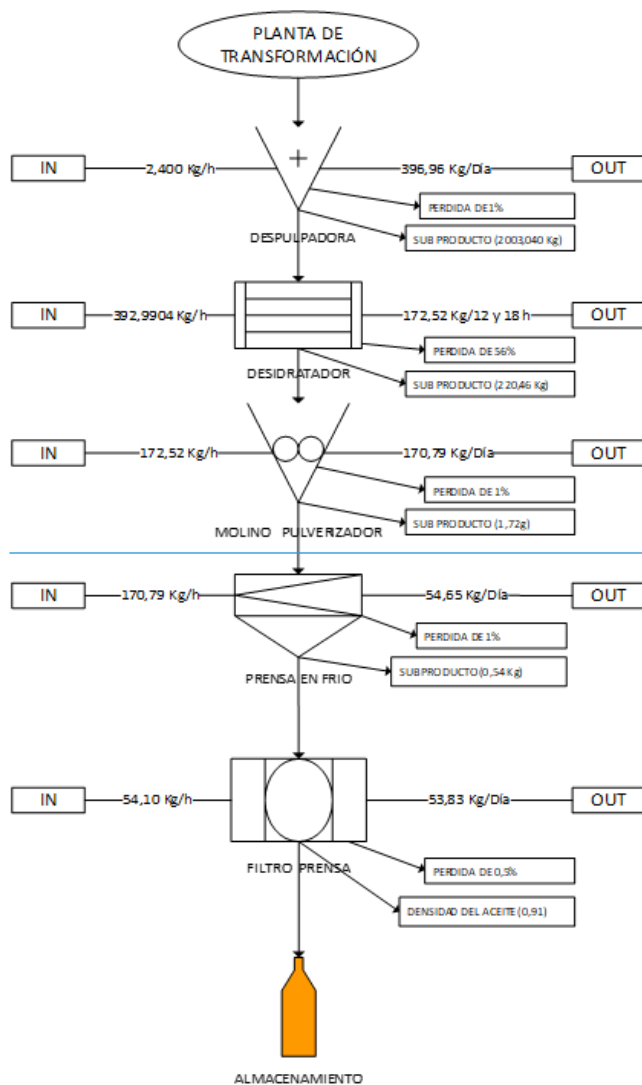


Figura 30. Proceso de Extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa*

El anterior es el proceso completo que se realiza para extraer el aceite de Moriche con el proceso de prensado en frio encontramos 5 operaciones unitarias iniciando por la operación de Despulpado ver figura 31.

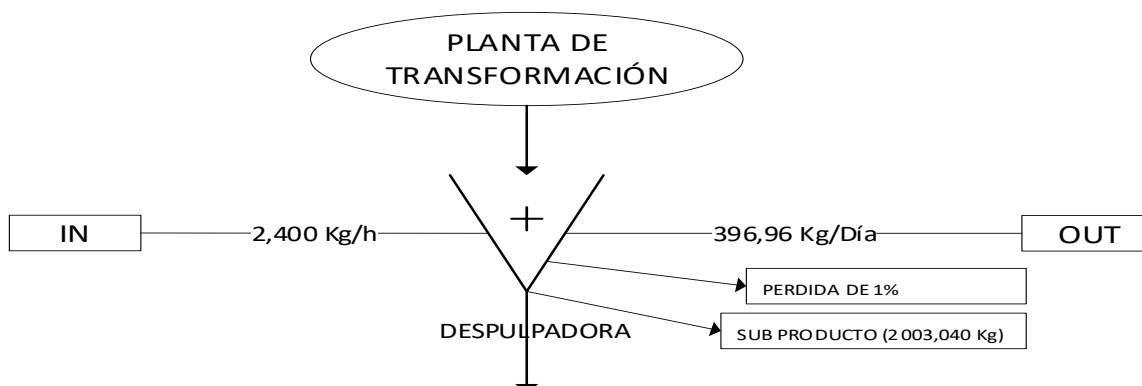


Figura 31. Operación Unitaria Despulpado.

En la operación Unitaria de despulpado se establece una base de 2.400 Kilogramos por hora de drupas en estado de maduras tipo cuatro (Maduras) extrayendo en pulpa 396,96 kilogramos al día con una pérdida del 1% representada en resto que quedan en la despulpadora y en el Exocarpo. En la tabla 34

Tabla 34. Maquinaria y Equipos Para Despulpado

Nombre de las maquinarias o equipos	Costo de la maquina o equipo	Capacidad de kilos / horas	Kilovatio (KW) / hora
DESPULPADORA DE CANANGUCHA MODELO AZ300	\$ 9.500.000	100 -300	2,238

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se especifica la capacidad Nominal del Equipo en horas 100 – 300 kilos, también el consumo de la operación unitaria los kilovatios hora se calcula en 2,238, con el valor de la despulpadora es de \$9.500.000. La siguiente operación unitaria es Deshidratado ver figura 32.

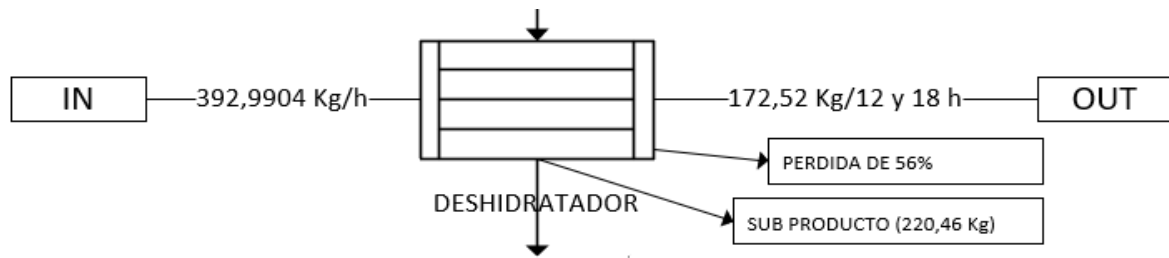


Figura 32. Operación Unitaria Deshidratado

Fuente. Elaboración propia.

En la operación Unitaria de deshidratado se establece una base de 392,99 Kilogramos por hora de Mesocarpio maduro, extrayendo en pulpa deshidratada 172,52 kilogramos 12 y 18 horas dependiendo de las horas sol con una pérdida del 56% representada en un lixiviado. En la tabla 35.

Tabla 35. Maquinaria y Equipos Para Deshidratado

Nombre de las maquinarias o equipos	Costo de la maquina o equipo	Capacidad de kilos / horas	Kilovatio (KW) / hora
Secador solar	\$ 16.500.000	5 kilogramos de pulpa por bandeja	

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se especifica la capacidad Nominal del Equipo en entre 12 y 18 horas 172,52 kilos representados en 35 bandejas, no se determina los kilovatios hora por estar utilizando energía solar, con el valor de la construcción del secador de sol \$16.500.000. Se estimó la compra de una maquina deshidratadora se desestimó por los kilovatios hora los cuales llegan a 0,746 pero el consumo debe ser por 24 horas, esta operación unitaria es el cuello de botella del proceso y se necesitarían para cumplir con 3 deshidratadoras por un valor cercano a 49.500.00 pesos. La siguiente operación unitaria es Moler ver figura 33.

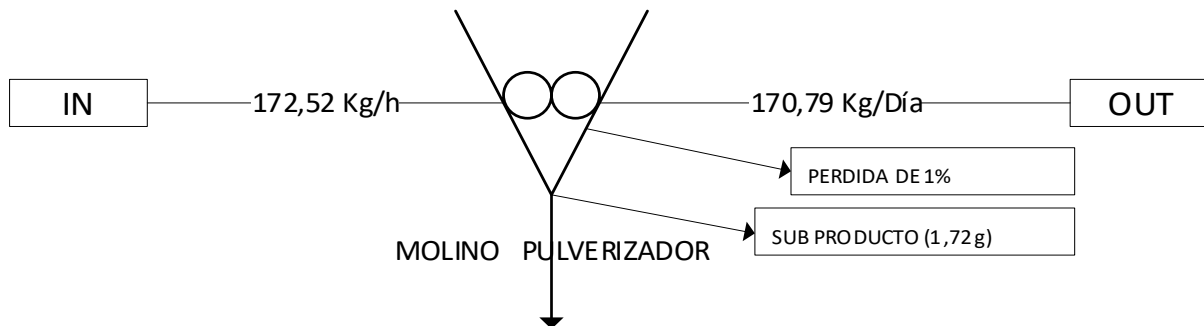


Figura 33. Operación Unitaria pulverizado.

En la operación Unitaria el molido o pulverizado se establece una base de 172,52 Kilogramos por hora de Mesocarpio harina seca, moliendo la harina de Maurita Flexuosa, con una pérdida del 1% representada en harina difícil de recuperar de la maquina; de esta operación salen 170,79 kilogramos molidos por hora. En la tabla 36.

Tabla 36.Maquinaria y Equipos pulverizado.

Nombre de las maquinarias o equipos	Costo de la maquina o equipo	Capacidad de kilos / horas	Kilovatio (KW) / hora
Equipo Pulverizador Modelo 200 Marca VEYCO en Acero Inoxidable 304.	\$ 22.767.944	75 a 300	3,730

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se especifica la capacidad Nominal del Equipo en horas 75 - 300 kilos, también el consumo de la operación unitaria los kilovatios hora se calcula en 3,730, con el valor de la despulpadora es de \$22.767.944. Dicho equipo presenta la posibilidad de generar otra unidad

productiva por el nivel de utilización de la maquinaria. Cabe anotar que la harina pulverizada tiene también comercialización en países como Brasil y Perú La siguiente operación unitaria es Prensado en Frio ver figura 34.

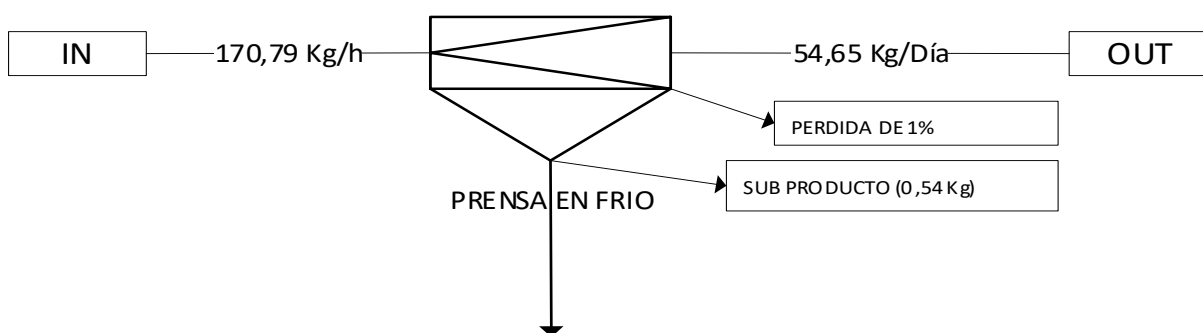


Figura 34. Operación unitaria prensado en frio.

En la operación Unitaria el prensado en frio se establece una base de 170,79 Kilogramos por hora de Mesocarpio harina seca, posteriormente se ingresa la harina para desarrollar el proceso de prensado, con una pérdida del 1% representada en aceite difícil de recuperar de la maquina; de esta operación salen 54,65 kilogramos molidos por día. En la tabla 4.6.

Tabla 37. Maquinaria y Equipos prensado en frio

Nombre de las maquinarias o equipos	Costo de la maquina o equipo	Capacidad de kilos / horas	Kilovatio (KW) / hora
PRENSA EN FRIO Modelo AZ06	\$ 35.000.000	50 a 70	4,476

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se especifica la capacidad Nominal del Equipo en horas 50- 70 kilos, también el consumo de la operación unitaria los kilovatios hora se calcula en 4,476, con el valor de la despulpadora es de \$35.000.000. Dicho equipo queda es utilizado en un 32% durante las 8 horas del día lo que implica que es necesario aumentar el sistema de secado para aumentar el nivel de extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa*. La siguiente operación es de filtrado ver figura 35.

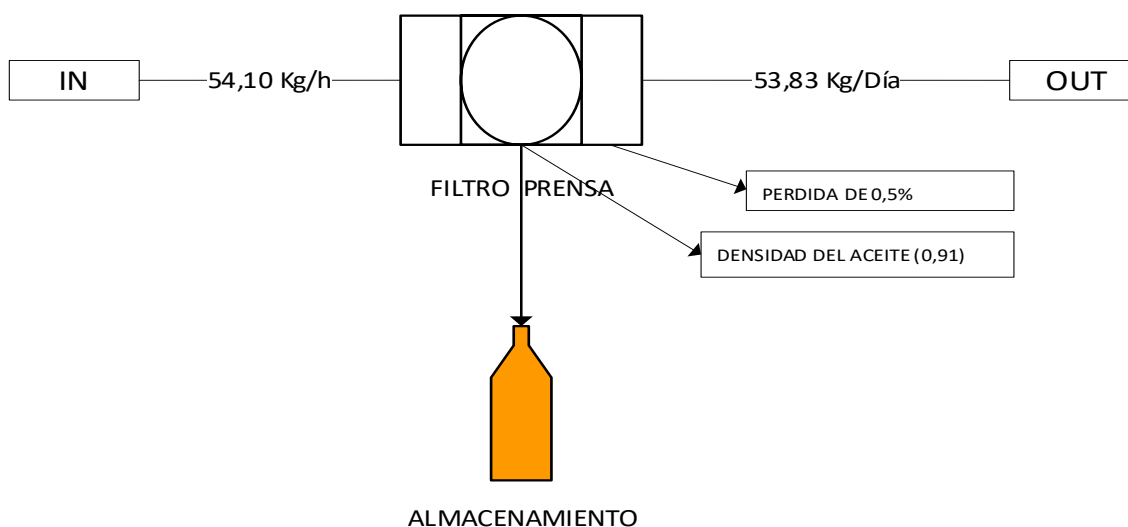


Figura 35. Operación filtrado.

En la operación Unitaria de filtrado se establece una base de 54,10 Kilogramos por día de aceite de *Mauritia Flexuosa*, posteriormente el aceite ingresa a la maquina filtro prensa para extraer las impurezas de los mismos, con una pérdida del 0,5% representada en impurezas y aceite difícil de recuperar de la maquina; de esta operación salen 53,83 kilogramos de aceite filtrados. En la tabla 4.6 Maquinaria y Equipos prensado en frio. La densidad del aceite de *Mauritia Flexuosa* es de 0,91 lo que significa que al día se extrae 50,11 litros, al mes llegaríamos a una producción de 1.503,4 litros de aceite. Ver tabla 38 Filtrado

Tabla 38. Filtrado

Nombre de las maquinarias o equipos	Costo de la maquina o equipo	Capacidad de kilos / horas	Kilovatio (KW) / hora
FILTRO PRENSA PARA ACEITES MODELO AZ80	\$ 11.000.000	60 a 400 litros	0,2611

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla se especifica la capacidad Nominal del Equipo en horas 60 a 400 litros, también el consumo de la operación unitaria los kilovatios hora se calcula en 0,2611, con el valor del Filtro Prensa es de \$11.000.000. Ver figura 36.

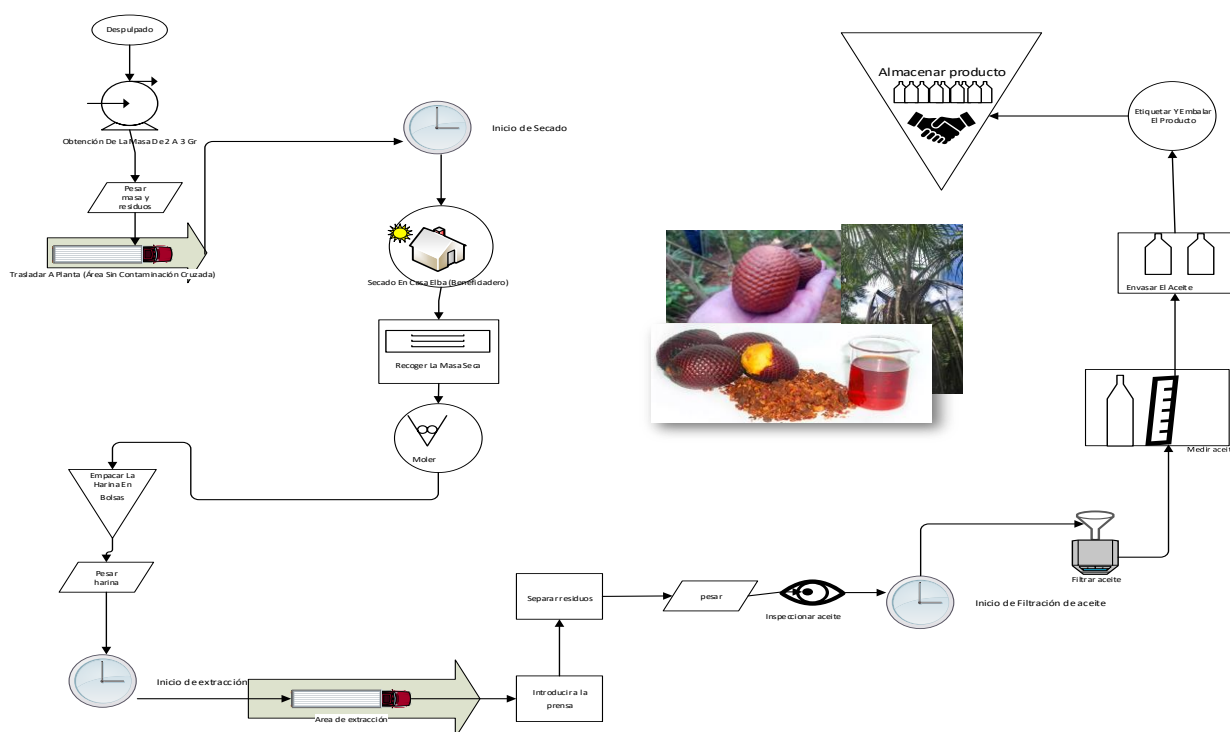


Figura 36. Diagrama de Procesos Planta extractora de aceite de *Mauritia Flexuosa*

El cuello de botella del proceso de extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa*, es el deshidratado, el porcentaje de utilización de la planta depende directamente de esta operación, para

aumentar los litros necesarios es importante definir los m² de construcción de la cámara de secado utilizando energía solar, el resto de máquinas tienen un nivel de utilización por debajo del 32%. Los subproductos que se pueden generar a partir del proceso de extracción de aceite es el aprovechamiento de harinas en dos operaciones unitarias despulpado 2003,040 kg /día, al mes son 60,09 toneladas, posteriormente en la operación unitaria de prensado el subproducto que sale del proceso es de 116,14 kilogramos/ día; los cuales representan un total de 3,48 toneladas mensuales

El tipo de extracción que se define para la planta como ya se había mencionado es prensado en frío, sobre la extracción por Soxhlet en donde pese a la posibilidad de reutilizar el solvente en procesos posteriores las trazas del mismo en el producto final hacen que se necesite otro proceso adicional. Los subproductos derivados de la extracción del aceite con prensado en frío a diferencia del método Soxhlet pueden ser reutilizados sin el desarrollo de procesos complementarios, lo que implica una disminución en el consumo de energía y recursos. (Ver tabla 8 Matriz de impactos) adicionalmente de acuerdo a la Resolución 2154 del 2112 del Ministerio de Salud la caracterización del aceite le da un mejor precio en el mercado, que utilizando extracción por Soxhlet.

4.2.2 Viabilidad económica

Económicamente el proyecto puede llegar a generar con un nivel de utilización de la planta al 32% unas ventas anuales de \$4.510.200.000 con una producción de 18.036 litros de aceite de *Mauritia Flexuosa*. Ver tabla 39.

Tabla 39. Costos Ejecución Planta Producción de Aceites

ITEMS	Valor	Unidad	Valor Planta	Total Planta
	Agrícola Familiar			
Herramientas Aprovechamiento	\$ 1.482.500		0	
Aprovechamiento Mensual			\$ 43.200.000	
Equipos Transformación y Extracción			\$ 33.385.066	
Maquinaria			\$ 119.467.944	
Mano de Obra Planta Mensual			\$ 11.298.667	
Transporte Mensual			\$ 3.000.000	
Consumo Energía Mensual			\$ 776.374	
infraestructura			\$ 450.000.000	
TOTAL			\$ 662.610.551	\$661.128.051

Fuente. Elaboración propia.

Las herramientas de aprovechamiento deben escalarse al número de unidades agrícolas familiares que van a realizar el aprovechamiento directamente con la unidad extractora de aceite de Maurita Flexuosa existe un universo de 284 familias, ubicadas en 12 veredas y tres resguardos indígenas. El producto que se genera es una bio-base, que otras empresas principalmente de la industria cosmética lo utilizan como materia prima, para la producción de productos terminados. Existe la posibilidad de generar otra unidad de negocio con los subproductos derivados del proceso de prensado en frío.

Los equipos de transformación y extracción son los que soportan la operación de la planta en su gran mayoría son maquina herramientas y herramientas de mano. El ítem de maquinaria son los

Tabla 40. Costos Infraestructura

Instalaciones	M2 Necesarios	Valor Metro Cuadrado	Valor Total
Transformación	150	\$ 1.500.000	\$ 225.000.000
Planta de Extracción de aceites	150	\$ 1.500.000	\$ 225.000.000
Total			\$ 450.000.000

Los costos de infraestructura son estimados de acuerdo a los precios definidos para la construcción de bienes inmuebles de la Gobernación del Guaviare, donde se determina que el metro² construido. Dicho metro construido debe cumplir con la Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de la Protección Social. Ver tabla 41 y 42.

[illegible]

Tabla 42. Egresos.

[illegible]

Total	-\$ 661.128.051	-82.502.481	-82.502.481	-82.502.481	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	238.347.519	1.897.620.227
-------	-----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------

Fuente. Elaboración propia.

La viabilidad económica de la planta de extracción de aceite de Moriche está definida por los costos asociados al producto para este caso el aceite clasificado como aceite o grasa vírgenes de *Mauritia Flexuosa* con un valor en el mercado de \$250.000 litro, con un producción de 1.503 litros mensuales estaría generando unas ventas totales de \$375.850.000 al año \$3.382.650.000 con una producción en línea sin aumentar la producción estimando una demanda perfecta la tasa interna de retorno (TIR) del Producto es del 13% y un valor presente neto de (VPN) \$39.873.316.

4.2.3 Análisis de Viabilidad y bioprospección integrado

Realizar el análisis para un proceso de bioprospección de aceite de *Mauritia Flexuosa* requiere de la identificación de las diferentes fases que tiene la cadena de valor de este bioproducto. De acuerdo a lo anterior cristalizar la idea de generación un proceso productivo teniendo como materia prima las drupas de la palma anteriormente descrita desde la normatividad internacional es posible realizarse ya que derivados de la *Mauritia Flexuosa* están indexados dentro de la normatividad de la Unión Europea en la Decisión (UE) 2019/701 del 5 de abril de 2019 y se encuentra vinculado al listado de ingredientes de la FDA, por ende cumple con la decisión 777 del 2012 donde se establece que la Comunidad Andina de Naciones determina que es imperante que todos los ingredientes de un producto cosmético debe tener código INCI. Con los contenidos encontrados del Aceite de *Mauritia Flexuosa* en la cromatografía de Gases como el Ácido oleico y palmítico y otros en menores proporciones es posible establecer un stakeholders suficiente para sostener la operación en el tiempo, adicionalmente existe la posibilidad de introducir otros productos

derivados de palmas nativas existentes en el mismo territorio, como otras palmas ejemplo (seje *Oneocarpus bataua*)

En esas proporciones faltando aun otros estudios que son importantes para definir posibles riesgos la unidad productiva teniendo en cuenta una demanda perfecta es decir todo lo que se produce se vende es factible con ese nivel de producción ya que después de definir los ingresos y egresos que sumaron ingresos \$3.382.650.000 y los egresos ascendieron a \$1.485.029.773 da como resultado indicadores financieros pasivos cas Tasa interna de retorno 13% y valor presente neto de \$ 39.873.316 con una tasa espera del 12%. Esto demuestra la viabilidad inicial que abre la puerta al desarrollo de estudios más extensos para conocer los posibles riesgos asociados a la implementación del presente proyecto.

CONCLUSIONES

Para concluir el estudio se da respuesta a las diferentes hipótesis establecidas inicialmente en ese orden de ideas para las variables descritas en la cantidad de aceite los resultados después de desarrollar las siguientes pruebas de hipótesis fueron los siguientes ver tabla 43.

1. ¿Es posible generalizar un rendimiento en la extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa* de acuerdo a técnicas convencionales?

H₁ = Nivel de extracción mínimo del 35%

Tabla 43. Prueba Hipótesis

Variable	Variación	Hipótesis
Cantidad de Aceites	H₁ = Para el proceso de extracción por prensado $X_1 \geq 35\%$ (Araújo et al., 2007) H₀₁= la extracción de aceite es inferior al 35%	Se comprueba que la extracción por prensado es Inferior a 35%. se aceptando H₀

Fuente. Elaboración propia.

Pese a que el rendimiento de las extracciones fue en prensado del 28,6% en promedio en las diferentes extracciones realizadas existe otro tipo de prensa en frio tipo expeller que según datos de fabricante puede llegar al 35% de extracción, que es el porcentaje reportado en el trabajo de

Araujo. De acuerdo a la información se acepta la Hipótesis nula con una prensa vertical no se alcanza a obtener los resultados esperados por extracción.

2. ¿Las Propiedades físicas y químicas del aceite oriundo de la Región del Guaviare posee características aprovechables para la generación de nuevos productos?

H2= El aceite extraído del Departamento del Guaviare cumple con la normatividad Colombiana Resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud

Tabla 44. Prueba hipótesis Calidad Aceite

Variable	Variación	Hipótesis
Calidad del Aceite	Y₆= El aceite cumple con la normatividad Colombiana Resolución 2154 del 2012 del Ministerio de Salud. Y₆ = Cumple con los parámetros Resolución 2154 2012 Min Salud H₀₂= El aceite no cumple con la normatividad establecida.	El aceite cumple con la resolución 2154 del 2012

Fuente. Elaboración propia.

En cuanto al cumplimiento de la Resolución 2154 de 2012, el Aceite de *Mauritia Flexuosa* los parámetros de calidad que arrojó el estudio cumple con la normatividad Colombiana y puede ser catalogado como un aceite crudo. Ver tabla 45.

Tabla 45. Variabilidad de los parámetros de calidad

Variable	Variación	Resultados por variable
Calidad del Aceite		
Y_1 = la Densidad del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudios de (Aquino et al., 2012b) (Quispe, Jacobo Fredy; Ayala, Rojas Mauro; Ingunza, Reyes Gerardo; Landeo, 2009) en Sur América.		
Aceite crudo $0,90 \leq X_4 \leq 0,94$		La densidad en aceite Crudo es igual que en los otros dos países
Aceite refinado $0,88 \leq X_5 \leq 0,92$		La densidad en aceite Refinado igual que en los otros dos países
$Y_1 \neq$ La Densidad es diferente a los estudios de Brasil y Perú.		
Y_2 = El Índice de Refracción del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudios de en Sur América.		
Aceite crudo $1,466 \leq X_6 \leq 1,47$		El Índice de Refracción en aceite Crudo igual que en los otros dos países
Aceite refinado $1,465 \leq X_7 \leq 1,47$		
$Y_2 \neq$ El Índice de Refracción es diferente a los estudios de Brasil y Perú.		El Índice de Refracción en aceite Refinado es diferente al de los referentes teóricos.
Y_3 = El Índice de Acidez del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudios de en Sur América.		
Aceite crudo $3,84 \leq X_8 \leq 5,31$		
Aceite refinado $0,17 \leq X_9 \leq 5,11$		El Índice de Acidez en aceite Crudo igual que en los otros dos países
$Y_3 \neq$ El Índice de Acides es diferente a los estudio de Brasil y Perú.		.

$Y_4 =$ El Índice de Peróxidos del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudios en Sur América.	El Índice de Acidez en aceite Refinado igual que en los otros dos países
Aceite crudo $4,51 \leq X_{10} \leq 15,54$	El Índice de Peróxidos en aceite Crudo es diferente al de los dos países
Aceite refinado $4,8 \leq X_{11} \leq 8,71$	
$Y_4 \neq$ El Índice de Peróxidos es diferente a los estudio de Brasil y Perú.	El Índice de Peróxidos en aceite Refinado igual que en los otros dos países
$Y_5 =$ El Índice de Yodo del aceite de <i>Mauritia</i> del Guaviare es igual a los estudio de en Sur América.	
Aceite crudo $65,31 \leq X_{12} \leq 90,54$	El Índice de Yodo en aceite Crudo es diferente al de los países referentes.
Aceite refinado $80,78 \leq X_{13} \leq 95,30$	
$Y_5 \neq$ El Índice de Yodo es diferente a los estudio de Brasil y Perú.	El Índice de Yodo en aceite Refinado es diferente al de los países referentes.

Para el caso de la variable calidad del aceite, donde se tienen en cuenta cinco condiciones de calidad: Densidad, Índice de Refracción, Índice de Acidez, Índice de Peróxidos e Índice de Yodo. El cual se desarrolló para los dos tipos de aceite crudo y refinado de acuerdo a los resultados de la calidad del aceite para el caso del aceite crudo, definieron que el Índice de Peróxidos y el Índice de Yodo cumplen con los parámetros del aceite extraído en Brasil y Perú. Caso contrario sucede con las otras variables Densidad, Índice de Refracción, Índice de Acidez. Existen diferencias con los aceite extraídos en estos dos países. Es importante indicar que la variabilidad existente del aceite crudo y refinado frente a los referentes teóricos en Brasil y Perú, se debe a las condiciones

edáficas del territorio que generan variaciones en la configuración del contenido del aceite. Para el tema de subproductos derivados de la extracción del Aceite de *Mauritia Flexuosa*. Ver tabla 46.

Tabla 46. Variación Subproductos

Variable	Variación
Cantidad	Exocarpo (cascara) del 20%
Subproductos	Mesocarpo (Pulpa procesada) 11,755% a 12,005%
	Endocarpio (Protección de la semilla, cascara) entre el 15% y el 20%
	Endospermo (Semillas) entre el 40 y el 45%

Fuente. Elaboración propia.

Estos subproductos tienen posibilidades para desarrollar nuevas unidades productivas para generar productos en la industria de alimentos, con el Exocarpo (cascara) el cual en el estudio arrojó un 20,58% levemente por encima del valor esperado, en cuanto al Mesocarpo (pulpa) la cual es la materia prima principal para desarrollar el proceso de extracción de aceites de este proceso, se produce una harina que representa el 13,9%. Por último la sumatoria del Endocarpio y el Endospermo que representa el 59,2% del peso total de la drupa.

¿Es posible generalizar un rendimiento en la extracción de aceite de *Mauritia Flexuosa* de acuerdo a técnicas convencionales?

Pese a que existen más genotipos de *Mauritia Flexuosa* en el Municipio de San José del Guaviare, el fenotipo con el cual se desarrolló el proceso, se define la extracción por prensado utilizando una prensa vertical con un porcentaje promedio de extracción del 28,6% por debajo del 35% definido en procesos anteriores en Brasil, cabe anotar que cambiando la tecnología a otro tipo de prensa como una con tornillo sin fin, es posible aumentar el rendimiento. El rendimiento máximo derivado de las extracciones se ejecutó bajo el método de Soxhlet donde en promedio se estimó un 46,125% con un pico máximo de 51,46%. La diferencia fundamental se encuentra en el tipo de aceite extraído. Durante el desarrollo de la investigación se determinó por el factor mercado escoger el proceso para extracción de aceite virgen, el cual es derivado de la extracción por prensado.

¿Las Propiedades físicas y químicas del aceite oriundo de la Región del Guaviare poseen características aprovechables para la generación de nuevos productos?

El proceso presente variaciones poco significativas a nivel porcentual frente al estudio desarrollado en Brasil y Perú, lo cual hace competitivo el aceite frente a unidades productivas ubicadas en estos países y genera la opción de poder competir a nivel internacional, para proveer dicho aceite en la industria cosmética, con posibilidades de suministrar también en la industria de alimentos, tanto el aceite como los productos derivados del proceso de extracción.

La dificultad del proceso se encuentra en el mercado, debido principalmente al desconocimiento de la materia prima, mercados cerrados y altos estándares exigidos por las

empresas que en estos momentos transforman el aceite de *Mauritia Flexuosa* en Producto Terminado.

Por último, es importante para la generación de la unidad productiva de aceite:

- Definir el marco legal de la bioprospección que se debe desarrollar para poder utilizar la *Mauritia Flexuosa* en la generación de una cadena de valor.
- Es importante desarrollar estudios para caracterizar los genotipos existentes en territorio con el fin de definir el genotipo que más rendimiento tenga.
- Es importante generar en territorio con los administradores públicos de turno programas, para evita la generación de monocultivos de *Mauritia Flexuosa*, por lo contrario, definir entre las Unidades agrícolas familiares, el enriquecimiento del ecosistema con otras especies de palma (Seje, Asai entre otras) que están presentes en los morichales, con el objetivo de diversificar la producción de productos no maderables del bosque y de esta manera evitar la depredación del ecosistema.
- La pertinencia de la unidad productiva genera la investigación de nuevas opciones para desarrollar aprovechamientos que impacten de menor forma el morichal, y propenda por la conservación del mismo.
 - La planta propuesta con solamente una inversión de \$28.000.000 puede duplicar su producción.
 - Es importante generar una línea de investigación en el tema de secado, con la finalidad de racionalizar el uso de la energía dentro del proceso y ser más eficiente a la hora de desarrollar el secado de la pulpa.

- La restricción principal de la cadena de valor de la *Mauritia Flexuosa* es el mercado, pese a que existen diferentes empresas que poseen productos derivados del aceite de *Mauritia Flexuosa*, el tema de la negociación es vital para mantener el valor comercial del producto.
- Con el enriquecimiento del humedal es posible generar con prácticamente la misma maquinaria la diversificación de productos no maderables del bosque en territorio, impactando de manera positiva las poblaciones más alejadas de la Amazonia colombiana.

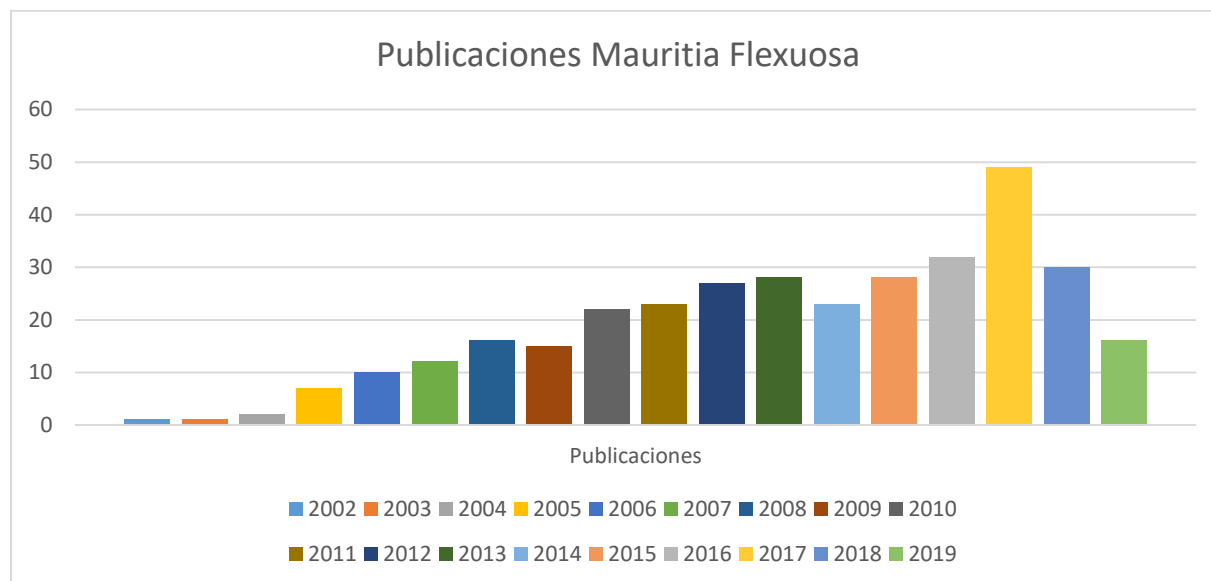
ANEXOS

Verificación Bibliográfica

El desarrollo de la verificación bibliográfica sobre ***Mauritia Flexuosa***, se definió verificando la diferente bibliografía en plataformas como son *Web of Science* (Clarivate, 2018) como columna principal para el desarrollo de la búsqueda de la bibliografía, con una comparación directa con la plataforma *Science Direct* (“ScienceDirect,” n.d.). Lo anterior con la finalidad de reconocer publicaciones que se encuentran en las dos plataformas.

En ese orden de ideas el proceso inicia con la búsqueda del tema ***Mauritia Flexuosa (do Santos path)*** sin ningún tipo de filtro en la plataforma en dicha búsqueda se genera un informe desarrollado por la plataforma denominado “*informe de citas*”. En dicho informe se referencian 326 publicaciones con corte a 2018 y 16 publicaciones adicionales en el año 2019 (Ver tabla 1) clasificadas año a año iniciando desde el año 2002, donde surge la primera publicación en la *Web of Science*, cabe anotar que en total existen en 342 publicaciones.

Grafico 1. Publicaciones



Fuente. Web Of Science 2019

En la grafica numero uno, la verificacion bibliografica se centra en definir la tendencia del numero de publicaciones existentes sobre el tema en mension y definir si existe en la comunidad cientifica interes a futuro sobre la ***Mauritia Flexuosa***. Con los datos anteriores se desarrolla un análisis de tendencias partiendo de los datos de la Tabla Uno; en dicha tabla se verifica que entre los años 2015 a 2018 hay un 40,62% (139) publicaciones lo que revela que existe interés en la comunidad científica sobre la palma en cuestión, su tendencia se está incrementando año tras año ver grafica número dos, se estima con los datos dos tipos de tendencia lineal y tendencia polinómica dichas tendencias nos muestran que efectivamente hay un interés marcado sobre la ***Mauritia Flexuosa***, es posible definir el número de publicaciones para los años siguientes utilizando la ecuación lineal $y = 2,6206x - 5247,6$ con un índice de correlación de $R^2 = 0,9092$, lo cual nos indica que para el 2018 podría llegar las publicaciones a 40 con una variación de ± 4 , si

continua dicha tendencia en el año 2019 aumentaría a 43 con la misma variación descrita anteriormente. (Ver tabla 1) Validando lo esperado por lo real durante el año 2018 solamente hubo 30 publicaciones lo cual denota una disminución en las publicaciones esperadas en 6 con respecto al mínimo esperado de la ecuación lineal propuesta $y = 2,6206x - 5247,6$ es decir 36 publicaciones este evento hizo que el índice de correlación bajara a $R^2 = 0,8796$ (Grafica 3) con una variación de -0,0296 entre el índice estimado inicialmente y la gráfica ubicando los datos reales del año 2018. De acuerdo a este nuevo índice de correlación podemos concluir que pese a que aumenta el nivel de desviación es posible aun predecir la curva de interés de los científicos sobre la *Mauritia Flexuosa*, utilizando la tendencia lineal. Es pertinente indicar que no se han tenido en cuenta dentro del ejercicio las 16 publicaciones realizadas durante el año 2019 con el fin de evitar el sesgo en la información.

En cuanto a las publicaciones existentes en la plataforma Science Direct, encontramos también el mismo comportamiento descrito en la anterior curva ver gráfico 4, aunque no es posible definir una ecuación que tenga una correlación directa con el número de publicaciones expuestas dentro de su base de datos. Es pertinente indicar que desde el año 2015 se comienza a visionar una tendencia ascendente.

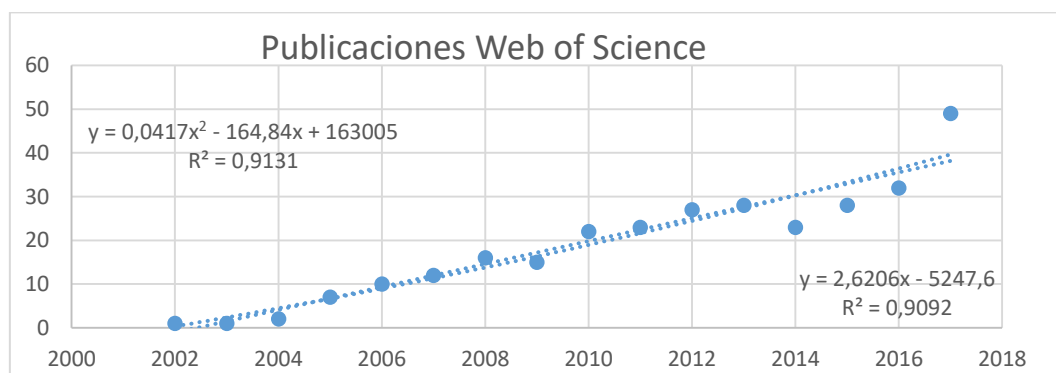
Tabla 1. Frecuencias Publicaciones *Mauritia Flexuosa*

Año	Publicaciones	Sumatoria P	Porcentaje P%	Sumatoria P%
2002	1	1	0,29%	0,29%
2003	1	2	0,29%	0,58%

2004	2	4	0,58%	1,17%
2005	7	11	2,05%	3,22%
2006	10	21	2,92%	6,14%
2007	12	33	3,51%	9,65%
2008	16	49	4,68%	14,33%
2009	15	64	4,39%	18,71%
2010	22	86	6,43%	25,15%
2011	23	109	6,73%	31,87%
2012	27	136	7,89%	39,77%
2013	28	164	8,19%	47,95%
2014	23	187	6,73%	54,68%
2015	28	215	8,19%	62,87%
2016	32	247	9,36%	72,22%
2017	49	296	14,33%	86,55%
2018	30	326	8,77%	95,32%
2019	16	342	4,68%	100,00%

Fuente: Web Of Science 2019

Grafico 2. Frecuencia de publicaciones Web of Science



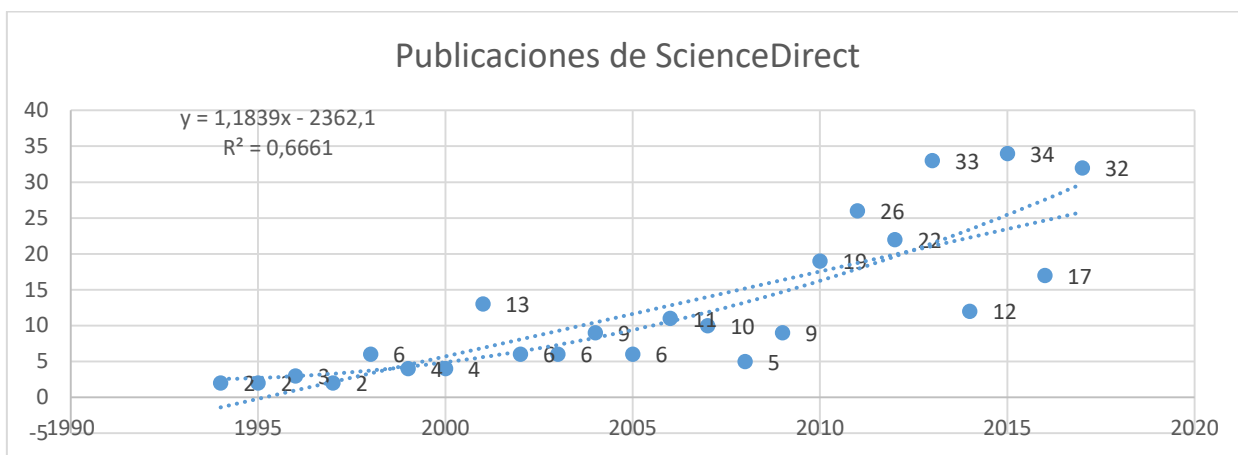
Fuente. Web Of Science 2018

Grafico 3. Frecuencia de publicaciones Web of Science



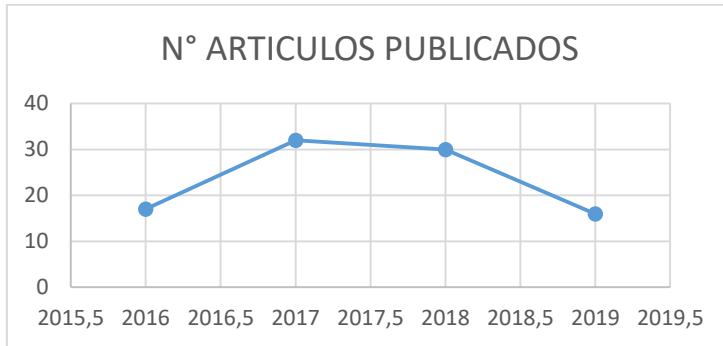
Fuente. Web Of Science 2018

Grafico 4. Frecuencia de publicaciones ScienceDirect



Fuente. ScienceDirect 2018

Grafico 4. Frecuencia de publicaciones ScienceDirect



Fuente. ScienceDirect 2018

Partiendo de las dos premisas anteriormente expuestas. Se filtra la búsqueda de publicaciones específicamente en trabajos desarrollados a partir del año 2015 hasta el 2018 (113 publicaciones) en ScienceDirect, es importancia denotar que por la importancia del trabajo se utilizan algunas fuentes bibliográficas anteriores. Por último se concreta de acuerdo al número de publicaciones cual es el tema que más interesa a la comunidad científica y que países están realizando investigaciones sobre ***Mauritia Flexuosa***.

Durante la revision bibliografica en la plataforma de *ScienceDirect* (Grafica 3) (grafica 4) se reportan publicaciones desde el año 1994 hasta el 2018 con un total de 323 publicaciones mas 15 investigaciones del 2019 para un total de 338 investigaciones, a diferencia de la *Web Of Science* (Grafica 2) reportando desde el año 2002 hasta 2018 con un total de 326 publicaciones en el 2019 fueron 16, para un total de 342 trabajos.

Tabla 2. Temas de Investigación Web Of Science.

Tema	Publicaciones
Environmental sciences ecology	154
Plant sciences	145
Agriculture	131
Biodiversity conservation	98
Forestry	98
Life sciences biomedicine other topics	70
Chemistry	67
Food science technology	67
Zoology	61
Nutrition dietetics	56
Biochemistry molecular biology	49
Pharmacology pharmacy	40
Science technology other topics	35
Meteorology atmospheric sciences	31
Business economics	33

Fuente. Web Of Science 2018

Tabla 3. Temas de Investigación ScienceDirect.

Tema	Publicaciones
Ecología y gestión forestal	36
Food Research International	13

Revista de Etnofarmacología	13
Revisión de Paleobotánica y Palinología	13
Revisiones cuaternarias de la ciencia	11
Conservación biológica	9
Química de los Alimentos	8
Cultivos y productos industriales	7
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	7
The Journal of Supercritical Fluids	7

Fuente. ScienceDirect 2018

Las diferentes investigaciones que apunta al estudio de la *Mauritia flexuosa* abarca diferentes tematicas según el area de interes, para este caso en la Web Of Science se resalto los temas mas relacionados a la biosprospesion de la palma moriche para la extraccion de aceite, según la tabla 2 los temas con mayor publicacion son Ecologia en Ciencias Ambientales (154), Ciencias de las Plantas (145) y Agricultura (131), sin embargo temas como la conservación, nutrición, farmacologia y economia son de interes solo que se representan con menor cantidad de publicaciones. Realizando un comparacion entre los temas encontramos similitudes en el numero de publicaciones por tema en las dos plataformas.

Tabla 4. Países con mayor publicación en el tema.

País	Publicaciones
Brasil	197
Estados Unidos	39
Colombia	22
Perú	21

Fuente. Web Of Science 2018

Según los datos tomados de la biblioteca virtual de la *Web Of Science*, la tabla 3 nos indica los cuatro países con mayor publicación en temas relacionados con la especie *Mauritia Flexuosa*, distribuido de la siguiente manera Brasil con 197 publicaciones, seguido en segundo puesto Estados Unidos con 39, Colombia con 22 y Perú con 21, identificando de esta manera que los países de Suramérica cuenta con mayor información acerca de este tema ya que se encuentran ubicado en coberturas vegetales propicias de esta especie.

Tabla 5. Universidades

Instituciones	Publicaciones
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARA	26
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	23
UNIVERSIDADE DE BRASILIA	19
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO	19
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	11
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA	5

Fuente. Web Of Science 2018

Las principales instituciones fuentes de investigacion de la *Mauritia flexuosa* según los datos arrojados por la biblioteca virtual nos indica que existen diversas universidades interesadas en el estudio de esta especie dando las diferentes aplicaciones, dentro de ellas encontramos la Universidad Federal del Para con 26 publicaciones, seguida por Universidad estatal de campinas con 23, Universidad de Brasilia con 19, Universidad de San Pablo con 19, estas instituciones

anteriormente nombradas se encuentra ubicadas en Brazil, sin embargo universidades presentes en Colombia como la Universidad Nacional de Colombia con 11 y en Peru la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana con 5. Todo la anterior indica que Bsail es el pais que mas a geenrado investigaciones sobre la palma enfocado en la ecologia de la misma y posibles usos que puede tener para generar productos biotecnologicos.

Tabla 6. Aceites Para Fines Cosméticos

NORMAS		DEFINICIÓN
EN 13432		Requisitos para envases recuperables a través de compostaje y biodegradación: esquema de prueba y criterios de evaluación para la aceptación final del embalaje
UNE	EN	Esta norma UNE EN ISO 17932: 2012 Aceite de palma: la determinación del deterioro del índice de blanqueo (DOBI) y del contenido de caroteno (ISO 17932: 2011) se clasifica en estas categorías de ICS: 67.200.10 (Grasas y aceites animales y vegetales)
ISO	17932:	
2012		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 7. Productos Bio-Base (Cosméticos)

NORMAS		DEFINICIÓN
CSN	EN	Productos de base biológica. Criterios de sostenibilidad. Esta norma europea establece criterios de sostenibilidad horizontales aplicables a la parte de base biológica de todos los productos de base biológica, excluyendo alimentos, piensos y energía, que cubren los tres pilares de la sostenibilidad. Aspectos ambientales, sociales y económicos. Si el producto es parcialmente de base biológica, esta norma europea solo se puede usar para la parte de base biológica ya que no aborda partes de un producto que no son de base biológica (fósiles, minerales).
16751		

CSN	EN	Productos con base biológica EN 16760 - Evaluación del ciclo de vida - Esta norma europea proporciona requisitos específicos de evaluación del ciclo de vida (LCA) y guía para productos con base biológica, excluyendo alimentos, piensos y energía, según las normas EN ISO 14040 y EN ISO 14044. Este europeo La norma cubre productos de base biológica, derivados total o parcialmente de biomasa.
USDA Organic Standards	7	Regulaciones orgánicas del USDA. (Los Reglamentos Orgánicos Estadounidenses - PDF) 7 CFR Parte 205 incluye todas las normas orgánicas del USDA, incluidas prácticas prohibidas, requisitos y la Lista Nacional de Sustancias Permitidas y Prohibidas.
DIN	EN	Cosméticos - Análisis de productos cosméticos - Detección de filtros UV en productos cosméticos y determinación cuantitativa de 10 filtros UV por HPLC
ISO		Directrices sobre definiciones técnicas y criterios para ingredientes y productos cosméticos naturales y orgánicos. Parte 1: Definiciones para ingredientes.
16760		
16128-1		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 8. Normatividad Colombiana

NORMA	DISPOSICIÓN
Resolución 1352 del 2017	Por la cual se modifica la Resolución 1348 de 2014 suprimiendo el numeral 3 del Artículo 2 y adicionando al Parágrafo 3 al Artículo 2 lo siguiente: PARAGRAFO 3: Cuando se pretenda una solicitud de patente para productos o procedimientos obtenidos o desarrollados a partir de productos genéticos o de sus productos derivados, el solicitante deberá presentar ante la oficina nacional competente, copia del Contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados en atención a

las disposiciones contempladas en la Decisión Andina 486 de 2000.

Resolución 224 de 2017 CDA

Por la cual se regula el uso y aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables de bosque natural en el territorio de jurisdicción de la CDA y se Dictan otras disposiciones.

Resolución 1348 de 2014

Por la cual se establecen las actividades que configuren acceso a los recursos genéticos y sus productos derivados para la aplicación de la Decisión Andina 391 de 1996, el Decreto número 730 de 1997, el Decreto Ley 3570 de 2011

Decreto 1376 de 2013

Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad biológica con fines de investigación científica no comercial

Decreto Ley 3570 de 2011

Por El cual se Modifica los objetivos y la Estructura del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Decreto 2820 de 2010

Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales

Decreto 3266 2004

Por el cual se modifica el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Derogado por el Decreto 3570 de 2011.

Resolución 307 2003 derogada 258 2004

Por la cual se Delegan al Viceministerio de Ambiente funciones.

Decreto 302 de 2003	Por el cual se modifica el parágrafo 1 del artículo segundo del decreto 309 del 2000 el cual reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica. "Las grandes ciudades no requieren el permiso de estudio para adelantar actividades de investigación científica sobre diversidad biológica".
Resolución 068 2002	Por la cual se establece el procedimiento para los permisos de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica.
Decreto 309 del 2000	Por el cual se reglamenta la investigación sobre biodiversidad biológica
Resolución 1115 del 2000	Por medio de la cual se determina el procedimiento para el registro de colecciones con fines de investigación científica.
Decreto número 730 de 1997	Por El Cual Se Determina La Autoridad Nacional Competente En Materia De Acceso A Los Recursos Genéticos.
Resolución 0620 de 1997	Por la cual se delegan algunas funciones contenidas en la Decisión 391 del acuerdo de Cartagena y se establece el procedimiento interno para tramitar solicitudes de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados.
Decisión 391 de 1996	Régimen común sobre acceso a recursos genéticos
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente.
Decreto Ley 2811 del 1974	Por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la normatividad Colombiana es preciso realizar un comparativo entre PEFIC: Permisos de estudio con fines de investigación científica enmarcado en el Decreto 1376 de 2013 y un ARG: Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y sus productos derivados derivado de la Resolución 1348 de 2014 y Resolución 1352 del 2017.

Tabla 9. Cuadro comparativo.

PEFIC	ARG
Se Requiere Cuando:	Obtención y utilización de recursos conservados exsitu e Insitu, así como sus productos derivados o componentes intangibles con fines comerciales
Colecta, recolecta, captura, caza, pesca y/o manipula el recurso biológico y su movilidad en el territorio nacional	
No requiere cuando:	
Trata especies domesticas o en prácticas docentes de salud, en la agricultura que no involucre, colecta o recolecta.	En investigación científica que no involucre técnicas moleculares.
	En el intercambio tradicional entre comunidades.
	Está restringido para la fabricación de armas químicas, biológicas y/o nucleares
Legislación	
Decreto 309 del 2000 Min Ambiente	Decisión 391 de 1996
Decreto Ley 2811 del 1974	Decreto 730 de 1997
Ley 99 de 1993	Resolución 0620 de 1997
Decreto 2820 de 2010	Resolución 307 2003 derogada 258 2004
Resolución 1115 de 2010	Decreto 3266 2004
Resolución 068 2002	

Decreto 302 de 2003

Vigencia

Podrá otorgarse hasta por 5 años.

Depende del contrato y será máximo de 5 años.

Para investigaciones que deseen proyectar obras y trabajos para el futuro aprovechamiento del recurso natural será máximo de 2 años.

Cesión

No se puede Ceder.

Podrá cederse a otra persona con previa autorización.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10. Normatividad Colombiana Cosméticos

Norma

Disposición

[Decisión 705 de 2018](#)

Circulación de muestras de productos cosméticos sin valor comercial.

[Decisión 833 de 2018](#) -

Armonización de legislaciones en materia de productos cosmético de la Secretaría General de la CAN.

[Circular Externa DG 1000-014-18 de 2018](#)

Agrupaciones de productos dispuestos para la venta al público.

[Resolución 1954 de 2017](#) -

Modifica la Resolución 797 reglamento de la Decisión 516 sobre control y vigilancia sanitaria de productos cosméticos.

[Resolución 1953 de 2017-](#)

Restricción y prohibición del uso de ingredientes utilizados en jabones cosméticos para el aseo e higiene corporal que tengan acción antibacterial o antimicrobiana.

Resolución 0689 del 03 de mayo de 2016

Por la cual se adopta el reglamento técnico que establece los límites máximos de fosforo y la biodegradabilidad de los tensoactivos presentes en detergentes y jabones, y se dictan otras disposiciones

[Decisión 783 de 2013](#)

Directrices para el agotamiento de existencias de productos cuya Notificación Sanitaria Obligatoria ha terminado su vigencia o se ha modificado y aún existan productos en el mercado.

[Resolución 1482 de 2012 -](#)

Modificación de la Resolución 1418: límites de contenido microbiológico de productos cosméticos.

Resolución 2154 de 2012

Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasas de origen vegetal o animal que se procesen, envasen, almacenen, transporten, exporten, importen y/o comercialicen en el país, destinados para el consumo humano y se dictan otras disposiciones.

[Decisión 777 de 2012 -](#)

Modificación de la Decisión 516: Armonización de legislaciones en materia de productos cosméticos

[Resolución 1418 de 2011 -](#)

Adiciones a la Resolución 797 límites de contenido microbiológico de productos cosméticos.

[Resolución 1333 de 2010 -](#)

Adiciones a la Resolución 797 – criterios de homologación de la codificación en materia de

cosméticos, formatos para la Notificación Sanitaria Obligatoria (NSO) de productos cosméticos, su renovación, reconocimiento y cambios.

[Resolución 3774 de 2004](#) -

Por la cual se adopta la norma técnica armonizada de buenas prácticas de manufactura cosmética y la guía de verificación de buenas prácticas de manufactura cosmética.

[Resolución 797 de 2004](#) -

Reglamento de la Decisión 516 sobre Control y Vigilancia Sanitaria de Productos Cosméticos.

[Decreto 612 de 2000](#) -

Por el cual se reglamenta parcialmente el régimen de registros sanitarios automáticos o inmediatos y se dictan otras disposiciones.

[Decreto 219 de 1998](#)

- Por el cual se reglamentan parcialmente los regímenes sanitarios de control de calidad, de vigilancia de los productos cosméticos, y se dictan otras disposiciones.

[Resolución 3132 de 1998](#) -

Por la cual se reglamentan las normas sobre Protectores Solares.

[Decreto 2333 de 1988](#) -

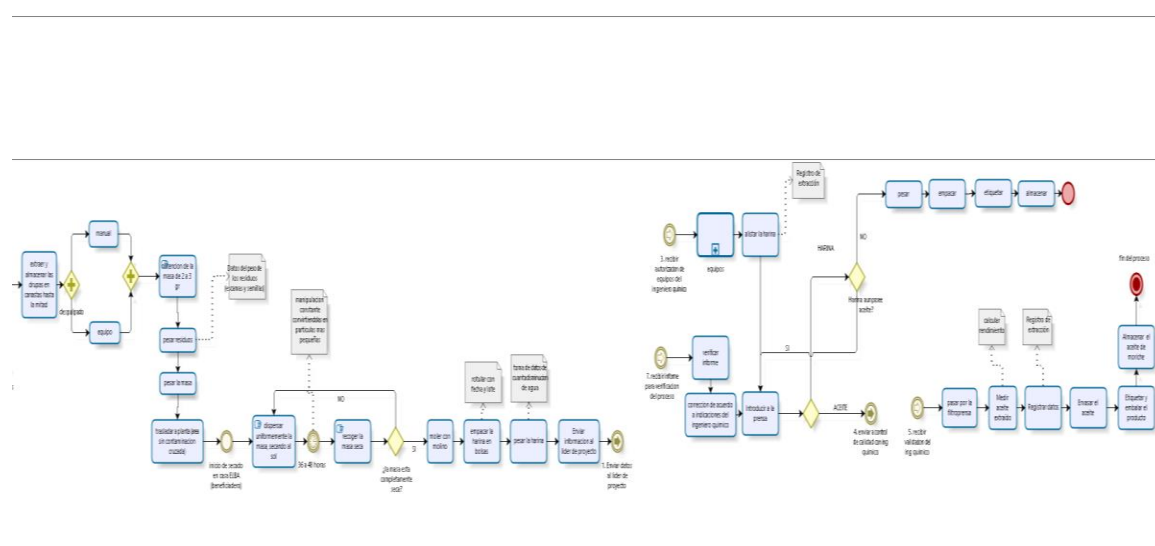
Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos V y VI de la Ley 09 de 1979, en lo referente a la importación y venta de alimentos, bebidas alcohólicas y

LEY 9 DE 1979

Fuente. Elaboración propia.

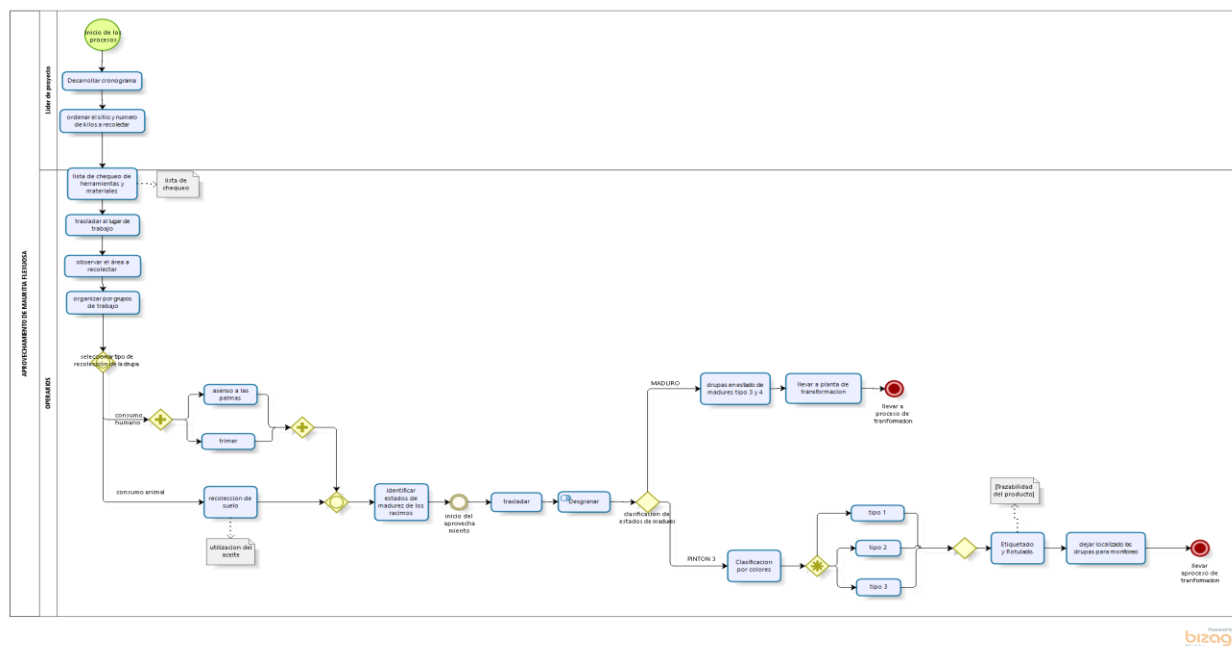
Fuente. Elaboración propia.

Grafico 7. Proceso Extracción Completo



Fuente. Elaboración propia.

Grafico 8. Proceso Aprovechamiento



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 11. Herramientas costos

Herramientas	Valor Unitario
Trimmer en aluminio de 10 m	743.600
Serrucho bahco	79.000
Tijeras Podadoras	70.000
Pretales	100.000
machete	26.900
Canastilla Plásticas	30.000
Casco Proteccion	75.000
gafas Protección	25.000
guantes carnaza	8.000
botas de pesca con pechera	325.000
TOTAL	1.482.500

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Mano de Obra Unidad Productiva Campesina

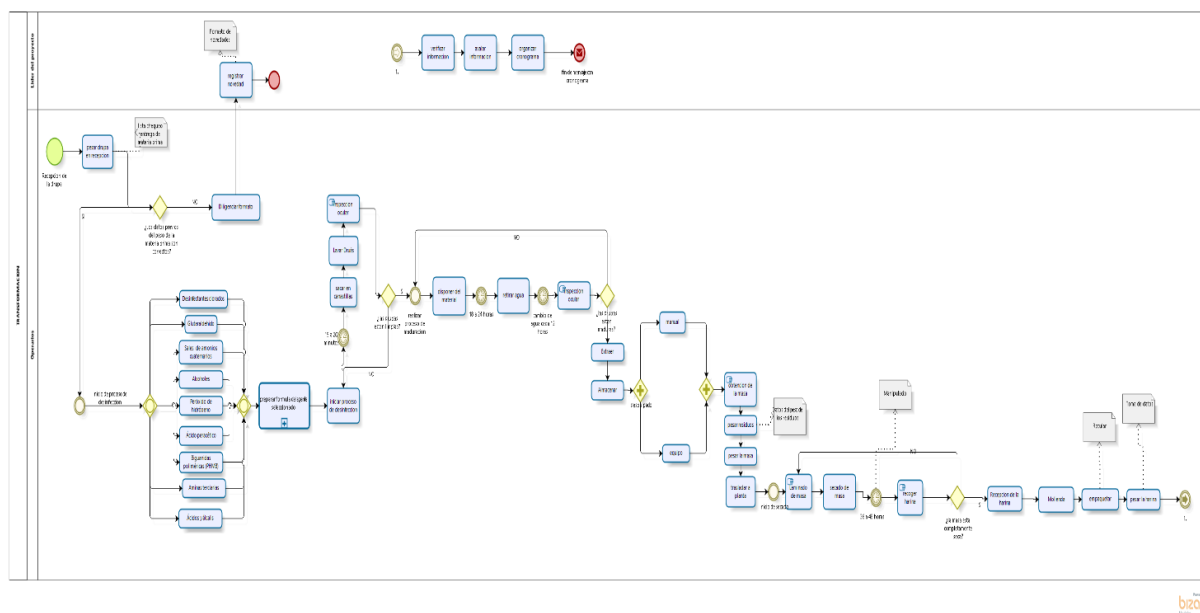
Día (horas)	8	
Mano de obra	Numero	Día (Kilogramos)
cosechador	3	720
Propietario	1	720

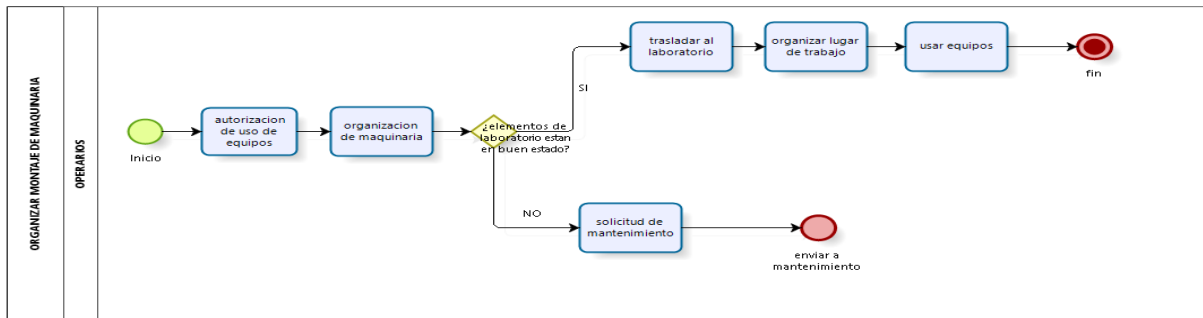
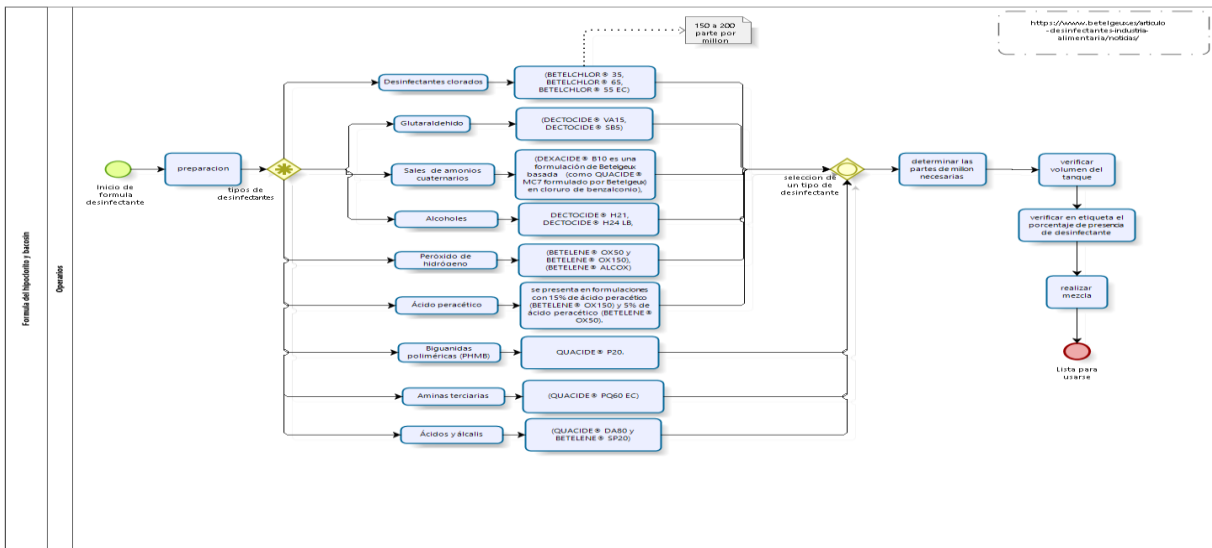
Total 3 720

Precio Kilogramo	Total	Jornal	Costo mensual	auxilio de transporte
300	216.000	72.000	\$ 1.537.032	\$ 97.032
300	216.000	216.000	\$ 4.320.000	No aplica
600	432.000	288.000	\$ 5.760.000	

Fuente. Elaboración propia.

Grafica 9. Proceso Limpieza y desinfección Drupas





Fuente. Elaboración propia.

Grafica 10. Proceso Extracción



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 13. Costos Transformación y Extracción

Cant	Herramientas y equipos	Precio Unitario	Precio	10 años	mes	dia	producto
4	Ollas	\$ 803.442	\$ 3.213.769	\$ 80.344	\$ 6.695	\$ 223	\$ 2
1	Estufa industrial	\$ 1.010.000	\$ 1.010.000	\$ 101.000	\$ 8.417	\$ 281	\$ 3
1	Refractómetro	\$ 38.196	\$ 38.196	\$ 3.820	\$ 318	\$ 11	\$ 0
1	Termómetro de cocina	\$ 8.201	\$ 8.201	\$ 820	\$ 68	\$ 2	\$ 0
1	Balanza digital	\$ 44.072	\$ 44.072	\$ 4.407	\$ 367	\$ 12	\$ 0
1	Lavadero de acero inoxidable de dos pozas	\$ 5.521.568	\$ 5.521.568	\$ 552.157	\$ 46.013	\$ 1.534	\$ 15
5	Mesa	\$ 500.088	\$ 2.500.439	\$ 50.009	\$ 4.167	\$ 139	\$ 1
2	Estante de panadería	\$ 149.900	\$ 299.800	\$ 14.990	\$ 1.249	\$ 42	\$ 0
10	Balde industrial	\$ 20.000	\$ 200.000	\$ 2.000	\$ 167	\$ 6	\$ 0
2	Balde de acero	\$ 353.960	\$ 707.920	\$ 35.396	\$ 2.950	\$ 98	\$ 1

1	Colador	\$	\$	5.898	\$	\$	\$	\$	0
		5.898			590	49	2		
1	Cilindro de gas		\$	-	\$	\$	\$	\$	-
					-	-	-		
6	Envases de	\$	\$		\$	\$	\$	\$	0
00	vidrios Litro	2.398	1.438.914		240	20	1		
1	Jarra	\$	\$	25.084	\$	\$	\$	\$	0
		25.084			2.508	209	7		
1	Cucharon	\$	\$	14.900	\$	\$	\$	\$	0
		14.900			1.490	124	4		
1	Pala cucharon	\$	\$	55.000	\$	\$	\$	\$	0
		55.000			5.500	458	15		
2	Tenazas	\$	\$	39.178	\$	\$	\$	\$	0
		19.589			1.959	163	5		
6	Guantes térmicos	\$	\$	306.000	\$	\$	\$	\$	0
		51.000			5.100	425	14		
6	Guantes desechables	\$	\$	73.800	\$	\$	\$	\$	0
		12.300			1.230	103	3		
6	Mascarilla	\$	\$	49.390	\$	\$	\$	\$	0
		8.232			823	69	2		
1	Escritorio	\$	\$	283.181	\$	\$	\$	\$	1
		283.181			28.318	2.360	79		
1	Silla	\$	\$	75.284	\$	\$	\$	\$	0
		75.284			7.528	627	21		
1	Computador	\$	\$		\$	\$	\$	\$	3
		1.103.071	1.103.071		110.30	9.192	306		

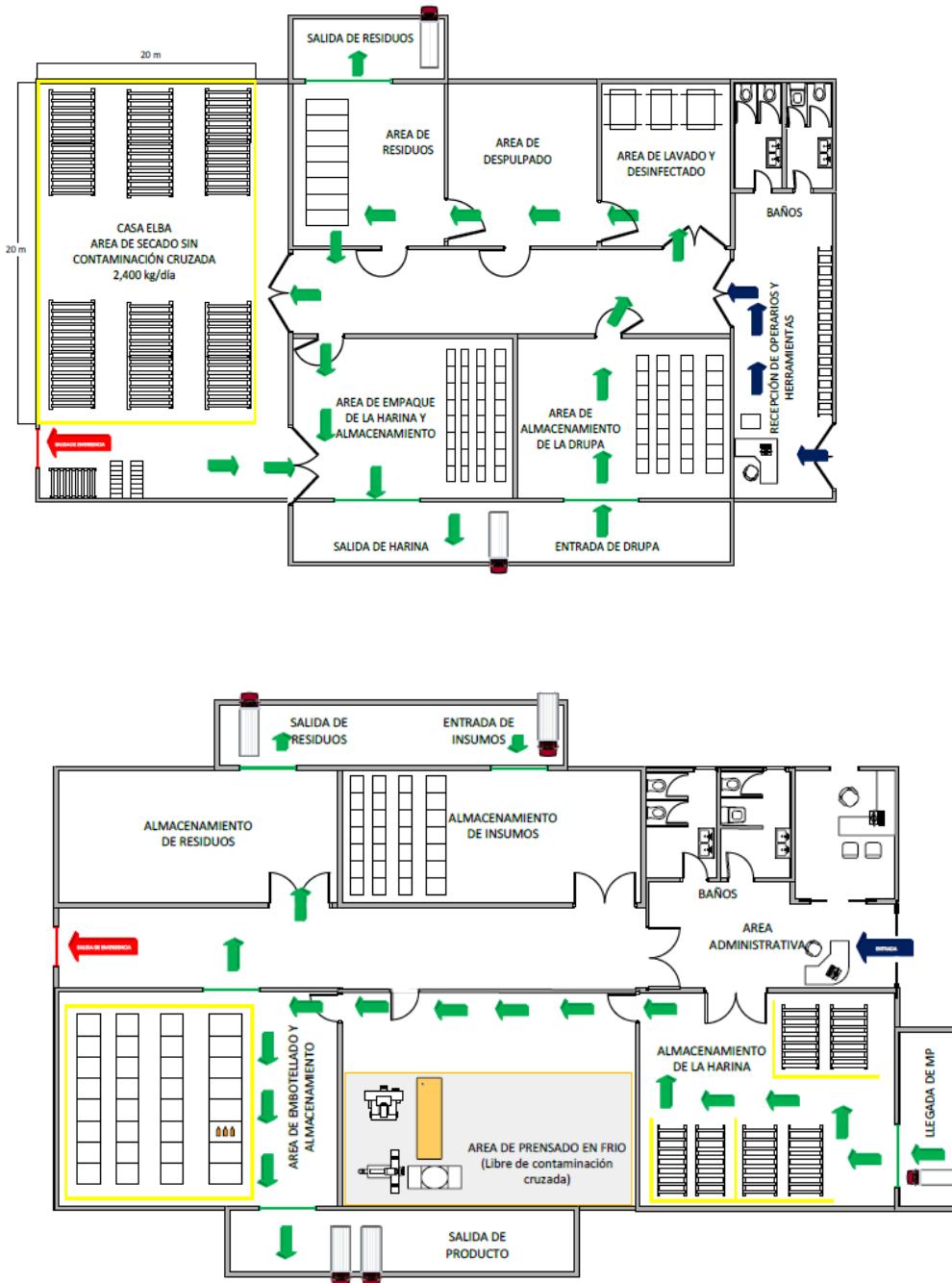
2	pesa de 100	\$	\$	371.400	\$	\$	\$	\$	1
	kilos	185.700			18.570	1.548	52		
2	planta	\$	\$		\$	\$	\$	\$	22
	electrica que	8.000.000	16.000.000		800.00	66.667	2.222		
	soporte				0				
	TOTAL		\$		\$	\$	\$	\$	51
			33.385.066		1.829.106	152.426	5.081		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14. Consumó energético

Equipos	kw/h	Horas de trabajo	Kw/d	Kw/mes	Costo Mes
Lavadora	2,238	8	17,904	537,12	284.136
Drupa					
despulpadora	2,238	8	17,904	537,12	284.136
Molino	3,73	0,575066667	2,14499867	64,34996	34.041
Prensa	4,476	2,439857143	10,9208006	327,624017	173.313
Filtro Prensa	0,2611	0,180333333	0,04708503	1,412551	747
TOTAL			49	1.468	776.374

Grafico 11. Infraestructura



Fuente. Elaboración propia.

LISTA DE REFERENCIAS

- Abdulkareem, A. S., Uthman, H., Afolabi, A. S., & Awenebe, O. L. (2011). Extraction and Optimization of Oil from Moringa Oleifera Seed as an Alternative Feedstock for the Production of Biodiesel. In *Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources*. <https://doi.org/10.5772/25855>
- Aceite Vegetal de Burití - 1 Litro - 100% Puro: Amazon.es: Hogar. (n.d.). Retrieved November 27, 2019, from <https://www.amazon.es/Aceite-Vegetal-Burití-Litro-100/dp/B017DIN3LO>
- Acosta Gustavo; Montero Nelson; Arias Juan; Acosta Jasbleidy. (2018a). MEMORIAS V SIMPOSIO NACIONAL DE FORMACION DE CALIDAD Y PERTINENCIA. *Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*, 3, 431–355. Retrieved from <https://simposiosennova.wixsite.com/sinafocape4/single-post/2018/11/08/V-Simposio-Nacional-de-Formación-con-Calidad-y-Pertinencia>
- Acosta Gustavo; Montero Nelson; Arias Juan; Acosta Jasbleidy. (2018b). *Presentacion_simposio_portugal_resumen*.
- Aguilar, A., Wohlgemuth, R., & Twardowski, T. (2018). Perspectives on bioeconomy. *New Biotechnology*, 40, 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.012>
- Aguilar Samanamud, C., Chang, I., Tenorio, L., Ynga Huamán, G., Oscanoa Huaynate, A., & Flores Ramos, L. (2011). Compendio metodológico para la extracción de lípidos totales a partir de Biomasa Microalgal. *INSTITUTO DEL MAR DEL PERU - IMARPE*. Retrieved from <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/2327>
- Albuquerque, M. L. S., Guedes, I., Alcantara Jr., P., Moreira, S. G. C., Barbosa Neto, N. M., Correa, D. S., & Zilio, S. C. (2005). Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(6a), 1113–1117. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000700004>
- Andes: World's Longest Mountain Range | Live Science. (n.d.). Retrieved September 2, 2019, from <https://www.livescience.com/27897-andes-mountains.html>

- Aquino, J. de S., Pessoa, D. C. N. de P., Araújo, K. de L. G. V., Epaminondas, P. S., Schuler, A. R. P., Souza, A. G. de, & Stamford, A. T. L. M. (2012a). Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Cerrado: Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications. *Sociedade Brasileira de Química*, 23(00), 212–219.
- Aquino, J. de S., Pessoa, D. C. N. de P., Araújo, K. de L. G. V., Epaminondas, P. S., Schuler, A. R. P., Souza, A. G. de, & Stamford, T. L. M. (2012b). Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the brazilian cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(2), 212–219. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000200004>
- Araújo, V. F. De, Petry, A. C., Echeverria, R. M., Fernandes, E. C., & Pastore, F. (2007). Plantas da Amazônia para Produção Cosmética: uma abordagem em química - 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia. *Brasília*, 244. Retrieved from [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2202/Technical/2.2 Plantas da Amazônia para produção cosmética.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2202/Technical/2.2%20Plantas%20da%20Amaz%C3%B4nia%20para%20produ%C3%A7%C3%A3o%20cosm%C3%A9tica.pdf)
- Axelsson, M., & Gentili, F. (2014). A Single-Step Method for Rapid Extraction of Total Lipids from Green Microalgae. *PLoS ONE*, 9(2), e89643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089643>
- Bailey, A. E., & Shahidi, F. (2005). *Bailey's industrial oil & fat products*. Retrieved from <https://www.wiley.com/en-us/Bailey%27s+Industrial+Oil+and+Fat+Products%2C+6th+Edition-p-9780471384601>
- Barbosa, R. I., & Lima, A. D. (2010). Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L.f. - arecaceae): *Amazônia: Ci. & Desenv*, 5, 71–86.
- Bataglion, G. A., Da Silva, F. M. A., Santos, J. M., Barcia, M. T., Godoy, H. T., Eberlina, M. N., & Koolen, H. H. F. (2015). Integrative approach using GC-MS and easy ambient sonic-spray ionization mass spectrometry (EASI-MS) for comprehensive lipid characterization of buriti (*Mauritia flexuosa*) oil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 26(1), 171–177. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20140234>

- Batista, J. S. R. O. G. B. V. M. C. R. M. F. A. F. O. E. P. S. C. I. A. F. A. da, & Medeiros Cunha. (2012). *La actividad antibacteriana y la curación de aceite de buriti Mauritia flexuosa L.* 42.
- Beiser, A. (n.d.). *Física aplicada. 2da Edición.*
- Bogotá, C. de C. de. (2015). *Iniciativa de Cluster de Cosméticos.* Retrieved from <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/13834>
- Bogotá, C. de C. de, & Colombia, U. N. de. (2016). *Plan de acción 2016-2026: Construyendo juntos el futuro del sector cosmético en Bogotá Cundinamarca. Resultados consolidados.* Retrieved from <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/17311>
- Bonesso, M. Rodrigo, N. Oliveira, D. Araujo R & Carraza, L. (2014). *Manual de Boas Práticas de Produção de Buriti.* Retrieved from <https://es.slideshare.net/naturacampus/manual-de-boas-prticas-de-produo-de-buriti>
- Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability (Switzerland)*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/su8070691>
- Camara de Comercio Bogota. (2013). *Cluster de Cosméticos, Cámara de Comercio de Bogotá.* Retrieved September 27, 2018, from <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Cosmeticos>
- Cândido, T. L. N., Silva, M. R., & Agostini-Costa, T. S. (2015a). Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chemistry*, 177, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>
- Cândido, T. L. N., Silva, M. R., & Agostini-Costa, T. S. (2015b). Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chemistry*, 177, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>
- Canuto, G. A. B., Xavier, A. A. O., Neves, L. C., & Benassi, M. de T. (2010). Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1196–1205. <https://doi.org/10.1590/S0100->

29452010005000122

- Carneiro, J. G. de M. e. (2011). FRUTOS E POLPA DESIDRATADA BURITI (*Mauritia flexuosa* L.): ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E TECNOLÓGICOS. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2), 105–111.
- Carrillo, M. Cardona, J. Díaz, R. Orduz, L. Mosquera, L. Hernández, M. & P. (2017). Los ingredientes naturales de la amazonia colombiana: sus aplicaciones y especificaciones tecnicas. In *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI*. Retrieved from <https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/ingredientes baja.pdf>
- Carrillo, M. P., Cardona, J. E. C., Díaz, R. O., Orduz, L. L., Mosquera, L. E., Hernández, M. S., & Peña, L. F. (2017). *Los ingredientes naturales de la amazonia colombiana: sus aplicaciones y especificaciones técnicas*.
- Catalogue of Life - 2019 Annual Checklist : Árbol taxonómico. (n.d.). Retrieved September 3, 2019, from <http://www.catalogueoflife.org/col/browse/tree?fa2ef918cf45604e0858141ac0870ff6>
- Celestino, P. (2009). *Olefinosas Da Amazonia*.
- Chisvert, A., López-Noguerol, M., & Salvador, A. (2018). Perfumes ☆. *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*, (March), 4–9. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14037-5>
- Clarivate. (2018). Web of Science - Clarivate. Retrieved September 26, 2018, from <https://clarivate.com/products/web-of-science/>
- Colombelli, A., & Quatraro, F. (2018). New firm formation and regional knowledge production modes: Italian evidence. *Research Policy*, 47(1), 139–157. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.10.006>
- Comision, del acuerdo de cartagena. (1996). *DECISIÓN 391 Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos Sexagesimoctavo Período Ordinario de Sesiones de la Comisión*.

- Retrieved from http://www.desarrolloeconomico.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Decision-CAN-391_0.pdf
- Constituyente, A. N. (1991). Constitución Política de Colombia 1991. Retrieved September 28, 2018, from Republica Colombia website: https://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm
- Cook, C. M., & Lanaras, T. (2015). Essential Oils: Isolation, Production and Uses. In *Encyclopedia of Food and Health* (1st ed.). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00261-0>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico CDA. (2017). *CDA Resolucion 224 de 2017.pdf* (p. Pag. 3 Art. 5). p. Pag. 3 Art. 5.
- Cosmetic Ingredient Review |. (n.d.). Retrieved June 6, 2019, from <https://www.cir-safety.org/>
- Cosméticos - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (n.d.). Retrieved June 8, 2019, from <https://www.invima.gov.co/cosméticos>
- De Ambiente, M., & Desarrollo, V. Y. (2007). *Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables*. Retrieved from www.sinchi.org.co
- De Veterinaria, F., Segura, J. F., Directores, P., López, C. J., M^a, B., & Cambero Rodríguez, I. (2015). *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID*. Retrieved from <https://eprints.ucm.es/33572/1/T36528.pdf>
- Definition of bioactive compound - NCI Dictionary of Cancer Terms - National Cancer Institute. (n.d.). Retrieved August 9, 2019, from <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/bioactive-compound>
- Delgado, Á. D. G. (2013). Respuesta morfológica y comparación multiparámetro de alternativas de extracción de aceite de microalgas para la obtención de biodiesel y co-productos. *Prospectiva*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.15665/rp.v11i1.23>

Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad. Región Amazorinoquia*. 80.

dos Santos Dias, F., dos Santos Silva, F. C., Gomes, R. S., da Silva, D. C., de Asevedo Soares, D., Rosa, D. P., & da Silva, A. F. (2017). Path analysis in fruits of the buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) in populations from the Brazilian Middle North Region. *Tree Genetics & Genomes*, 13(6), 126. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1205-1>

Durães, J. A., Drummond, A. L., Pimentel, T. A. P. F., Murta, M. M., Bicalho, F. da S., Moreira, S. G. C., & Sales, M. J. A. (2006). Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly(methyl methacrylate) blends. *European Polymer Journal*, 42(12), 3324–3332. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2006.09.012>

Efeovbokha, V. E., Hymore, F. K., Raji, D., & Sanni, S. E. (2015). Alternative Solvents for *Moringa oleifera* Seeds Extraction. *Journal of Applied Sciences*, 15(8), 1073–1082. <https://doi.org/10.3923/jas.2015.1073.1082>

Endress, B. A., Horn, C. M., & Gilmore, M. P. (2013). *Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 302, 346–353. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.051>

Español Niño, G. W. (2017). *Bioprospección y Conocimiento Tradicional en Colombia*. 171. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/64359/1/2018-06-11> Tesis Final Bioprospección y CT.pdf

EUR-Lex - 02009R1223-20160812 - EN - EUR-Lex. (n.d.). Retrieved June 5, 2019, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02009R1223-20160812&from=EN>

EUR-Lex - 32019D0701 - EN - EUR-Lex. (n.d.). Retrieved June 5, 2019, from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.121.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2019:121:TOC

Extractingoil, P. O. F. (1910). *Robso*.

- Fao. (n.d.). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos 91 ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>
- FAO, C. & P. (2011). *Fruit trees and useful plant in Amazonian life*. 380. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/015/i2360e/i2360e.pdf>
- Ferré, J. (2002). *El diseño factorial completo*. 2–8.
- FRANCO, A. (2013). The concept of biodiversity and the history of conservation biology: from wilderness preservation to biodiversity conservation. *História (São Paulo)*, 32, 21–48. <https://doi.org/10.1192/bjp.112.483.211-a>
- Fuentes, E., Rodríguez-Pérez, W., Guzmán, L., Alarcón, M., Navarrete, S., Forero-Doria, O., & Palomo, I. (2013). *Mauritia flexuosa* Presents *In Vitro* and *In Vivo* Antiplatelet and Antithrombotic Activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/653257>
- Gale Group., J., Arias, N., & Madriñán, C. (2016). Revista de ciencias. In *Revista de Ciencias* (Vol. 20). Retrieved from Universidad del Valle website: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-19352016000100006
- Garcia, D & Espinoza, O. (2018). BOLETÍN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIA N°001-2018 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE *Mauritia flexuosa*. Retrieved September 27, 2018, from https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/AGROINDUSTRIA_001-2018/files/assets/basic-html/page2.html
- Gartland, K. M. A., & Gartland, J. S. (2018). Opportunities in biotechnology. *Journal of Biotechnology*, 282(June 2018), 38–45. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.06.303>
- Gibson, M., & Newsham, P. (2018). Lipids, Oils, Fats, and Extracts. *Food Science and the Culinary Arts*, 323–340. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811816-0.00016-6>

Gobernación del Guaviare. (2016). *PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL 2016-2019*.

342. Retrieved from <https://ceo.uniandes.edu.co/images/Documentos/Plan de Desarrollo Guaviare 2016 - 2019.pdf>

Gómez, H., Soledad, M., Rodríguez, C., Yaneth, S., Benavides, G., García, B., ... Giraldo Benavides Jaime Alberto Barrera García, B. (2018). *Seje, Moriche y Asai Palmas Amazónicas con Potencial* (1st ed.; Instituto Amazonico de Investigaciones Cientificas SINCHI, Ed.). Retrieved from www.sinchi.org.co

Gómez Madrigal, L. S., Méndez Rivera, J. Á., & Morán Torres, E. F. (2014). Bioprospección Y Sustentabilidad Participativa: Una Mirada Desde El Derecho De La Biodiversidad. *Ciencia Jurídica*, 5, 7–21. <https://doi.org/10.5902/2316305417244>

Gonzales Coral, A., & Torres Reyna, G. M. (2010). *Cultivo de Aguaje*. 40.

Goulding, M., Smith, N. J. H., & Amazon Conservation Association. (2007). *Palms : sentinels for Amazon conservation*. Missouri Botanical Garden Press.

Hermans, F. (2018). Book Review. *Research Policy*, 47(1), 305. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.10.014>

Hernández, C., & Mieres Pitre, A. (2005). Rendimiento de la extracción por prensado en frío y refinación física del aceite de la almendra del fruto de la Palma Corozo (*Acrocomia aculeata*). *REVISTA INGENIERÍA UC.*, 12(1), 68–75. Retrieved from http://www.ciiq.org/varios/peru_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf

Hoard Cheryl. (2014). ¿Es su aceite esencial natural, estandarizado o sintético? - Hierbas de Cheryl. Retrieved August 11, 2019, from <https://www.cheryls herbs.com/home/is-your-essential-oil-natural-standardized-or-synthetic/>

Honeywell Riedel-de Haen™ Petroleum ether, For pesticide residue analysis, low boiling point hydrogen treated naphtha, bp 40-60 °C, Honeywell Riedel-de Haen™: Application Specific Petroleum Ether Petroleum Ether | Fisher Scientific. (n.d.). Retrieved June 21, 2019, from <https://www.fishersci.es/shop/products/petroleum-ether-honeywell-3/p-7072104>

Hurtado Benavides, A. M., & Mauricio, A. (2014). *Estudio del proceso de extracción de componentes minoritarios de aceite de oliva con CO₂ supercrítico en contracorriente*.

Identificación, S. (n.d.). *Hoja de seguridad Éter de petróleo MSDS*. 1–6.

INSTITUTO HUMBOLDT. (2016a). *XIV. MORICHALES, CANANGUCHALES Y OTROS PALMARES INUNDABLES DE SURAMÉRICA PARTE II* (G. C. & M. M. Carlos A. Lasso, Ed.). Retrieved from <http://investigacion.unitropico.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Humedales.pdf>

INSTITUTO HUMBOLDT. (2016b). *XIV. MORICHALES, CANANGUCHALES Y OTROS PALMARES INUNDABLES DE SURAMÉRICA PARTE II* (M. Carlos, Lasso. Giuseppe, Colonnello & Monica, Ed.). Retrieved from <http://investigacion.unitropico.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Humedales.pdf>

Instituto Sinchi. (2016). Zonificación ambiental y ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonía, creada mediante la Ley 2ª de 1959, en el departamento de Guaviare. Informe final. Versión 2.0, del convenio 047 de 2009. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Retrieved July 23, 2019, from Grupo de Gestión de Información Ambiental y Zonificación del Territorio: Amazonia Colombiana - GIAZT. Bogotá D.C. website: <https://www.sinchi.org.co/2-fase-i-departamento-del-guaviare>

Jailane de Souza Aquino, Débora C. N. de Pontes Pessoa, Kassandra de Lourdes G. V. Araújo, Poliana S. Epaminondas, Alexandre Ricardo P. Schuler, e Antônio G. de Souza and Stamfordb, T. L. M. (2012). Refining of Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) Originated from the Brazilian Cerrado: Physicochemical, Thermal-Oxidative and Nutritional Implications. *Sociedade Brasileira de Química*, 23(2), 212–219.

Kircher, M., Breves, R., Taden, A., & Herzberg, D. (2018). How to capture the bioeconomy's industrial and regional potential through professional cluster management. *New Biotechnology*, 40, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.007>

Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., da Silva, V. S. V., Paz, W. H. P., & Bataglion, G. A. (2018).

-
- Buriti fruit—*Mauritia flexuosa*. In *Exotic Fruits* (pp. 61–67). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00004-6>
- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2013.01.039>
- Lescano, C. H., de Oliveira, I. P., Freitas de Lima, F., Baldivia, D. da S., Justi, P. N., Cardoso, C. A. L., ... Sanjinez-Argandoña, E. J. (2018). Nutritional and chemical characterizations of fruits obtained from *Syagrus romanzoffiana*, *Attalea dubia*, *Attalea phalerata* and *Mauritia flexuosa*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(2), 1284–1294. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9742-3>
- Linhares, E. (n.d.). MANUAL OF THE PALMS OF ACRE, BRAZIL. Retrieved September 26, 2018, from https://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual_palmeiras.html
- Lokko, Y., Heijde, M., Schebesta, K., Scholtès, P., Van Montagu, M., & Giacca, M. (2018). Biotechnology and the bioeconomy—Towards inclusive and sustainable industrial development. *New Biotechnology*, 40, 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.005>
- Longo, M., Pérez, C., Medina, M., Forero, L. C., & Ramírez, J. J. (2013). Contribución al conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos de un morichal del piedemonte andino orinoquense colombiano. In *VII. Morichales y Canaguales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela Parte I. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*.
- Loreto, D. De. (n.d.). *Aguaje 1*.
- Luis Carrasco Calvo, J. (1995). Extracción de aceite de palmiste: procesos. Extraction of palm kernel oil: processes. *Palmas Número Especial*, 16, 129–137.
- Luque de Castro, M. D., & Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of Chromatography A*, 1217(16), 2383–2389.

<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.027>

Lusas, E. W., & Jividen, G. M. (1987). Glandless cottonseed: A review of the first 25 years of processing and utilization research. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(6), 839–854. <https://doi.org/10.1007/BF02641491>

Mandal, S. C., Mandal, V., & Das, A. K. (2015). Classification of Extraction Methods. In *Essentials of Botanical Extraction*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802325-9.00006-9>

Manhães, L., Menezes, E., Marques, A., & Sabaa Srur, A. (2015). Flavored Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*, Mart.) for Culinary Usage: Innovation, Production and Nutrition Value. *Journal of Culinary Science and Technology*, 13(4), 362–374. <https://doi.org/10.1080/15428052.2015.1058205>

Manhães, L. R. T., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2011). Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), 856–863. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000400005>

Mauritia flexuosa L.f. (n.d.). Retrieved September 4, 2019, from <https://www.gbif.org/species/5294777>

Milanez, J. T., Neves, L. C., Colombo, R. C., Shahab, M., & Roberto, S. R. (2018a). Bioactive compounds and antioxidant activity of buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages. *Scientia Horticulturae*, 227, 10–21. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2017.08.045>

Milanez, J. T., Neves, L. C., Colombo, R. C., Shahab, M., & Roberto, S. R. (2018b). Bioactive compounds and antioxidant activity of buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages. *Scientia Horticulturae*, 227, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.045>

Ministerio del Medio Ambiente. (1997). Resolucion 620 de 1997. Retrieved September 28, 2018, from <http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf>

/Recursos_Genéticos_/resolución_620_de_1997.pdf

Ministerio Del Medio Ambiente. (2002). *Resolucion 068 del 22 de enero de 2002*. Retrieved from <https://www.state.gov/documents/organization/272422.pdf>

Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). Resolución 260 de 2011. Retrieved September 28, 2018, from <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Resolucion-260-de-2011.pdf>

Normas y regulaciones para la industria de base biológica. (n.d.). Retrieved May 27, 2019, from <http://www.besustainablemagazine.com/cms2/standards-and-regulations-for-the-bio-based-industry/>

Núñez, C. E. (2007). *EXTRACCION CON EQUIPO SOXHLET*.

Núñez, C. (2008). Extraccion con Equipo Soxhlet. *Bioquímica y Biología Molecular*, 2(3), 5. Retrieved from <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequiposoxhlet.pdf>

ONU. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica*. 16.

Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Desarrollo sustentable*. 9–11. Retrieved from <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

Pansera, M., & Owen, R. (2018). Framing inclusive innovation within the discourse of development: Insights from case studies in India. *Research Policy*, 47(1), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.007>

Pieracci, J. P., Armando, J. W., Westoby, M., & Thommes, J. (2018). Industry Review of Cell Separation and Product Harvesting Methods. *Biopharmaceutical Processing*, 165–206. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100623-8.00009-8>

Przybylski, R., & Zambiasi, R. C. (2000). Predicting oxidative stability of vegetable oils using neural network system and endogenous oil components. *Journal of the American Oil*

- Chemists' Society*, 77(9), 925. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0146-x>
- Quispe, Jacobo Fredy; Ayala, Rojas Mauro; Ingunza, Reyes Gerardo; Landeo, P. E. P. C. G. (2009). Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de ungurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la amazonía peruana. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 75(2), 243–253.
- Rangel-ch, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestos*, 5, 292–304. <https://doi.org/10.1073/pnas.262413599>
- Rau, H., Goggins, G., & Fahy, F. (2018). From invisibility to impact: Recognising the scientific and societal relevance of interdisciplinary sustainability research. *Research Policy*, 47(1), 266–276. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.11.005>
- Rautela, R., & Cameotra, S. S. (2014). *Bioprospecting of Plant Essential Oils for Medicinal Uses*. (February). <https://doi.org/10.1007/978-81-322-1166-2>
- Reid, W. V. (1993). *Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development*.
- Resende, L. M., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019a). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, 270, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079>
- Resende, L. M., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019b). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, 270(December 2017), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079>
- Restrepo, J., Arias, N., & Madriñán, C. (2016). *Determination of the nutritional value, fatty acid profile and antioxidant capacity of aguaje pulp (Mauritia flexuosa)*. 20, 71–78. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rcien/v20n1/v20n1a06.pdf>
- Ribeiro, B. D., Nascimento, R. F., Barreto, D. W., Coelho, M. A. Z., & Freitas, S. P. (2010). An ethanol-based process to simultaneously extract and fractionate carotenoids from *Mauritia*

- flexuosa* L. Pulp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(3), 657–663.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000099>
- Rodrigues Bijos, N., Ulysses, C., Eugênio, O., De Roure, T., Mello, B., Ferreira De Souza, G., & Rodrigues Munhoz, C. B. (2017). *Plant species composition, richness, and diversity in the palm swamps (veredas) of Central Brazil*. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.10.002>
- Rojas Blanco, D. L. (2013). Vicisitudes del Protocolo de Nagoya en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(3), 17–23.
- Rosenthal, A., Pyle, D. L., & Niranjana, K. (1996). Aqueous and enzymatic processes for edible oil extraction. *Enzyme and Microbial Technology*, 19(6), 402–420.
[https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(96\)80004-F](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(96)80004-F)
- Rull, V., & Montoya, E. (2014a). *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a neotropical context. *Quaternary Science Reviews*, 99, 17–33.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.06.007>
- Rull, V., & Montoya, E. (2014b). *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a neotropical context. *Quaternary Science Reviews*, 99, 17–33.
<https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2014.06.007>
- Salazar Pérez, L. E. (2012). Evaluación de métodos de extracción de aceite de microalgas para la producción de biodiesel. *Universidad de Piura*, 145.
- Sánchez, F. (Universidad N. de C.). (2006). II Segundo Congreso Internacional De Plantas Medicinales Y Aromáticas Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. *Extracción De Aceites Esenciales. Experiencia Colombiana*.
- Sasson, A., & Malpica, C. (2018). Bioeconomy in Latin America. *New Biotechnology*, 40, 40–45.
<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.007>

- Schanz, H. (2004). Sustainable forest management. In *Encyclopedia of forest sciences*.
<https://doi.org/10.3832/efor0348-0030039>
- ScienceDirect. (n.d.). Retrieved September 26, 2018, from ScienceDirect website:
<https://www.sciencedirect.com/>
- Significado de pH (Qué es, Concepto y Definición) - Significados. (n.d.). Retrieved June 21, 2019,
from <https://www.significados.com/ph/>
- Silva, R. S., Ribeiro, L. M., Mercadante-Simões, M. O., Nunes, Y. R. F., & Lopes, P. S. N. (2014).
Seed structure and germination in buriti (*Mauritia flexuosa*), the Swamp palm. *Flora -
Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(11), 674–685.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.08.012>
- Silva, S. M., Sampaio, K. A., Taham, T., Rocco, S. A., Ceriani, R., & Meirelles, A. J. A. (2009).
Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa*) grown in the Brazilian
Amazon Region. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(7), 611–616.
<https://doi.org/10.1007/s11746-009-1400-9>
- Slade, R., & Bauen, A. (2013). Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance,
environmental impacts and future prospects. *Biomass and Bioenergy*, 53(0), 29–38.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.12.019>
- Speranza, P., De Oliveira Falcão, A., Alves Macedo, J., Da Silva, L. H. M., Da C. Rodrigues, A.
M., Alves Macedo, G., & Macedo, G. A. (2016). Amazonian Buriti oil: chemical
characterization and antioxidant potential. *Grasas y Aceites*, 67(2), e135.
<https://doi.org/10.3989/gya.0622152>
- Stoessel, L., Martínez, G., & Constenla, D. (2015). Análisis preliminar de ácidos grasos
recuperados de cerámicas arqueológicas del curso inferior del Río Colorado (norpatagonia
oriental): Aportes para la subsistencia de grupos cazadores-recolectores. *Magallania*, 43(1),
231–249.
- Stratakos, A. C., & Koidis, A. (2015). Methods for extracting essential oils. In *Essential Oils in*

-
- Food Preservation, Flavor and Safety*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00004-3>
- Ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., ... Silman, M. R. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156). <https://doi.org/10.1126/science.1243092>
- Trujillo G, J. M., Torres M, M. A., & Santana C, E. (2011). La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.) un ecosistema estrategico. In *Orinoquia* (Vol. 15). Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v15n1/v15n1a07.pdf>
- UNDP. (2015). Bioprospecting | UNDP. Retrieved September 27, 2018, from <http://www.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/bioprospecting.html>
- Valenzuela B, A., & Morgado T, N. (2005). LAS GRASAS Y ACEITES EN LA NUTRICION HUMANA: ALGO DE SU HISTORIA. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(2), 88–94. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182005000200002>
- Vanegas, E. T. (2014). *Fenologia y produccion de frutos de Mauritia flexuosa L. f. en cananguchales del sur de la Amazonia Colombiana* (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA). Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/12483/1/15514489.2014.pdf>
- Varela-Medina, D. P., & Lopez-Reyes, A. M. (2011). ANÁLISIS CRÍTICO DEL DISEÑO FACTORIAL 2 k SOBRE CASOS APLICADOS. *Scientia Et Technica Scientia et Technica Año XVIII*, 47(47), 101–106. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84921327018>
- Virapongse, A. (2017). Social Mechanisms and Mobility: Buriti Palm (*Mauritia flexuosa*) Extractivism in Brazil. *Human Ecology*, 45(1), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s10745-016-9887-9>
- Virapongse, A., Endress, B. A., Gilmore, M. P., Horn, C., & Romulo, C. (2017). Ecology, livelihoods, and management of the *Mauritia flexuosa* palm in South America. *Global Ecology and Conservation*, 10, 70–92. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.12.005>

-
- Viot, M., Tomao, V., Colnagui, G., Visinoni, F., & Chemat, F. (2007). New microwave-integrated Soxhlet extraction. An advantageous tool for the extraction of lipids from food products. *Journal of Chromatography A*, 1174(1–2), 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.09.067>
- Wei, A., & Shibamoto, T. (2010). Medicinal activities of essential oils: Role in disease prevention. In *Bioactive Foods in Promoting Health* (First Edit). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00004-9>

VITA

Acá se incluye una breve bibliografía del autor de la tesis.