



Viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare
bajo el enfoque de la sostenibilidad

Mayra Alejandra Sogamoso Moreno

Gina Paola Vanegas Báez

Oscar Giovanni Lara Cuesta

Universidad Católica de Colombia

Facultad de ciencias económicas y administrativas

Programa Formulación y Evaluación Económica y Social de Proyectos

Bogotá, Colombia

Diciembre, 2018



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare bajo el
enfoque de la sostenibilidad

Alejandra Sogamoso Moreno
Gina Paola Vanegas Báez
Oscar Giovanni Lara Cuesta

Proyecto de grado presentada como requisito obtener el título de:
Especialistas en – Formulación y Evaluación Económica de Proyectos

Director:
Johan Manuel Redondo PhD.

Directora:
Johana Regino Vergara

Codirector:
Danny Ibarra Vega PhD.

Línea de Investigación:
Economía y Desarrollo Sostenible

Universidad Católica de Colombia
Facultad de ciencias económicas y administrativas
Bogotá, Colombia
Diciembre, 2018

“Agradecemos a Dios por las bendiciones recibidas a lo largo de nuestra vida y como profesionales, a nuestro director de proyecto el Doctor Johan Manuel Redondo por su conocimiento, sacrificios y compromiso con el presente trabajo de grado, al codirector el Doctor en Biocombustibles Danny Ibarra y a nuestras familias por su apoyo incondicional, paciencia en los tiempos complicado y amor.”

Contenido

<i>Índice de Tablas</i>	6
<i>Índice de Figuras</i>	6
Capítulo I. Introducción proyecto viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare bajo el enfoque de la sostenibilidad	7
1.1. Introducción	7
1.2. Planteamiento del Problema	8
1.3. Justificación	10
1.4. Objetivos	11
1.4.1. Objetivo General	11
1.4.2. Objetivos Específicos	12
1.5. Hipótesis	12
2. Capítulo II. Marco de referencia de la producción de palma de aceite	12
2.1. Marco Teórico	12
2.1.1. Elementos conceptuales	13
2.1.2. Generalidades de los Biocombustibles	17
2.1.3. Elementos Técnicos	18
2.2. Estado del arte	22
2.2.1. Antecedentes producción de palma de aceite para la creación de Biocombustible	22
2.3. Marco Normativo	26
3. CAPÍTULO III. Metodología producción palma de aceite Villanueva (Casanare)	28
3.1. Estudio de oferta y demanda	29
3.1.1. Estudio de mercado.	29
3.1.2. Estudio Técnico.	29
3.1.3. Estudio Administrativo.	30
3.1.4. Estudio Financiero.	30
3.2. Estudio de los aspectos sociales y ambientales	30
3.3. Evaluación de la gestión de los aspectos socioambientales de la producción.	31
3.4. Viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).	32
4. CAPÍTULO IV. Estudios de la formulación económica y social de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare)	32
4.1. Estudio de oferta y demanda de la producción de palma de aceite.	33
4.1.1. Producción a nivel nacional.	33
4.1.2. Producción cultivo de palma de aceite en Villanueva, Casanare.	34
4.1.3. Cantidad y precio objetivo aproximado de la producción y comercialización de la palma de aceite en Villanueva Casanare.	35
4.2. Estudio Técnico	36
4.2.1. Proceso productivo	37
4.2.2. Ubicación de la planta (Localización)	39

4.3. Estudio Administrativo y Legal	41
4.3.1. Matriz FODA producción palma de aceite en Villanueva (Casanare)	41
4.4. Estudio Financiero	42
4.4.1. Presupuesto de Costos	42
4.4.2. Presupuesto de Ventas	44
4.4.3. Flujo de Caja	46
4.5. Aspectos sociales y ambientales de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).	47
4.5.1. Hipótesis dinámica	47
4.5.2. Modelo para la evaluación de estrategias de intervención del suelo y análisis de la sostenibilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare)	53
Capítulo V. Conclusiones	57
Capítulo VI. Recomendaciones	60
Referencias	61

Índice de Tablas

Tabla 1 Marco Normativo	26
Tabla 2 Producción de palma en Colombia	32
Tabla 3 Producción de palma en Villanueva	33
Tabla 4 Análisis FODA del Sector	40

Índice de Figuras

Figure 1 Producción agrícola Villanueva (Casanare)	9
De acuerdo, con la definición de la sostenibilidad en tres líneas surge la “Triple Bottom Line” TBL, en esta teoría se defiende que la sostenibilidad únicamente se logra con la existencia de la sostenibilidad ambiental, económica y social.	
Figure 2 "Triple Bottom Line" TBL	13
Figure 3 "Triple Bottom Line" TBL	13
Figure 4 perdida de la cubierta forestan en Malasia e Indonesia	22
Figure 5 Distribución cultivos de palma de aceite en Colombia	24
Figure 6 Vocación del Suelo Departamento Casanare	25
Figure 7 Comportamiento de la producción de palma de aceite	32
Figure 8 Producción palma de aceite en Villanueva	33
Figure 9 Cantidad y producción	34
Figure 10 Precio de venta 2018	35
Figure 11 Mapa de procesos de la producción de palma de aceite	37
Figure 12 Evaluación variables de localización por regiones del país	38
Figure 13 Evaluación variables de localización por departamentos	38
Figure 14 Evaluación variables de localización por municipio	39
Figure 15 Hipótesis dinámica	1
Figure 16 Diagrama de niveles y flujos.	7
Figure 17 Grafica de Producción del Fruto de Palana de Aceite	9
Figure 18 Serie de Tiempo (Simulada)	12
Figure 19 Análisis de Viabilidad	13

Capítulo I. Introducción proyecto viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare bajo el enfoque de la sostenibilidad

1.1. Introducción

En la actualidad existe una tendencia a generar políticas energéticas sostenibles, las cuales promueven el uso de fuentes de energía renovables. Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) son causadas por los combustibles fósiles (Markevicius et. al 2010), se considera como alternativa, la practica sostenible de biocombustible, con el fin de remplazar las fuentes de energía convencionales.

Según Scarlat y Dallemand (2011) los biocombustibles pueden ser una opción para reducir las emisiones de GEI e incrementar la diversidad de la cadena de suministro de energía, de igual manera, generan empleo y aportan al desarrollo rural y agrícola. Además, su producción proporciona medios para reducir los GEI del sector transporte.

La producción de biodiesel a partir de materias primas no alimentarias está generando interés a nivel mundial. En algunas partes del mundo, la palma de aceite es utilizada como insumo para la fabricación de biodiesel, dado que, tiene altos rendimientos y fácil adaptabilidad tecnológica, es por ello, que Asia es el principal productor de palma de aceite en el mundo, cuenta con el 88% de la producción total, seguido por América que representa el 7%. A nivel regional, Indonesia es el primer productor, seguido por Malasia y Tailandia. Colombia se ubica en el cuarto puesto, siendo este el principal productor de América contribuyendo un 34% en la región y un 2,4% de la producción mundial. Según estimaciones de Fedepalma, la producción de palma de aceite aportó el 11% del PIB agrícola colombiano.

Por otra parte, el área sembrada, abarca más de 530 mil hectáreas. De acuerdo con el Censo Agropecuario del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE),

realizado en 2015, la palma de aceite es el segundo cultivo con mayor extensión en área sembrada en Colombia, después del café (Federación Nacional de Biocombustibles 2018).

La sostenibilidad de los biocombustibles depende de los impactos ambientales, sociales y económicos que ocurren durante su ciclo de vida. Una cadena productiva de biocombustibles causa diferentes efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, la sociedad y la economía. Para determinar dichos efectos es necesario realizar una gestión integral a las diferentes etapas de la producción desde diferentes perspectivas, con el fin de evaluar la sostenibilidad y así crear unas alternativas estratégicas que beneficien los tres pilares de la sostenibilidad (Markevicius et. al 2010).

Los conflictos por el uso del suelo son cada vez mayores debido a la alteración de los sistemas ecológicos, la biodiversidad y la deforestación. A nivel mundial, las inquietudes que más despiertan la atención por el desarrollo del sector son las relacionadas con el cambio climático, la seguridad alimentaria y el rendimiento económico (Valencia y Cardona 2014).

Dado lo anterior, el propósito de este trabajo de grado es evaluar la Viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare bajo el enfoque de la sostenibilidad, mediante un estudio de factibilidad que incluye los aspectos sociales y ambientales, lo cual, permitirá evaluar la gestión socioambiental.

1.2. Planteamiento del Problema

La producción de biocombustibles en Colombia se encuentra incentivada legalmente por el Conpes 3510 de 2018. Dicho documento tiene el propósito de dar lineamientos de política, para promover la producción sostenible de biocombustibles en el país. La producción de palma de aceite implica, analizar aspectos relacionados con la reducción de Gases Efecto Invernadero GEI, producción de combustibles fósiles, análisis ambiental de las plantaciones de palma africana y el impacto ocasionado en la biodiversidad, entre otros.

El Ministerio de Minas y Energía, para el año 2012, identificaba en las plantaciones de palma, oportunidades ambientales. En primer lugar, este tipo de cultivos presentan mayor capacidad para almacenar carbono que pastizales o terrenos utilizados para producción agrícola.

En segundo lugar, el uso de biodiesel de palma de aceite reduce la producción de GEI en un 83%, comparado con el uso de combustibles de tipo fósil.

A nivel mundial, se están generando estrategias, que aporten a la producción sostenible de la palma de aceite. Autores como Wicke, et al 2010, afirman, que el cambio en el uso del suelo incide en la emisión de GEI, debido a la variación en las reservas de carbono en biomasa forestal en suelos minerales. En este sentido, el contexto vocacional del suelo, así como la capacidad de captura de la plantación, debe ser la base para promover la instalación del cultivo de palma africana.

En el año 2000, los precios de los alimentos y del petróleo se incrementaron, con este aumento, la demanda de biocombustible se incrementó (Rosillo, et al., 2009, citado por Giraldo, et al., 2014). Justificado en la alta demanda, el sector de los biocombustibles presenta un auge económico, además, los estudios presentan resultados en los que se estiman, que en el año 2025 las reservas de petróleo se agotarán y para el año 2039 se terminarán las reservas de gas. Por tal razón, la producción de palma de aceite y en general de materias primas, para la generación de biocombustibles, tienen gran capacidad de demanda a nivel mundial.

De acuerdo con el anterior análisis, se evidencia que hay una alta demanda del sector energético por productos como la palma de aceite, para la producción de biocombustible, adicional, las plantaciones de palma disminuyen los GEI. Estos dos argumentos, permiten dar juicios de valor, sobre la pertinencia de producir palma africana. Sin embargo, Yatim, et al., 2017 identifica posturas de movimiento ecologistas en contra de estas plantaciones, argumentando que estos cultivos generan deforestación, degradación del medio ambiente y daños en la biodiversidad. Por las razones anteriores, es conveniente revisar las políticas ambientales, con el propósito de hacer una cuantificación real de las afectaciones generadas en la producción y de ser necesario aumentar los costos teniendo en cuenta el análisis de riesgo ambiental (Yatim, Sue, Loong & Choy, 2017).

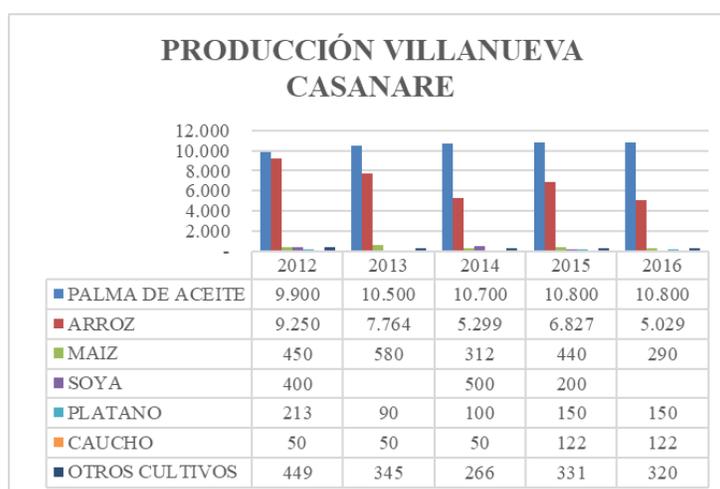
Por consiguiente, es pertinente revisar y dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Qué viabilidad tiene la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare) bajo el enfoque de la sostenibilidad?

En esta pregunta la viabilidad corresponde a la viabilidad económica, social y ambiental, de este modo, para contestarla, se realizará un ejercicio de viabilidad económica convencional que también incluirá la viabilidad socioambiental-

Durante este estudio se tendrán en consideración datos entre los años 2012 y 2016 del Ministerio de Agricultura para la zona rural de Villanueva (Casanare), en donde, al finalizar el año 2016, se contaba con 10.800 hectáreas de palma de aceite sembradas.

Figure 1 Producción agrícola Villanueva (Casanare)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Agricultura

1.3. Justificación

El cultivo de la Palma africana es una de las principales alternativas agrícolas de Villanueva (Casanare), de acuerdo con su Plan de Desarrollo Municipal (2016 – 2019). A fecha 2016, la participación de la Palma africana era del 56,76% del total del área cultivable del municipio, generando un alto nivel de empleabilidad y aportando el porcentaje más alto del PIB de Villanueva, demostrando su importancia para la economía local.

Es fundamental, alinear el componente económico con el socioambiental, es por ello, que el presente trabajo de grado busca determinar la sostenibilidad, dado que, garantiza el bienestar humano, presente y futuro, logrando una integración del desarrollo económico, la calidad de vida y el medio ambiente (Jianguo, 2013).

Sin embargo, se podría cuestionar la seguridad alimentaria de la zona, dado que, de las 16.712 hectáreas sembradas en el territorio al finalizar el año 2016 solo el 42,82% pertenece a cultivos de arroz, maíz, soya, plátano, papaya, yuca, cacao, piña, caña de miel y maracuyá, y el 0,42% pertenece a la siembra de caucho (Agronet 2016), poniendo en tela de juicio si el desarrollo económico resulta más importante que el bienestar socio ambiental.

Por otra parte, autores como Wakker, et al. 2004, manifiestan que existe un conflicto por el uso del suelo a nivel mundial, debido a la transformación de la selva natural y las implicaciones socioambientales que esto genera. Para Colombia el tema no es ajeno, puesto que, se evidenciaron conflictos sociales y ambientales como la pérdida de bosques nativos protectores en el Chocó biogeográfico y la deforestación por tala de árboles en el municipio de Tumaco (Le Du et. al. 2004).

Es importante resaltar que en el Acuerdo Municipal número 005 de 2016 de Villanueva, Casanare, no se evidencia dentro del eje estratégico: “Todos por un ambiente sano”, una meta clara sobre la conservación de la biodiversidad, el buen uso del suelo o la seguridad alimentaria del municipio.

Por lo anterior, se busca establecer la viabilidad de la producción de la palma de aceite, determinando, los componentes ambientales y sociales, evaluándolos financieramente, teniendo en cuenta que se debe cambiar la percepción económica y política que se tiene sobre la producción y empezar a evaluar los riesgos que trae este tipo de siembra.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare) bajo el enfoque de la sostenibilidad.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de oferta y demanda de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).
- Elaborar el estudio de los aspectos sociales y ambientales de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).
- Evaluar la gestión de los aspectos socioambientales de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare)

1.5. Hipótesis

Una práctica adecuada en el paisaje hace viable, desde la perspectiva del desarrollo sostenible, la producción de palma de aceite en el municipio de Villanueva (Casanare).

2. Capítulo II. Marco de referencia de la producción de palma de aceite

En el presente capítulo, se describe el marco teórico, conformado por elementos conceptuales, descripción de biocombustibles y los elementos técnicos, para la formulación de un proyecto productivo de palma de aceite en Villanueva Casanare. Además, se incluye un análisis de antecedentes de la producción de palma de aceite, a modo de estado del arte y finaliza con el marco de referencia normativo aplicable.

2.1. Marco Teórico

A continuación, se desarrolla un marco de referencia conceptual y técnico, para un proyecto productivo bajo el enfoque de la sostenibilidad, con el propósito de tener una herramienta, para el análisis y el diseño de la metodología y posteriormente la evaluación del presente trabajo de grado.

2.1.1. Elementos conceptuales

La viabilidad como concepto contempla aspectos de estabilidad, confinamiento, homeostasis, adaptación, entre otros, estos conceptos permiten identificar, las restricciones representadas en variables sociales, físicas, biológicas y restricciones económicas. Estas variables se caracterizan por no poder ser quebrantadas y es en este sentido surge la Teoría de la Viabilidad. (Aubin et. al., 2011).

La Teoría de la Viabilidad presenta tres conceptos como centrales, oportunidad, necesidad y adaptación, el propósito de dicha teoría es dar respuesta a la adaptación dinámica de los sistemas evolutivos que son inciertos a entornos con restricciones (Aubin et.al., 2011 citado por Ibarra, 2017). Esta Teoría desarrolla y diseña métodos matemáticos y algorítmicos, que permiten, investigar la adaptación a restricciones de viabilidad de las evoluciones en sistemas complejos bajo incertidumbres (Aubin et.al., 2011 citado por Ibarra, 2017).

Las tres variables de la Teoría de Viabilidad se representan así:

$$x'(t) \in F(x(t)) \quad x(t) \in K$$

- Oportunidad es una selección de las posibilidades dadas por la evolución del sistema y es representada por $x'(t)$.
- Adaptación es el conjunto de todas las inclusiones diferenciales del sistema en evolución que rige el comportamiento del sistema y es representado por $F(x(t))$.
- Necesidad es una condición K (Ibarra, 2017).

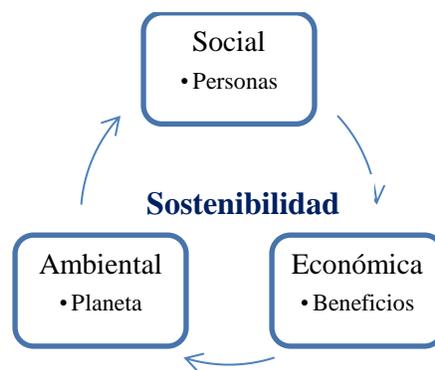
Parafraseando a Ibarra (2017) luego del análisis de la Teoría de la Viabilidad, se puede concluir, que si se desea evaluar la implementación de un sistema productivo basado en un enfoque sostenible, es necesario hacer uso de una metodología que represente los diversos sistemas y permitan modelar las variables oportunidad y necesidad, además, debe permitir identificar externalidades o comportamientos emergentes para evidenciar la adaptación del proceso productivo.

En cuanto a la sostenibilidad, la Comisión Brundtland, constituida por la Asamblea General en 1983, en su informe, “Nuestro Futuro Común” (1987) define el desarrollo sostenible, como el

desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. Este concepto, busca la protección del medio ambiente y al mismo tiempo propende por el desarrollo de países no desarrollados. Por lo que, relaciona políticas ambientales con desarrollo, identificando tres dimensiones sostenibilidad económica, sostenibilidad social y sostenibilidad ambiental. (Jianguo, 2013)

De acuerdo, con la definición de la sostenibilidad en tres líneas surge la “Triple Bottom Line” TBL, en esta teoría se defiende que la sostenibilidad únicamente se logra con la existencia de la sostenibilidad ambiental, económica y social. Figure 2 "Triple Bottom Line" TBL

Figure 3 "Triple Bottom Line" TBL



Fuente: Elaboración propia a partir de (Jianguo, 2013)

En relación con TBL, se identifican dos modelos que relacionan las tres variables de la sostenibilidad, el primero modelo es el de la sostenibilidad débil, hace una relación sustituyente mutua entre el capital natural y el capital hecho por el hombre, se considera como un sistema sostenible, siempre y cuando los aumentos sean los mismos en cada dimensión (Jianguo, 2013). El segundo, es el modelo de la sostenibilidad absurdamente fuerte, afirma que la naturaleza no puede ser sustituida (Holanda, 1997 citado por Jianguo, 2013), lo que significa que ninguna especie se puede extinguir, ni un recurso no renovable puede ser tomado, sin importar que personas mueran de hambre (Jianguo, 2013).

En el medio de estos dos modelos de sostenibilidad el débil y el absurdamente fuerte, surge el modelo de sostenibilidad fuerte, que se propone no estar en los extremos. La Sostenibilidad Fuerte, asume un sistema complementario entre el hombre y el capital natural, logrando así un equilibrio entre las tres dimensiones de la sostenibilidad TBL y así el “ganar – ganar – ganar”, situación que se basa en que diferentes formas de capital ambiental, social o económico son complementarias (Jianguo, 2013).

Entonces, se espera que la sostenibilidad pueda garantizar la satisfacción de las necesidades humanas, de las generaciones presentes y futuras, mejorando integralmente el medio ambiente, la calidad de vida y el desarrollo económico.

Para Jianguo (2013) la sostenibilidad del paisaje no es nada más, que hacer usos del modelo de sostenibilidad fuerte, ya que en esta sostenibilidad se mide la capacidad que tiene un paisaje determinado para proporcionar de forma coherente y a largo plazo, servicios de los ecosistemas específicos, para mantener y mejorar el bienestar de la sociedad en un territorio con cambios ambientales y socioculturales.

En relación con la sostenibilidad ambiental, es relevante identificar implicaciones ambientales como los Gases Efecto Invernadero GEI, este elemento es un compuesto químico en estado gaseoso semejante al vapor del agua, constituidos por carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido de nitrógeno (N₂O), estos componentes son acumulados en la atmósfera y retienen el calor atmosférico. Los GEI contribuyen a intensificar los efectos sobre el clima en la medida en que aumentan (<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/462-plantilla-cambio-climatico-18#enlaces>).

El CO₂ se produce de forma natural y también es un residuo generado por los subproductos de la combustión de la biomasa, el cambio en el uso de la tierra y procesos industriales que utilizan combustibles fósiles. El CO₂ se reconoce como el principal de los GEI y es el referente para la medición de los otros gases. El CH₄ es generado por los animales rumiantes en el proceso de eyección y en la producción de arroz. El N₂O se genera por los fertilizantes agrícolas, las heces del ganado, combustión y algunos procesos industriales

(<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/462-plantilla-cambio-climatico-18#enlaces>).

Como se observa, la producción de GEI se clasifica por la fuente emisora, lo que podría significar, que depende de la actividad económica o proceso industrial de la producción.

De acuerdo con la definición anterior una de las actividades que ocasionan la generación de CO₂ está vinculadas con actividades de cambio del uso del suelo, este proceso no solo aporta a la emisión de estos gases, además, ocasiona otro proceso relacionado con la degradación de los suelos. La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), define la degradación del suelo como una afectación generada por el cambio en el estado de salud del suelo, generando menor capacidad de producción de bienes y servicios. En este sentido, la alta demanda productiva en un suelo de un bien y servicio ocasiona un desgaste sobre el suelo, como resultado de la complejidad en las relaciones de los diferentes actores en el suelo y la tierra.

La superficie llamada suelo, está compuesta por sistemas complejos, a estas relaciones se les denomina la biodiversidad del suelo, este concepto implica las variaciones de la vida del suelo, desde genes a comunidades y la variación de hábitats del suelo, contemplando microagregados y paisajes enteros. Este concepto, refleja la variedad de organismos vivos, entre microorganismos, mesofauna y las macrofaunas. Hay relaciones simbióticas de componentes del suelo con plantas y raíces de los árboles, por esta razón, se deben contemplar dentro de la biodiversidad del suelo. En la sostenibilidad de este ecosistema natural no solo está la conservación de la biodiversidad del suelo, también, la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (<http://www.wwf.org.co/?uNewsID=328100>)

Teniendo en cuenta que se está haciendo referencia al término biodiversidad, es pertinente definirlo, el Convenio de Diversidad Biológica, lo define como “el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la tierra y los patrones naturales que conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano”. Este término incluye

variedades ecosistémicas, diferencias genéticas propis de cada especie y las interacciones con el entorno que hacen posible la vida en el mundo (<http://www.wwf.org.co/?uNewsID=328100>)

Una vez identificado los conceptos a validar durante el presente trabajo de grado, se define la dinámica de sistemas, en el 2008 la revista de Metodología de las Ciencias Sociales describía el modelo de sistemas como una técnica de modelado computacional que permite combinar lo descriptivo, inmerso en modelos verbales con el formalismo de un modelo matemático. La dinámica de sistemas se rige por la retroalimentación entre variables observables, que describen atributos de los componentes básicos del sistema o a dimensiones generales del sistema. (Izquierdo et al., 2008).

Está técnica busca el análisis de las variables observables de sistemas complejos, para de este modo hallar las causalidades entre variables, esto con el propósito de dar una explicación sobre el comportamiento general del sistema partiendo de la estructura causal. (Izquierdo et al., 2008).

2.1.2. Generalidades de los Biocombustibles

La producción de biocombustible se encuentra incentivada en necesidades o preocupaciones como el cambio climático, seguridad alimentaria y el rendimiento económico de la producción. La generación de biocombustibles se establece como una opción sostenible que puede reemplazar la producción de combustibles fósiles y que presentan beneficios por su carácter renovable, además es una oportunidad que podría generar empleo y desarrollo rural (Scarleati & Dallemand 2011). La producción de biocombustibles se ha visto impulsada a nivel mundial por políticas que incentivan su uso, de allí, la necesidad de hacer un análisis real del impacto ocasionado por esta producción (Valencia et al., 2014).

Colombia es reconocido como productor de biocombustibles de primera generación, estos combustibles son el bioetanol de caña de azúcar, biodiesel de palma de aceite y biogás que es producido a partir de materias orgánicas biodegradables, que pueden ser convertidas en gas, se les reconoce como biocombustibles de primera generación a aquellos que son producidos a partir de materias primas que se encuentran asociado a la cadena alimentaria (Valencia et al., 2014). Que Colombia sea reconocido como el principal productor de Biocombustible de primera

generación, implica problemáticas de tipo social y ambiental relacionadas con la expansión de los cultivos, intensificación de cultivos, implicaciones negativas para el medio ambiente (Valencia et al., 2014).

Basado en las discusiones de los beneficios y contras de la producción de biocombustibles de primera generación, se presenta como una buena opción, la producción de biocombustibles de segunda generación, los cuales pueden ser generados a partir de biomásas dentro de las cuales están los materiales leñosos, hierbas, residuos agrícolas, entre otros (Van et al., 2017). De este modo, se daría solución a las críticas en relación con el uso de productos de la cadena alimentaria y la seguridad de esta.

La seguridad alimentaria, según el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), es el estado en el cual las personas se benefician oportuna y permanentemente de los alimentos que necesitan, reconociendo aspectos de cantidad y calidad, para el adecuado consumo y utilización biológica, garantizando el bienestar, para su desarrollo. Otra definición es la aportada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, en donde consideran que la seguridad alimentaria se logra a nivel individual, hogar, nacional y global cuando en todo momento se tiene acceso físico y económico a los alimentos necesarios y seguros, con el propósito de tener una vida sana (<http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>)

2.1.3. Elementos Técnicos

Sobre los elementos técnicos de la formulación del proyecto es necesario revisar, diseñar y aplicar los estudios de tipo de mercado, técnico, administrativo, legal, económico, social, ambiental y financiero, con el objetivo de revisar la viabilidad que tiene la ejecución del proyecto.

En este sentido, el primero de los análisis es el estudio de mercado, para Baca (2010), se denomina estudio de mercado a la primera parte de la investigación formal de un estudio de factibilidad. Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. Rodríguez, Bao y Cárdenas (2013) definen que el

estudio de mercado se constituye como la base de los otros estudios técnicos, legales, económicos, entre otros.

El objetivo general del estudio de mercados es verificar la posibilidad de penetración que tiene un producto en un mercado, este estudio es útil, en la determinación de una política adecuada de precios, análisis e identificación de las mejores formas de comercialización de un producto, además, permite contestar la pregunta sobre la existencia de un mercado viable, para el bien que se elaborará, de obtener una respuesta positiva, el estudio continúa, pero si la respuesta es negativa, se hace necesario diseñar un nuevo estudio más preciso y confiable; si el estudio hecho ya tiene esas características, lo recomendable sería detener el proyecto (Baca, 2010).

El estudio de mercado podría contener un análisis externo, un análisis de empresas competidoras, los proveedores y los distribuidores, es un análisis que permita comprender la dinámica del ambiente económico en el que se desarrollara dicho negocio, estos aspectos fueron proporcionados por Rodríguez, Bao y Cárdenas (2013), en su capítulo Análisis del Estudio de Mercado.

Continuamente se diseña el estudio técnico en el cual autores como Rodríguez, Bao y Cárdenas (2013), detallan el análisis de estudio técnico, como el momento de la formulación de un proyecto en el que se puede realizar un análisis de los modelos o aspectos tecnológicos de la producción, capacidad de la producción relacionada con el tamaño de la empresa y la ubicación de la planta de producción.

Por otra parte, Baca (2010) manifiesta que al realizar este estudio es fundamental revisar cuatro componentes:

- **Tamaño del proyecto**

Se debe buscar la optimización de la capacidad instalada, garantizando la máxima rentabilidad económica con los menores costes, para proceder con lo anterior, se puede usar el método Lange el cual tiene una relación funcional entre la cantidad invertida y la capacidad productiva. (Baca, 2010)

- **Localización optima**

El objetivo para el criterio privado es lograr la mayor tasa de rentabilidad sobre la inversión, por el contrario el criterio social es obtener el menor costo unitario, para ello, el autor plantea el método cuantitativo Vogel, el cual analiza los costos de transporte, materias primas y productos terminados (Baca, 2010).

- **Ingeniería del proyecto**

En este ítem se describe todo el proceso productivo, desde los insumos necesarios para operar hasta la organización que debe tener la planta, para realizar lo anterior, el diagrama de bloques es muy importante ya que presenta de manera clara y ordenada los diferentes procesos (Baca, 2010).

- **Distribución de la planta**

El propósito de la distribución de la planta es tener una operación de bajo costo, sin alterar las condiciones de la planta ni el bienestar de los trabajadores, el balanceo de líneas permite crear un orden en la producción y al mismo tiempo maximizar la utilización de la mano de obra y los insumos (Baca, 2010).

Córdoba (2011) plantea el análisis administrativo como el estudio de la organización, que agrupa los objetivos propuestos y define los mecanismos para cumplirlos, menciona que se debe ajustar permanentemente de acuerdo con los cambios que se presentan mundialmente.

También, alude sobre la estructura legal de la organización, dado que al iniciar un proyecto se debe tener claro la normatividad legal y vigente del entorno donde se encuentra, por último, presenta la necesidad de diseñar una infraestructura administrativa que permita alcanzar los objetivos propuestos.

En cuanto al estudio ambiental, es una evaluación que aporta elementos de juicio, que permiten la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental de un proyecto, allí se establecen criterios para identificar y si es posible, reducir y/o eliminar los impactos negativos (Borderías 2014)

Para Thérivel et al (1992) citado por Gómez (2007) la evaluación ambiental “es un proceso formalizado, sistemático y exhaustivo de evaluar los efectos ambientales de una política,

plan o programa y sus alternativas, que incluye la preparación de un informe sobre los hallazgos de la evaluación, cuyos resultados utiliza para una toma de decisiones transparente”. Del mismo modo, Gómez (2007) manifiesta que es un procedimiento que permite elaborar políticas, planes y programas para la integración ambiental.

Para finalizar, Córdoba (2011) expone que la evaluación ambiental es un proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo, que tiene como objetivo identificar, cuantificar y valorar los impactos de un proyecto y los posibles efectos sobre el entorno.

El análisis social de un proyecto determina realmente la manera de medir la rentabilidad para la sociedad de un proyecto determinado, en este análisis se incluyen todos los aspectos que no se valoran claramente en ningún estudio. Esta evaluación estudia y mide el aporte neto del proyecto al bienestar social Córdoba (2011).

Se debe concluir con un análisis económico y financiero, el cual según Baca (2010) es la determinación de los recursos económicos que se necesitan para operar, calculando los costos directos e indirectos de la producción, así como una serie de indicadores que sirven para demostrar la realidad del proyecto.

Por otra parte, Córdoba (2011) propone que este estudio se describen las necesidades de recursos a invertir, con cantidades a producir, se debe incluir la forma de financiación y estimar los ingresos, gastos y costos para la vida del proyecto. De forma más detallada manifiesta que se debe tener una inversión inicial, constituida por todos los activos fijos, tangibles e intangibles necesarios para operar y el capital de trabajo.

Del mismo modo, Córdoba aporta que las decisiones de inversión, compra de materia prima e insumos necesarios obedecen al estudio técnico, En la elaboración de los presupuestos, se tiene en cuenta la información recolectada en los estudios de mercado, estudio técnico y la organización del proyecto.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Antecedentes producción de palma de aceite para la creación de Biocombustible

La producción de Biodiesel a partir de la palma de aceite ha sido estudiada por varios expertos en el tema y cuenta con diversas críticas. En Colombia el mayor registro de datos relacionados con la producción de palma de aceite los tiene la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma).

El análisis de sostenibilidad, para este tipo de producciones se aborda desde diferentes dimensiones, una de esas dimensiones asociada a los efectos ambientales y otra relacionada con las líneas productivas en la industria de los biocombustibles. Por tal razón y teniendo en cuenta los aspectos anteriormente relacionados, se desarrolla el siguiente análisis sobre la producción de palma de aceite.

El uso de biocombustibles, como el biodiesel de palma y el etanol de caña de azúcar, genera un impacto positivo sobre la reducción de GEI (Horton, et al., 2018). La producción de palma de aceite se puede calificar como una producción colmada de virtudes sociales, ambientales y económicas, sin embargo, en el transcurso del presente documento revisaremos las críticas y ventajas que han identificado diferentes estudios sobre el tema.

Cambio del uso del suelo asociado a efectos ambientales

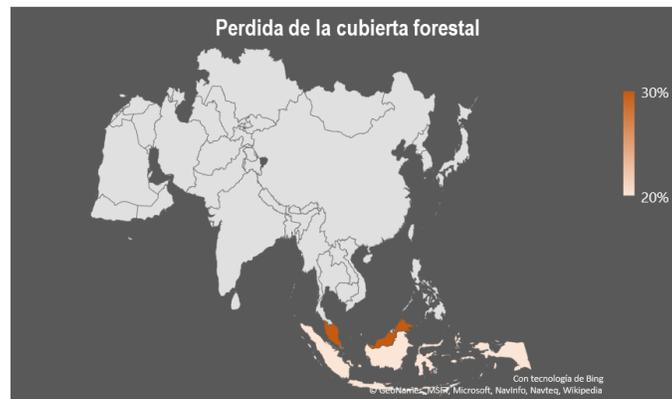
El cambio del uso del suelo, por ejemplo, es un efecto ambiental en el proceso de la producción de palma de aceite, no obstante, esta afectación podría categorizarse como negativa o positiva, teniendo en cuenta el paisaje ecológico en el que se decida realizar dicha plantación. Argumentan los autores Wicke, et al., 2010, citando por Wakker, et al., 2004, que en la actualidad hay un debate abierto en Asia, en el que se relacionan los aspectos positivos que tiene la producción de palma de aceite, para los GEI, siempre y cuando la zona de sembradía que se destina para la palma de aceite no violente el ecosistema, generando deforestación, fragmentación de los bosques y en general aspectos de cambio del suelo.

Efectos ambientales

Los efectos ambientales, de la plantación de palma de aceite, se relacionan en muchos casos con la deforestación, por ejemplo, en Indonesia, según Koh & Ghazoul (2010) se denomina este país como uno de los mayores productores de palma y se ha decidido talar un gran número de hectáreas de bosques tropicales, para la siembra ilegal de palma africana, esto ocasiona que la producción de palma de aceite genere afectos ambientales, sociales y legales.

Autores como Mukherjee & Sovacool (2014) comentan sobre las protestas de los movimientos ecologistas que alzan su voz y hacen fuertes críticos a la producción de palma de aceite en Malasia e Indonesia, los dos países productores de palma afirman, que es la primera causa de deforestación, además que estas prácticas están degradando el medio ambiente y por consiguiente hay un gran nivel de pérdida de biodiversidad, esta crítica también la hizo Wilcove y Koh en el año 2010.

Figure 4 perdida de la cubierta forestan en Malasia e Indonesia



Fuente: Elaboración propia a partir de (Richard Sikkema, Veronika Dornburg, André Faaij 2010)

Necesidad de la industria mayor producción

El aumento en la demanda de materia prima, para la creación de biodiesel de palma, involucra aspectos de expansión del territorio sembrado, lo anterior está muy relacionado con aspectos de cambio de suelo y efectos ambientales ocasionados por la producción, se presenta la necesidad de incluir más terrenos, en la mayoría de los casos terrenos con ecosistemas complejos y diversos que de alguna manera genera impactos en la deforestación y cambios en la

biodiversidad del territorio, critica a las que se acogen los autores Wicke, et al.,2010, en este proceso expansivo de la producción, no se tiene en cuenta la evaluación económica y social previa, para realizar un cálculo económico real que permita cuantificar el impacto ocasionado.

Se han explorado diversas soluciones, entre ellas producir la palma en terrenos degradados y de acuerdo con esta afirmación hay autores como Corley y Tinker (2003) que afirman que los rendimientos son más bajos dependiendo del nivel de degradación de los suelos, realizan dicha afirmación, pese a que aún no se ha diseñado un estudio formal que compare los rendimientos obtenidos de la producción en zonas más degradadas que otras. Por otra parte, y según Wicke et al, 2008 sembrar en estas zonas, aporta a disminuir presión del suelo en selvas tropicales y en algunos casos sirve como sumideros de carbón. En general el uso de tierras degradadas podría, dar respuesta a la necesidad de la industria de producir más palma de aceite lo que significa mayor expansión del cultivo.

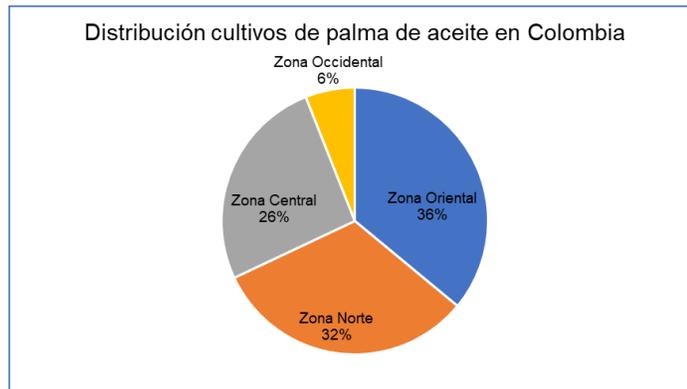
Sostenibilidad de la palma de aceite en Colombia

La aparición de la palma de aceite en Colombia se remonta al año 1932, no obstante, este tipo de cultivos y su producción tuvo su boom a mediados del siglo pasado, momento en el cual todo el país inicio la comercialización de dicha especie, según Fedepalma (2006) esto fue incentivado por políticas enfocadas a fortalecer la producción agrícola y a generar provisiones de aceite de palma para el país, a diferencia de Malasia, en donde existe una muy débil demanda interna de esta materia prima energética (Yusoff, Abdullah, Sultana, & Ahmad, 2013).

De acuerdo con MINIMINAS en el año 2012, se estima que el ciclo de vida de una palma de aceite oscile entre los 25 y 50 años, sin embargo, cuando la planta alcanza la máxima altura se hace imposible extraer sus frutos, por esta razón, proceden a remover la palma e inician una resiembra en los espacios despejados entre las ya muertas, el proceso productivo de esta planta responde a la óptima selección de clima, suelo y semilla. En cuanto al espacio designado para la siembra es necesario que sea limpiado, nivelado y que se haya extraído toda la vegetación cercana, debe disponerse a un metro de distancia con respecto al sitio de siembra.

Dichos cultivos se encuentran ubicados en el territorio nacional de la siguiente manera:

Figure 5 Distribución cultivos de palma de aceite en Colombia

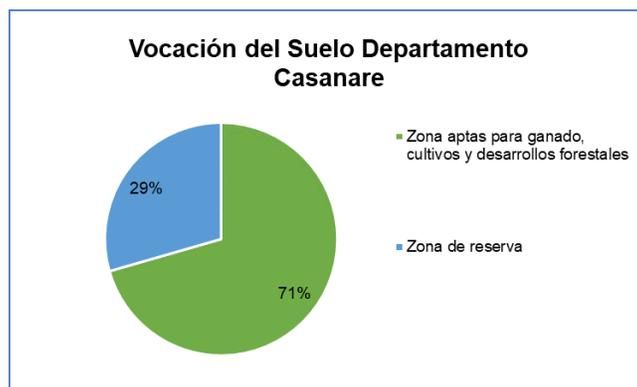


Fuente: Elaboración propia datos Fedepalma 2009

La zona norte equivale al 32% de la producción y hace referencia al Magdalena, Cesar, Atlántico y guajira, la zona central son los Santanderes y Bolívar estos territorios tienen el 26% de la producción, la zona oriental equivalente al 36% y son los departamentos del Meta, Cundinamarca, Casanare y Caquetá y la zona occidente corresponde Nariño con el 6% de la producción.

De acuerdo con la gráfica anterior es importante resaltar que aspectos como clima y suelo permiten que estos departamentos sean productores de palma, sin embargo, hay un alto riesgo en la producción de acuerdo con el análisis anterior. La vocación del suelo, la biodiversidad y la deforestación es la principal característica de este tipo de plantación. En el departamento de Casanare, por ejemplo, teniendo en cuenta que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, en el estudio de suelo realizado en el 2015 categorizaba el 28,3% del territorio como zona de reserva por ser humedales, ciénagas, pantanos, lagunas, lagos, ríos, Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras y territorios de conservación y recuperación de suelos, la producción de estos cultivos no debería ser expansiva.

Figure 6 Vocación del Suelo Departamento Casanare



Fuente: elaboración propia a partir del estudio de suelos del Casanare IGAC

De acuerdo con el presente estudio se puede concluir, que la cuantificación de los impactos ambientales debe ser contemplados, con el propósito de validar el impacto real en términos ecológicos, ambientales, económicos y sociales, buscando la correcta articulación de políticas que propendan por el bienestar del medio ambiente y con ocasión de tener proyectos productivos sostenibles, que contemplen los altos costos ocasionados por su accionar.

2.3. Marco Normativo

Tabla 1 Marco Normativo

Tipo de norma	Nº	Año	Artículo aplicable	Propósito	Entidad que la emite
CONPES	3477	2007		El cual plantea la estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmero colombiano.	Ministerio de Ambiente
CONPES	3510	2008		Establece los lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles y el cultivo de palma de aceite en Colombia.	Ministerio de Ambiente
CONPES	3510	2009		llamado Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, junto con leyes, proyectos de ley, artículos y resoluciones, se cuenta con la normatividad para biocombustibles	Ministerio de Ambiente
Ley	939	2004	Artículo 1º y 2º	El Congreso de Colombia estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal.	Congreso de la República
Ley	1333	2009		Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente
Ley	1454	2011	Artículo 1º y 2º	por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones", tanto la Nación como los departamentos, distritos y municipios cuentan con nuevas competencias e instrumentos normativos e institucionalidad para la formulación e implementación de políticas y planes para el ordenamiento del territorio.	Secretaría del Hábitat
Resolución ICA	385	2005	Artículo 5º	Por la cual se adoptan normas de carácter fitosanitario y de recursos biológicos para la producción, distribución y comercialización de plantas de palma de aceite en vivero	ICA
Resolución ICA	3687	2007	Artículo 1º y 3º	Por la cual se adoptan medidas cuarentenarias para controlar la diseminación de enfermedades de la palma africana conocidas como Síndrome de la Pudrición de Cogollo(PC), Anillo Clorótico y Mancha Anular de la Palma de aceite	ICA
Resolución ICA	1720	2008	Artículo 1º	Por la cual se establecen las normas para el Registro y Seguimiento Agronómico de cultivares de Palma de aceite <i>Elaeis guineensis</i> DxP (Ténera) e híbrido interespecífico (<i>Elaeis oleifera</i> por <i>Elaeis guineensis</i>), para la comercialización de semillas y clones en el territorio colombiano	ICA
Política de Bosques (CONPES)	2834	1996		Lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población	Ministerio de Ambiente
Política para la Gestión Ambiental de la Fauna Silvestre en Colombia		2007		Generar las condiciones necesarias para el uso y aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre como estrategia de conservación de la biodiversidad y alternativa socioeconómica para el desarrollo del país, garantizando la permanencia y funcionalidad de las poblaciones naturales y de los ecosistemas de los cuales hacen parte.	Ministerio de Ambiente
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico		2009		Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.	Ministerio de Ambiente
Acuerdo	10	2010		En el caso del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Villanueva –Casanare-, éste fue adoptado por el Concejo Municipal mediante el Acuerdo No 037 del 2000 con una revisión general realizada a partir del Acuerdo 010 del 2010.	Alcaldía Municipal

Fuente: Construcción; Propia con datos extraídos del Minagricultura y Fedelpalma.

3. CAPITULO III. Metodología producción palma de aceite

Villanueva (Casanare)

Para satisfacer el cumplimiento de los objetivos propuestos en este documento, se llevaron a cabo 1) el estudio de oferta y demanda y 2) el estudio de los aspectos sociales y ambientales de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare), a partir de los cuales, 3) se evaluó la gestión de los aspectos socioambientales de la producción y 4) se determinó la viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).

Cada uno de estos pasos fue realizado a partir de información secundaria obtenida de diferentes referencias bibliográficas: 1) referencias producidas por entidades nacionales relacionadas con el sector y 2) bases de datos científicas. Con respecto a las bases de datos como fuente de información, se utilizó la ecuación de búsqueda TOPIC: (Viability) AND TOPIC: (sustainability) AND TOPIC: (palm oil) en Web of Science¹, obteniéndose 10 resultados, los cuales fueron exportados como archivo plano bajo la modalidad “full record and cited references”, para alimentar el algoritmo de inteligencia artificial del Tree of Science², en el cual identifica entre los documentos y las referencias citadas en ellos los artículos de mayor impacto para la ecuación de búsqueda. El resultado de Tree of Science fueron otros 10 artículos, a partir de los cuales se construyó la columna vertebral del estado del arte de este documento, incluyendo otras referencias de artículos científicos encontradas en ellos.

El detalle de la manera en que se realizaron cada uno de los pasos desde las fuentes bibliográficas señaladas, se explica a continuación:

¹

http://apps.webofknowledge.com.ezproxy.unal.edu.co/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=7DjSTwIyjurL6ugJ5VI&preferencesSaved=

² <http://tos.manizales.unal.edu.co/>

3.1. Estudio de oferta y demanda

3.1.1. Estudio de mercado.

Para el estudio de mercado, se analizó el comportamiento de la oferta y demanda, enfocada en la producción de palma de aceite a nivel nacional y en el municipio de Villanueva Casanare que es nuestro punto focal de la investigación,

Los estudios se realizaron de la información suministrada por las entidades especializadas en el sector, de sus reportes estadísticos anuales. A partir de los resultados, se identificó la producción total en toneladas del fruto de la palma de aceite y el total de áreas cultivadas, para determinar cómo ha sido su variación y crecimiento en el mercado en los últimos años, con lo que se realizó el cálculo y el estudio aproximado de las toneladas que se proyectan a producir y distribuir, para saber e identificar su viabilidad ante el consumidor.

3.1.2. Estudio Técnico.

Para el desarrollo de este estudio se tuvo en cuenta dos factores principales.

El primer factor corresponde, en determinar la ubicación de la plantación de la palma de aceite, para esto se realizó el estudio, de cuáles eran las zonas con mayor productividad, además se determinó la ubicación óptima para la producción y cultivo.

El segundo factor se encamino a la identificación del proceso productivo de la palma de aceite y mediante fuentes especializadas en el cultivo, se buscó caracterizar el proceso de producción, la instalación y el funcionamiento de la plantación. A su vez se realizó la evaluación, de la maquinaria, vehículos, equipos, la materia prima, identificando los recursos necesarios para poder operar, para así lograr estructurar el proceso productivo, referente al cultivo de palma de aceite, del mismo modo se realizó la identificación de las diferentes tecnologías utilizadas en la producción de este proceso.

3.1.3. Estudio Administrativo.

Mediante este estudio, se determinó, una matriz FODA, las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas correspondientes a la producción y comercialización del cultivo de palma de aceite.

Se utilizó la matriz FODA, la cual nos dice cómo estamos, que necesitamos, lo que nos brinda el principal elemento requerido para tomar decisiones, que no es otro que el conocimiento de la realidad, pues cuando la conocemos, casi siempre sabemos qué tenemos que realizar o de cómo lo debemos hacer.

3.1.4. Estudio Financiero.

Para la estructuración de este estudio se realizó la búsqueda de estudios de costos previos de Fedepalma y se proyectó un flujo de caja determinando los ingresos y costos de siembra, mantenimiento y cosecha año tras año, del mismo modo, se calculó un aumento de los precios con el promedio del Índice del Precio al Consumidor (IPC) de los últimos cinco años.

Las variables de este estudio son:

- Tasa Interna de Retorno (TIR): Mayor a 15% es viable
- Valor Presente Neto (VNA): Mayor a 0 es viable
- Tasa Interna de Oportunidad (TIO): mayor a 5% es viable

3.2. Estudio de los aspectos sociales y ambientales

Para este estudio se identificó, mediante la Dinámica de Sistemas, como herramienta para la creación de diversos escenarios que permiten la percepción sistemática de los aspectos y del proceso productivo y socioambiental, que refiere al cultivo de palma de aceite, y a su vez, visualizar su dinámica, dado que el medio ambiente es un sistema complejo, la utilización de la Dinámica de Sistemas favorece la identificación de relaciones no lineales entre los atributos ambientales y sociales que afectan la población, la zona, y sus diferentes procesos productivos.

Se determinó pautas, las cuales apuntan al desarrollo y al aprendizaje del sistema y sus alternativas que intervienen ambiental y socialmente, quedando al descubierto, comportamientos

del sistema, en problemas y beneficios específicos a priori, de la cultivación y producción de la palma de aceite.

Esta metodología y herramienta nos permite:

- Identificación del problema y consecuencias.
- Desarrollar la hipótesis dinámica.
- Implementación de un modelo de simulación del sistema.
- Verificar que el modelo reproduce de forma satisfactoria, el comportamiento observado en la realidad del sector.

3.3. Evaluación de la gestión de los aspectos socioambientales de la producción.

Mediante la herramienta de dinámica de sistemas, la cual, se utilizó como metodología de modelamiento, para la representación de la realidad, basada en la idea de causa y efecto. Utilizamos este tipo de representación poniendo las reglas del sistema, de acuerdo con lo que los autores que se consultaron y nos han permitido entender lo que ocurre en el sistema. No son relaciones que aparecieron, son relaciones que estudiamos en el juicio del análisis de las referencias.

Para la construcción del modelo, el software utilizado en el presente trabajo de grado fue Vensim Ple, que permite diagramar la representación y en el caso en particular de la dinámica de sistemas, y dar interfaz a la representación del modelo. Cuando se hace un modelo con dinámica de sistemas, primero se representa atributos y relaciones de causa-efecto, estos atributos a su vez, se convierten en elementos del modelado que pueden ser, variables de estado, razones de cambio, variables auxiliares y parámetros, de tal manera que el ejercicio adelantado fue la representación causal socioambiental, para luego representarla en una simulación.

El primer paso, fue construir un modelo causal, expresado en un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias, representadas en niveles y flujos, los cuales serán simulados por métodos de integración numérica con el software.

De acuerdo con el análisis anterior el modelamiento es la representación y la simulación, es la acción de ver cómo se comporta el sistema. El análisis del modelo, no necesariamente se llega hasta la ecuación diferencial representada en el diagrama de niveles y flujos, para ver series de tiempo u otras relaciones gráficas. Desde el diagrama causal ya puede hacer análisis.

En el análisis del diagrama causal, la primera idea que nos da, son las relaciones de causa y efecto que pueden ser positivas o negativas, sin embargo, en este documento se interpreta: “con la afirmación de que si uno aumenta el otro disminuye”, así se evalúa, el sentido del signo de los bucles, para tomar los signos de las relaciones al interior del bucle y multiplican para hallar el resultado del signo final en el bucle.

En este sentido, aparecen dos tipos de bucles el positivo y el negativo, el primero de ellos expresa el crecimiento del sistema, los bucles negativos por su parte expresan que el sistema converge hacia un valor. Por tal razón da la impresión de que los bucles positivos inflan el sistema, lo hacen crecer, mientras que los bucles negativos le ponen control al sistema, estos dos bucles también se pueden llamar inflacionario y regulador.

3.4. Viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).

De acuerdo con el análisis del modelo que se realizó anteriormente, se dispuso a la creación de un modelo de viabilidad, en donde se mostraron las necesidades y las oportunidades económicas, sociales y ambientales de la producción de palma de aceite.

4. CAPÍTULO IV. Estudios de la formulación económica y social de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare)

En este capítulo se presentará el análisis de los estudios, de mercado, técnico, administrativo y financiero, los cuales proporcionaran herramientas que ayudaran a determinar la

viabilidad del proyecto, además, se realizara un modelo y una simulación dinámica para el componente socioambiental.

4.1. Estudio de oferta y demanda de la producción de palma de aceite.

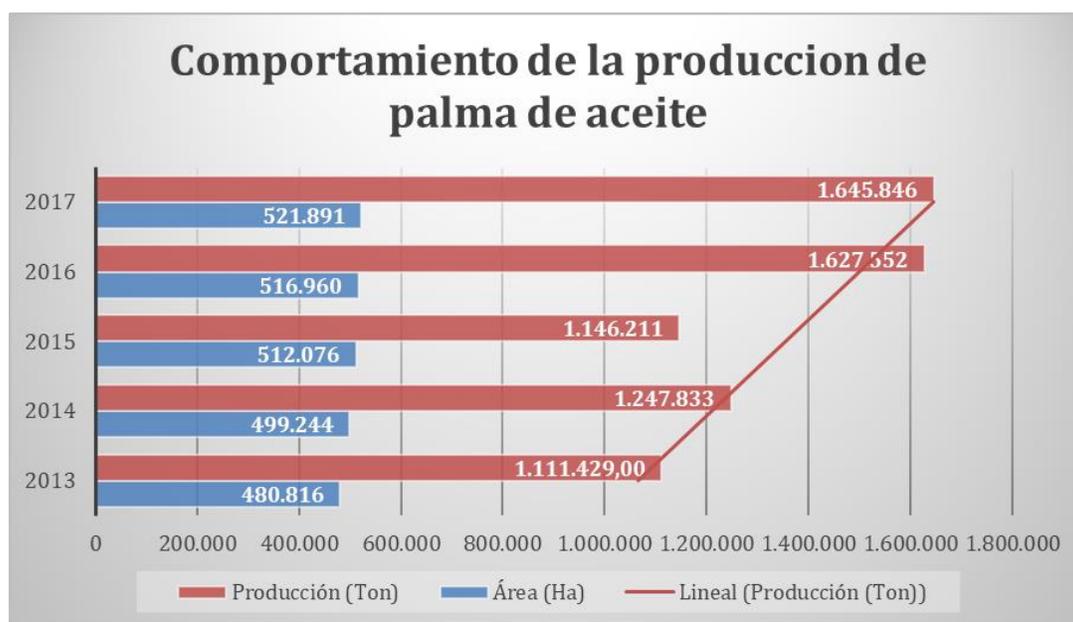
4.1.1. Producción a nivel nacional.

Tabla 2 Producción de palma en Colombia

	2013	2014	2015	2016	2017
Área (Ha)	480.816	499.244	512.076	516.960	521.891
Producción (Ton)	1.111.429	1.247.833	1.146.211	1.627.552	1.645.846
Rendimiento (Ton/Ha)	43,26%	40,01%	44,68%	31,76%	31,71%

Fuente: Elaboración propia a partir de estudios de Fedepalma

Figure 7 Comportamiento de la producción de palma de aceite



Fuente: Datos estadísticos Fedepalma, (SIPSA), noviembre 2017.

Durante los años comprendidos de 2013 al 2017, el comportamiento nacional de la producción de palma, como podemos observar en la gráfica, alcanzó un incremento del 7.87% en áreas cultivadas y a su vez en producción del 32.47%, relacionado con la transición de hectáreas de etapa vegetativa a productiva, siendo la zona central la de mayor influencia en este fenómeno.

Lo que representa, que es un cultivo viable para el desarrollo sostenible y la competitividad agrónoma en el país, frente a los demás cultivadores palmeros, ya que en la actualidad por la disminución de los combustibles fósiles y los cambios ambientales se requiere de nuevas tecnologías que sustituyan las necesidades a un menor costo y más amigable con el planeta.

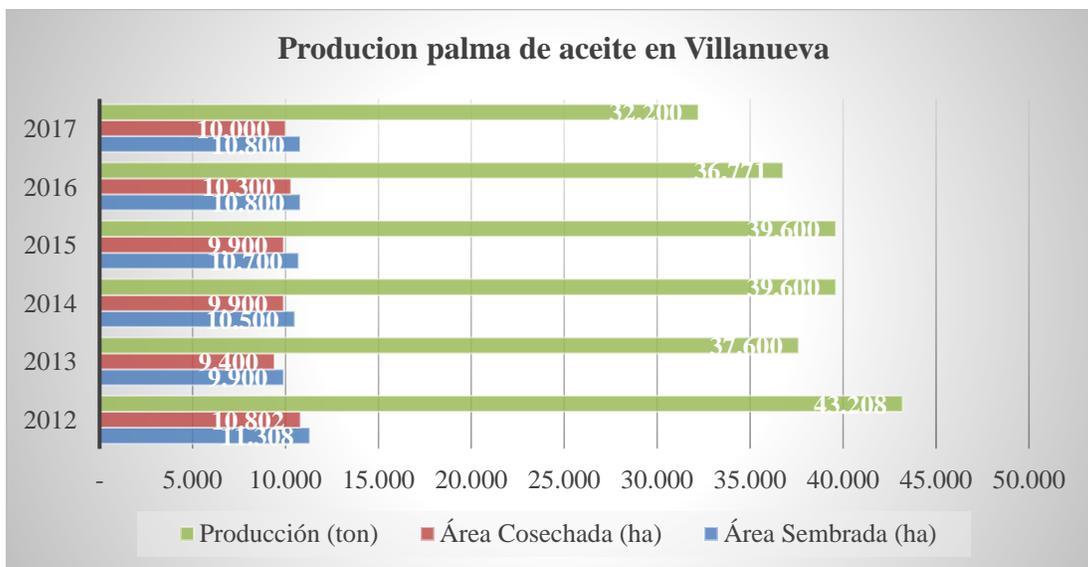
4.1.2. Producción cultivo de palma de aceite en Villanueva, Casanare.

Tabla 3 Producción de palma en Villanueva

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Área Sembrada (ha)	11.308	9.900	10.500	10.700	10.800	10.800
Área Cosechada (ha)	10.802	9.400	9.900	9.900	10.300	10.000
Producción (ton)	43.208	37.600	39.600	39.600	36.771	32.200

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Fedepalma

Figure 8 Producción palma de aceite en Villanueva



Fuente: Elaboración Propia a partir de los Datos estadísticos Fedepalma anuario estadístico 2017 – cifras 2017 SICEX

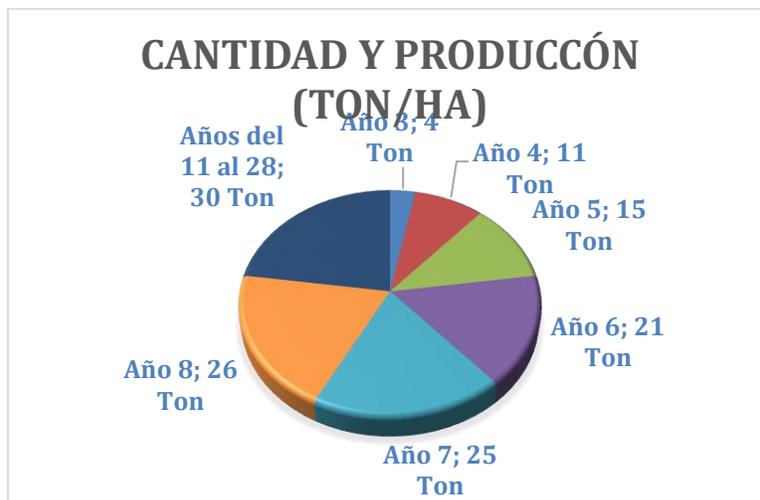
Si se observa el periodo desde 2007 hasta el 2016, se ve que la producción de aceite de palma se ha venido manteniendo con un promedio de 38.163 toneladas en promedio por año, también podemos observar que la cantidad producida ha venido en decadencia frente a la

cantidad de áreas cultivadas debido a factores asociados como el fenómeno del niño y el fenómeno de la niña, altos costos de los insumos y aranceles del país, que han afectado y entorpecido la producción en el municipio de Villanueva Casanare, pero aun así sigue siendo uno de los cultivos sostenibles para la región y el país.

4.1.3. Cantidad y precio objetivo aproximado de la producción y comercialización de la palma de aceite en Villanueva Casanare.

Según información suministrada de los anuarios estadísticos realizados por Fedepalma, Finagro y Minagricultura, la producción estimada de un cultivo de palma por hectárea es de: (Anuario estadístico 2016 FEDEPALMA).

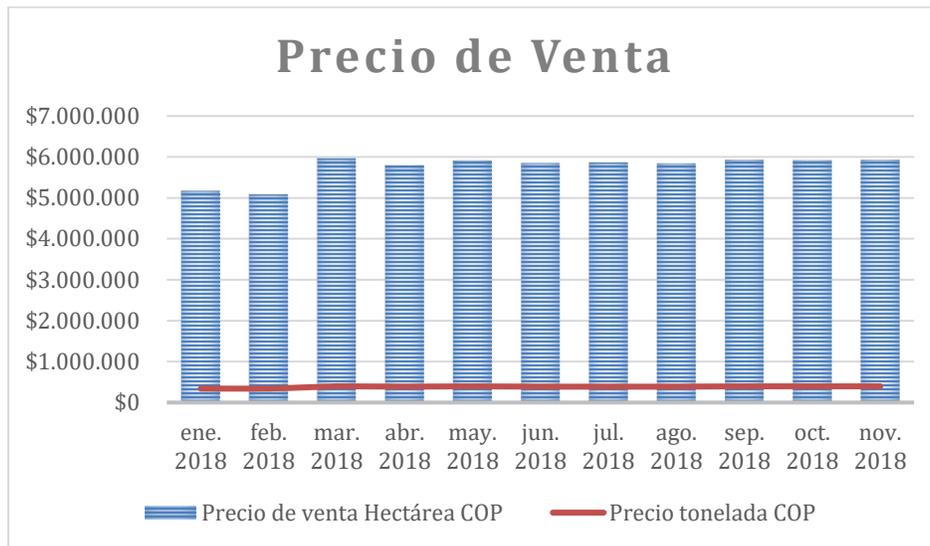
Figure 9 Cantidad y producción



Fuente: Elaboración Propia a partir de los Datos estadísticos Fedepalma anuario estadístico 2017 – cifras 2017 SICEX

El comportamiento del precio de venta se ha venido registrando en el 2018 en:

Figure 10 Precio de venta 2018



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de precios de venta del sector palmero colombiano 2018 Fedepalma.

De acuerdo con los datos de la gráfica anterior, se estimó el precio promedio de venta por hectárea en \$5.746.658 COP y por tonelada en \$383.111 COP.

La producción será ofertada a los clientes, los cuales son las plantas extractora del aceite del fruto de la palma, como la planta extractora de Palmar de Altamira en Orocué, Casanare, perteneciente a la empresa de Manuelita Aceites y Energías y demás plantas de tratamiento de y cercanas en la región.

4.2. Estudio Técnico

Para el desarrollo del presente estudio, la primera actividad se relaciona con la identificación del proceso productivo, con el propósito de identificar las tecnologías, para la producción de palma de aceite.

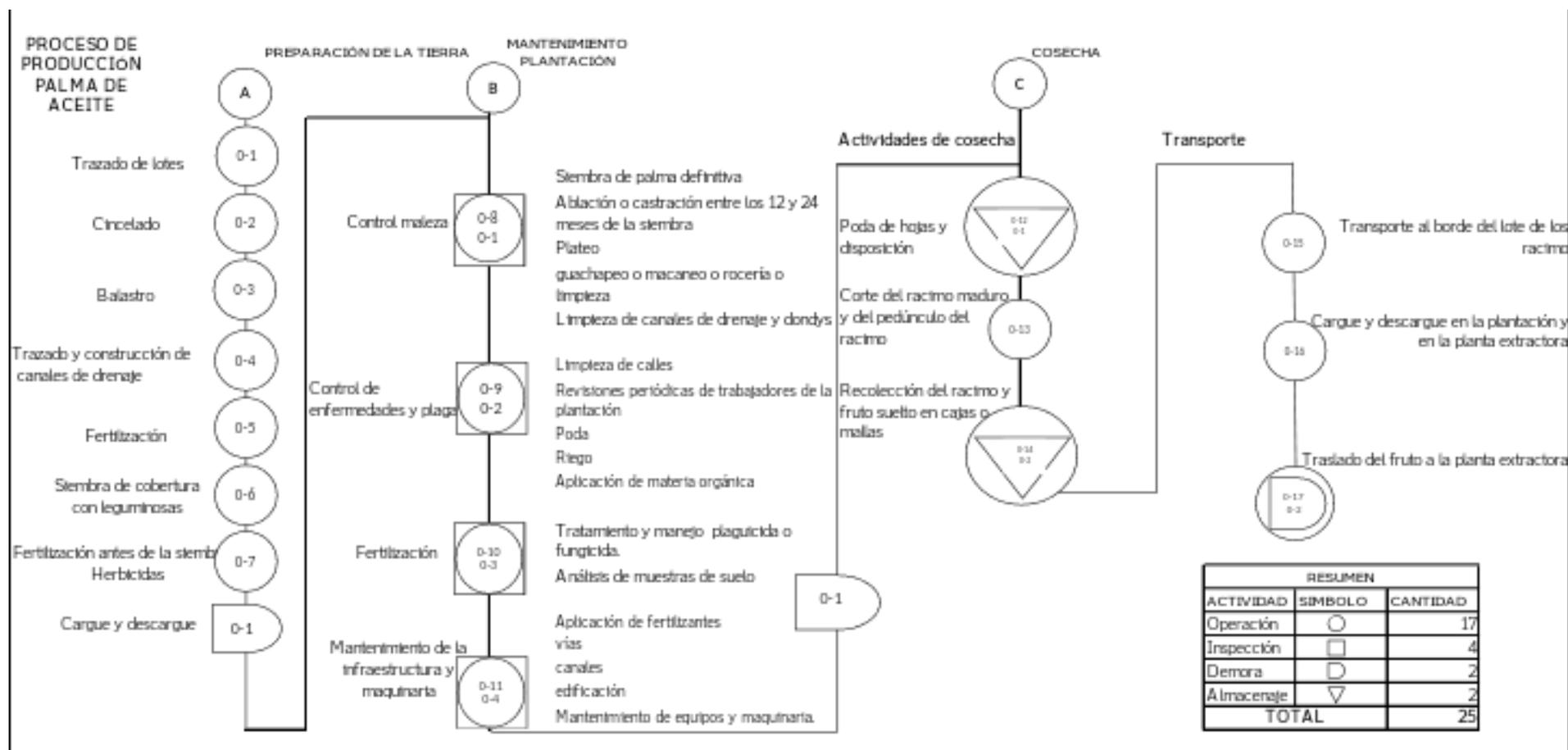
Este estudio es denominado por los autores Rodríguez, Bao y Cárdenas (2013) como el estudio de ingeniería, busca caracterizar el proceso de producción y definir la instalación y el funcionamiento de la plantación.

4.2.1. Proceso productivo

La *Figura 10*, describe el proceso productivo, el cual permite determinar las máquinas, vehículos y equipos necesarios, para la producción, de la misma manera, contribuye a la identificación de los materiales directos y factores indirectos de fabricación, mano de obra y finaliza con la distribución de la planta.

Se realizó el estudio técnico, para la creación de una empresa productora de palma de aceite, con una extensión de 10 hectáreas, sin embargo, las tablas identificación y requerimiento de maquinarias, equipo y vehículos, identificación y requerimiento de materiales directos y factores indirectos de fabricación, requerimiento de mano de obra directa y el análisis del tamaño de la planta hacen parte del (anexo 1) del presente trabajo de Grado.

Figure 11 Mapa de procesos de la producción de palma de aceite



Fuente: Elaboración propia

El anterior flujo de procesos describe las actividades desarrolladas, para la producción de palma de aceite y de acuerdo con las fases de producción relacionadas en el mapa de procesos, se realiza un análisis e identificación de las máquinas, equipos y vehículos necesarios para la producción.

4.2.2. Ubicación de la planta (Localización)

Para determinar la ubicación de la plantación de palma de aceite, se toma información secundaria sobre variables como hectáreas sembradas, nivel de producción y rendimiento de los cultivos ya establecidos de palma.

Zonas	Área (Ha)					Producción (Ton)					Rendimientos (Ton/Ha)				
	2014	2015	2016	2017	% Part.	2014	2015	2016	2017	% Part.	2014	2015	2016	2017	% Part.
Zona Oriental	187.986	199.939	206.559	207.335	40,11%	412.714	527.400	498.933	724.014	44,48%	2,98	3,57	3,13	4,26	31,74%
Zona Norte	119.390	123.081	124.948	126.100	24,39%	358.067	370.285	304.859	393.539	24,18%	3,99	3,86	3,12	3,81	28,39%
Zona Central	156.161	158.240	161.623	163.412	31,61%	322.382	354.203	317.651	476.252	29,26%	2,86	2,97	2,53	3,39	25,26%
Zona Suroccidental	17.279	17.984	18.946	20.113	3,89%	18.266	23.334	24.760	33.747	2,07%	1,44	1,56	1,51	1,96	14,61%
Total	480.816	499.244	512.076	516.960	100,00%	1.111.429	1.275.222	1.146.203	1.627.552	100,00%	11	12	10	13	100,00%

Figure 12 Evaluación variables de localización por regiones del país

Fuente: elaboración propia

Evaluadas las zonas Oriental, Norte, Central y Suroccidental, se identifica que la Oriental en la valoración de número de hectáreas sembradas obtiene un puntaje de 40,11% en comparación con las otras zonas, en cuanto al nivel de producción más alto la zona oriental obtiene una participación del 44,48% y en el rendimiento en toneladas de la producción de palma de aceite la Zona Oriente obtiene el mayor porcentaje del 31,74% con respecto a las demás zonas del país.

De acuerdo con el análisis anterior se decide que la plantación se ubicará en la Región Oriental de Colombia y se procede a evaluar el departamento con las mejores características para la producción.

Figure 13 Evaluación variables de localización por departamentos

Departamento	Área (Ha)				Producción (Ton)				Rendimientos (Ton/Ha)			
	2014	2015	2016	% Part.	2014	2015	2016	% Part.	2014	2015	2016	% Part.
Meta	205.838	221.266	231.470	72,91%	412.063	509.048	488.364	67,91%	20	20	20	63%
Casanare	76.378	77.838	80.338	25,30%	188.266	212.508	213.354	29,67%	10	10	10	31%
Cundinamarca	5.316	5.316	5.316	1,67%	17.727	18.143	16.796	2,34%	1	1	1	3%
Caqueta	360	360	360	0,11%	900	540	643	0,09%	1	1	1	3%
Total	287.892	304.780	317.484	100%	618.955	740.238	719.157	100,00%	32	32	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Se decide evaluar las mismas variables del anterior estudio, ahora con 4 departamentos Meta, Casanare, Cundinamarca y Caquetá, los resultados obtenidos da como mejor departamento para la producción el Meta, sin embargo, teniendo en cuenta que en segundo lugar quedo Casanare y es un proceso productivo incipiente en el mercado del departamento, que además se encuentra incentivado por el actual gobierno local, al incluirlo dentro de su plan de desarrollo, se determina que la plantación se ubique en el departamento Casanare.

Una vez identificado el departamento en el que se ubica la plantación, es necesario identificar el municipio más apto para la producción de palma de aceite y para esta decisión solo se tuvo en cuenta que el municipio contará con una planta extractora.

Figure 14 Evaluación variables de localización por municipio

Municipio	Plantas extractoras	Porcentaje
Aguazul	0	0%
Maní	0	0%
Monterrey	0	0%
Nunchía	0	0%
Orocué	1	25%
Sabanalarga	0	0%
San Luis de Palenque	0	0%
Tauramena	1	25%
Villanueva	2	50%
Yopal	0	0%
Total	4	100%

Fuente: Elaboración propia

El Departamento de Casanare actualmente cuenta con 4 plantas extractoras, esto hace del departamento una pieza clave en la producción de biodiesel de palma, el municipio de

Villanueva tiene el 50% de esas plantas, por tal razón se decide que la plantación de palma de aceite de 10 hectáreas será ubicada en dicho municipio, con el propósito de disminuir costos en la fase productiva relacionada con el transporte del fruto a la planta extractora.

4.3. Estudio Administrativo y Legal

4.3.1. Matriz FODA producción palma de aceite en Villanueva (Casanare)

A continuación, se mostrará el análisis interno y externo de una empresa que produce palma de aceite, por medio de la matriz FODA.

Tabla 4 Análisis FODA del Sector

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> •Existen gremios que apoyan al sector (Fedepalma y Cenipalma) •El sector cuenta con mecanismos como el Fondo de Fomento Palmero y el Fondo de Estabilización de Precios del Sector Palmero •Mayor disponibilidad de tierras con potencial para la siembra de palma de aceite •Disponibilidad de fuentes superficiales de agua y condiciones climáticas favorables 	<ul style="list-style-type: none"> •Planta extractora de la empresa Palma Santana •Planta extractora de las empresas Palma de Casanare y Palmar de Oriente •Alto potencial de mecanización / economías de escala •Generación de empleo •Abastecer el centro del país
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> •Deficiente disponibilidad de mano de obra •Dificultad para importar y/o exportar •Insuficiente infraestructura y logística •Costos de producción mayores que los de los principales líderes mundiales. 	<ul style="list-style-type: none"> •Deficientes vías de acceso •Revaluación del peso colombiano •Competencia sectorial por uso de factores productivos (mano de obra, infraestructura, recursos naturales) •Implicaciones ecológicas de los cultivos

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Estudio Financiero

4.4.1. Presupuesto de Costos

A continuación, se muestra el estudio de costos de producción que presenta Fedepalma para el fruto de palma de aceite, para empresas que cuenten con más de 500 hectáreas sembradas. La metodología que utilizaron para realizar el estudio fue estimar los costos en los que incurren los productores en la fase de producción, consultando la información desagregada y proyectándola a un periodo de 28 años. Como resultado se obtuvo el costo promedio de producción por tonelada de fruto, desagregando los siguientes componentes:

- Capital
- Tierra
- Mantenimiento de los activos
- Establecimiento y mantenimiento del cultivo
- Cosecha
- Planeación y seguimiento de actividades

Costos de producción de Híbrido OxG 2016

Rubro	Promedio
Costos de establecimiento (Año 0, pesos por hectárea)	\$ 7.433.362
Diseño de plantación	\$ 165.888
Compra de las plántulas	\$ 1.550.987
Preparación del terreno	\$ 1.806.991
Siembra de palma	\$ 275.443
Sistema de riego	\$ 1.081.275
Vías, puentes, alcantarillas y canales	\$ 2.436.174
Establecimiento de cobertura	\$ 116.604
Costos de mantenimiento (año 1, pesos por hectárea)	\$ 1.604.666
Fertilización por hectárea	\$ 970.438
Control de malezas	\$ 275.825
Control sanitario	\$ 215.254
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 143.149
Costos de mantenimiento (año 2, pesos por hectárea)	\$ 1.893.349

Fertilización por hectárea	\$ 1.297.742
Control de malezas	\$ 314.207
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330

Costos de mantenimiento (año 3, pesos por hectárea)	\$ 3.193.680
Fertilización por hectárea	\$ 1.424.491
Control de malezas	\$ 344.916
Poda	\$ 85.553
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330
Polinización	\$ 1.057.320

Costos de mantenimiento (año 4, pesos por hectárea)	\$ 3.324.270
Fertilización por hectárea	\$ 1.689.175
Control de malezas	\$ 152.929
Poda	\$ 143.446
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330
Polinización	\$ 1.057.320

Costos de mantenimiento (año 5, pesos por hectárea)	\$ 3.356.644
Fertilización por hectárea	\$ 1.715.478
Control de malezas	\$ 144.049
Poda	\$ 158.397
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330
Polinización	\$ 1.057.320

Costos de mantenimiento (año 6, pesos por hectárea)	\$ 3.335.079
Fertilización por hectárea	\$ 1.727.464
Control de malezas	\$ 127.578
Poda	\$ 141.317
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330
Polinización	\$ 1.057.320

Costos de mantenimiento (Año 7+, pesos por hectárea, 24 años)	\$ 80.037.408
Fertilización por hectárea	\$ 1.764.827
Control de malezas	\$ 122.423
Poda	\$ 108.922
Control sanitario	\$ 196.070
Costo riego (operación, mantenimiento, agua)	\$ 85.330
Polinización	\$ 1.057.320

Costos de cosecha (pesos por hectárea, 24 años)	\$ 42.370.350
Año 3	\$ 538.785
Año 4	\$ 1.224.754
Año 5	\$ 1.356.531
Año 6	\$ 1.463.582
Año 7+	\$ 1.574.446

Otros costos (pesos por hectárea, 24 años)	\$ 40.154.940
Otros costos (pesos por hectárea, un año)	\$ 1.295.321
Costo de oportunidad de la tierra	\$ 523.130
Otros (repuestos, combustible, mantenimiento de infraestructura y de animales)	\$ 99.236
Asistencia Técnica	\$ 162.406
Planeación y seguimiento de actividades	\$ 510.549
Total	\$ 186.703.748

Fuente: Estudio de Costos Fedepalma 2016

4.4.2. Presupuesto de Ventas

Acorde con el estudio de mercado, la palma de aceite produce frutos de acuerdo con su edad. Por tal motivo dicha producción se tomará como medida de referencia para calcular las ventas.

Años (Edad)	Producción por Hectárea
0 - 2	0
3	4
4	11
5	15
6	21
7	25

8 - 10	26
11 - 28	30

Precio Promedio Tonelada 2018	\$ 383.111
Hectáreas Cultivadas	1700

Fuente: Desempeño del sector palmero colombiano 2016 y Fedepalma.

4.4.3. Flujo de Caja

De acuerdo con el presupuesto de costos y de ventas anteriormente mencionados, se realiza el siguiente flujo de caja, proyectándolo a 24 años.

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 a 24
Precio	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 651.288.700	\$ 676.989.163	\$ 703.951.049	\$ 731.498.565	\$ 19.377.049.226
Toneladas que vender	-	-	-	4	11	15	21	643
Ingresos por Hectárea	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.605.154.800	\$ 7.446.880.790	\$ 10.559.265.742	\$ 15.361.469.867	\$ 761.394.242.944

Costo de Mantenimiento	\$ 12.636.715.400	\$ 2.727.932.200	\$ 3.218.693.300	\$ 5.429.256.000	\$ 5.651.259.000	\$ 5.706.294.800	\$ 5.669.634.300	\$ 136.078.877.882
Costo de Cosecha	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 915.934.500	\$ 2.082.081.800	\$ 2.306.102.700	\$ 2.488.089.400	\$ 72.178.321.668
Otros Costos	\$ 2.202.045.700	\$ 2.224.066.157	\$ 2.246.306.819	\$ 2.268.769.887	\$ 2.305.070.205	\$ 2.351.171.609	\$ 2.398.195.041	\$ 52.311.391.123
Total Costos	\$ 14.838.761.100	\$ 4.951.998.357	\$ 5.465.000.119	\$ 8.613.960.387	\$ 10.038.411.005	\$ 10.363.569.109	\$ 10.555.918.741	\$ 260.568.590.674

Utilidad Antes de Impuestos	-\$ 14.838.761.100	-\$ 4.951.998.357	\$ 5.465.000.119	-\$ 6.008.805.587	-\$ 2.591.530.215	\$ 195.696.632	\$ 4.805.551.126	\$ 500.825.652.270
Impuestos	\$ 445.162.833	\$ 148.559.951	\$ 163.950.004	\$ 963.907.276	\$ 2.755.345.892	\$ 3.906.928.324	\$ 5.683.743.851	\$ 281.715.869.889
Utilidad después de impuestos	-\$ 15.283.923.933	-\$ 5.100.558.308	-\$ 5.628.950.122	-\$ 6.972.712.863	-\$ 5.346.876.108	-\$ 3.711.231.692	-\$ 878.192.725	\$ 219.109.782.381
Saldo Flujo Operacional	-\$ 15.283.923.933	-\$ 5.100.558.308	-\$ 5.628.950.122	-\$ 6.972.712.863	-\$ 5.346.876.108	-\$ 3.711.231.692	-\$ 878.192.725	\$ 219.109.782.381

TIO	30,00%
TIR	34,37%
VNA	\$ 6.153.232.859

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Aspectos sociales y ambientales de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare).

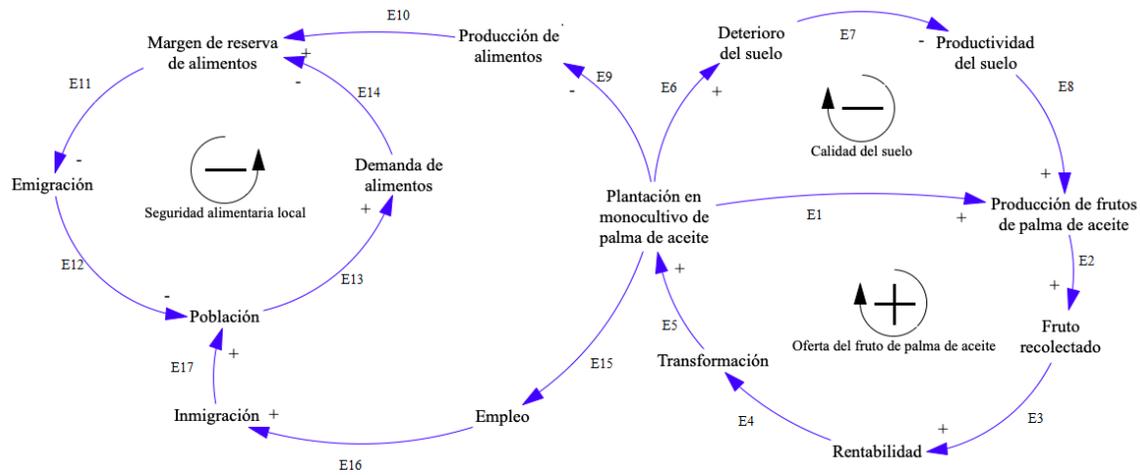
El estudio de aspectos sociales y ambientales de la producción de palma de aceite se realizó a partir del diseño de una hipótesis dinámica, en la que se vinculan las variables de las diferentes dinámicas generadas por dicha plantación, así mismo se observa relaciones que forman bucles de realimentación negativo y positivo, a continuación, la hipótesis.

4.5.1. Hipótesis dinámica

La dinámica de sistemas es una herramienta del pensamiento sistémico, por tal razón la dinámica de sistemas es una metodología, que concibe al mundo como sistemas. Hemos hecho uso de esta metodología en el modelamiento de un sistema el cual representa sistemas basado en la idea de que existes dos cosas 1 unos atributos del sistema y 2 unas relaciones de causa y efecto entre los atributos.

Los atributos que consideramos en el presente modelo tienen relación con los aspectos sociales, económicos y ambientales de la producción de palma de aceite en una representación de su mercado y de la relación que esto tiene con la población, con el empleo, con la productividad del suelo y con la producción de alimentos en el caso específico del conflicto con la seguridad alimentaria de la región.

Figure 15 Hipótesis dinámica



Fuente: Elaboración propia

La hipótesis dinámica de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare), está conformada por 17 enunciados o relaciones (E17) y contiene 5 aspectos, la lectura de la hipótesis dinámica del sistema permite identificar, que hay dos bucles de realimentación negativos y uno positivo.

A continuación, se explican cada uno de los enunciados a partir de los cuales se llegó a la hipótesis dinámica que se presenta en la *ilustración 8*:

- E1: Si hay incremento de plantación en monocultivo de palma de aceite, se aumentará la producción de frutos de palma de aceite. Según la FAO “El monocultivo se refiere al cultivo especializado de una planta en una explotación agrícola (generalmente plantaciones grandes) y la siembra del mismo cultivo año tras año, sin rotación de cultivos ni períodos de barbecho”. (http://www.fao.org/fileadmin/templates/organicag/files/Glossary_on_Organic_Agriculture.pdf). Tal y como lo manifiesta Fedepalma en su informe de gestión, en el año 2017 se incrementó la producción del fruto de palma de aceite, debido a, la ampliación del cultivo de la palma de aceite en las 4 zonas palmeras del país.

- E2: Si existe mayor producción de frutos de palma de aceite, se produce un aumento en la recolección de frutos. Según Fedepalma en el año 2017 se incrementó en Colombia la producción de palma de aceite en un 42,5%, lo que ocasiono un aumento en la recolección de frutos con respecto al año anterior. El rendimiento de fruto de palma promedio nacional mostro un crecimiento de 27,4%
- E3: Entre más fruto recolectado en la cosecha de palma de aceite, se tendrá una mayor rentabilidad para el sector palmero. Según el Censo Agropecuario del DANE de 2015 la palma de aceite es el segundo cultivo permanente con mayor extensión en área sembrada en Colombia. En términos de valor de la producción, el aceite de palma es el segundo producto de mayor relevancia entre los cultivos permanentes y el sexto renglón en generación de valor en el sector agrícola.
- E4: Si el sector palmero incrementa su rentabilidad, existe un mayor grado de transformación del suelo en el que se cultiva la palma de aceite. Dado el crecimiento del sector palmero demostrado en ítems anteriores, se evidencia el desplazamiento de cultivos, como lo manifiesta Furumo & Aide en la Revista Palmas, ” la expansión en Colombia sumó 155.100 ha entre 2002-2008; 51% (79.000) ocurrió sobre pastos para ganadería, mientras que solo 16 % reemplazó vegetación natural (Castiblanco, Etter & Aide, 2013). Un 30 % adicional de estas hectáreas reemplazó tierras de cultivo, lo cual sugiere que 80 % de la expansión durante este periodo se llevó a cabo sobre tierras anteriormente intervenidas”.
- E5: A mayor transformación de las tierras disponibles para el cultivo de palma de aceite, se tendrá mayor número de plantaciones de palma de aceite en monocultivo. Cuando se empieza a sembrar palma de aceite hay una transformación en el suelo, dado que, hay una conversión en la selva natural. Existen cuatro categorías de tierras disponibles que sirven para realizar una conversión en el área, (bosque, tierra degradada, tierra agrícola y plantaciones forestales) (Wicke et al 2011). Al momento de iniciar el nuevo cultivo de palma de aceite se aumenta las plantas en el paisaje.

- E6: Si existe una mayor plantación en monocultivo de palma de aceite, se aumentará el deterioro del suelo. Con la siembra de palma de aceite se produce una conversión en la selva natural, derivándose un cambio en el uso del suelo, dicho cambio tiene implicaciones ambientales tales como la pérdida de la biodiversidad, la emisión de gases de efecto invernadero y variaciones del carbono almacenado en la biomasa y en el suelo, provocando el deterioro del suelo, por ende, se reduce la producción (Wakker, 2004; Colchester et al., 2006; Gibbs et al., 2008; Koh y Wilcove, 2008; Wicke et al., 2008).
- E7: Si hay un incremento en el deterioro del suelo, implica una reducción en la productividad del suelo. Según Wicke et al (2011) el aumento en la producción de palma de aceite aumenta el cambio en el uso del suelo, causado por la conversión de la selva natural en plantaciones y el posible desplazamiento de los usos actuales como el pastoreo o la agricultura. Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura manifiestan que los cambios en las propiedades del suelo, que se provocan por la erosión, producen alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva (<http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm>).

- E8: A mayor productividad del suelo, menor producción de frutos de palma de aceite.

Los suelos más productivos son aquellos que presentan un gran nivel de nutrientes lo que favorece a una mayor producción de frutos de palma de aceite, en este sentido, cuando el suelo ha gastado todos sus nutrientes en la producción de frutos de palma de aceite y empieza a agotar sus nutrientes es necesario hacer uso de fertilizantes naturales o químicos, con el propósito de maximizar el rendimiento. La relevancia presente en la productividad del suelo se asocia los costos de producción, con suelos más pobres en nutrientes y ricos en ácidos se generan costos altos en la fase de preparación del terreno, para la producción de palma de aceite (Mosquera et al, 2017).

- E9: Un gran número de monocultivos de palma de aceite ocasiona una reducción en la producción de alimentos, de allí que, en Colombia en la región oriente en los años 2000 y hasta el 2008 la producción de este monocultivo ha generado cambios en el uso del suelo

del 10% en terrenos que eran de vocación agrícola, lo que en un futuro cercano podría generar adversidades en cuestiones de seguridad alimentaria (Fedepalma, 2009).

- E10: Cuando hay mayor producción de alimentos hay un mayor margen de reserva de alimentos, el margen de reserva se encuentra dado por la producción de alimentos agrícolas que no están siendo consumidos en un determinado momento, por tanto, pueden ser consumido en condiciones de necesidad.
- E11: A menor margen de reserva de alimentos, se tendrá una mayor emigración de la población en el municipio de Villanueva Casanare. Los precios de los alimentos, se incrementan debido a la demanda, es decir, los precios se ven afectados principalmente porque existe mayor número de cultivos como los de palma de aceite, que remuneran los cultivos agrónomos que suministran la mayor parte alimenticia de la región, por lo tanto se requieren optar por estrategias de adquirir alimentos de otros sitios aledaños, con unos costos y precios más elevados y también los pocos cultivadores que se dedican a cultivar los alimentos, aprovechan a incrementar sus precios de venta, esto genera que los residentes del municipio con bajos recursos económicos, tengan que emigrar fuera de su sector y conseguir mejores calidades de vida y que puedan suplir sus necesidades alimentarias y sobre todo se acomoden a sus recursos económicos (Fedepalma, 2014).
- E12: Por la emigración en Villanueva, su población tiende a ser cada vez menor. Como afirma Maslow, y a través de la historia, el ser humano está objetivamente orientado hacia la búsqueda de metas y objetivos para la satisfacción de sus necesidades, por lo que hace que se presente una situación en donde la emigración puede aparecer como una alternativa posible, dado que, todas las necesidades son apremiantes, hasta el punto de crear un ambiente propicio para modificar cualitativa y cuantitativamente la necesidad de logro y el nivel de aspiraciones. Esto genera en el sector, en donde se está presentando la emigración, que haya una disminución de las posibilidades de consumo en economías cuyo potencial de desarrollo se basa, parcialmente, en la activación de su mercado interno, generando retrasos de crecimiento social y sostenible del sector (Maslow, 2009)

- E13: Al incrementar la población, la demanda de alimentos será mayor lo que causará escases y mayores costos en la canasta de suministros alimenticios. Cuando hay mayor población, los alimentos serán menores al igual que el margen de reserva.
- E14: A mayor demanda de alimentos, el margen de reserva de alimentos escaseara y no será suficiente para satisfacer a la población y nuevamente se tendrán que tomar nuevas decisiones respecto a los cultivos que se estén desarrollando en Villanueva.
- E15: A mayor plantación de monocultivos, para la producción de palma aceite hay un aumento en la generación de empleo, en el año 2011 Fedepalma realizo un estudio sobre el empleo en el sector palmero colombiano, afirman que se ha generado empleo en zonas rurales y pequeños municipios de Colombia a partir de estas plantaciones, además que la presencia de este sector productivo y económico aportan al desarrollo de esos territorios (Fedepalma, 2011).
- E16: Al presentarse dinámicas generadoras de empleo en el territorio, hay un aumento en las ofertas de empleo, que a su vez genera una inmigración de población, según la investigación sectorial realizada por el DANE en el año 2011, se estima que las tierras utilizadas para los cultivos de palma de aceite están ofreciendo alrededor de 104.000 puestos de trabajo. Es por esta razón que las comunidades que se encuentran ubicadas en lugares circundantes a las plantaciones de palma se encuentran beneficiados con empleos directos en los cultivos y empleos indirectos asociadas a las actividades intermedias entre la producción y la transformación del fruto (DANE, 2011).
- E17: Al crear mayor oferta de mano de obra, habrá una inmigración, en la cual se generará mayor cantidad de población en el municipio de Villanueva.

Del análisis anterior se observa que en la parte superior izquierda encontramos el bucle de realimentación negativo, el cual se relaciona con la seguridad alimentaria local, a mano derecha encontramos dos bucles de realimentación uno positivo y uno negativo, el positivo se encuentra en la parte inferior y es de la oferta del fruto de palma de aceite, este bucle crece porque no encuentra un límite al crecimiento, en este caso en la parte superior del diagrama tiene

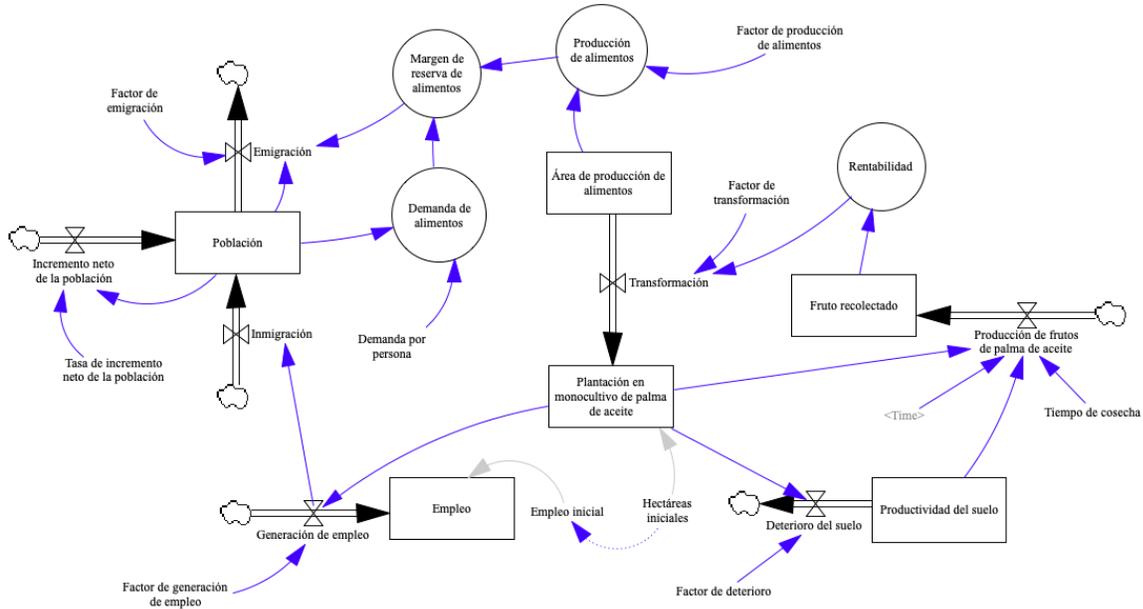
un bucle de realimentación negativo relacionado con la calidad del suelo, esta relación entre los dos bucles permite encontrar en el sistema la razón del crecimiento pero a su vez el límite al crecimiento del mismo, representado respectivamente por la oferta del fruto de palma de aceite y calidad del suelo condicionada por los deterioros que pueda tener debido al tipo de sistema productivo agrícola establecido en el territorio.

Esta hipótesis dinámica, una estructura arquetípica de límites al crecimiento y el diagrama causal, que permite determinar cada enunciado y relación que dan lugar a la hipótesis dinámica

4.5.2. Modelo para la evaluación de estrategias de intervención del suelo y análisis de la sostenibilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare)

Partiendo del diagrama causal, se construyó el diagrama de niveles y flujos de Figura 15, en el que se consideraron seis variables de estado: la población, el área de plantación en monocultivo de palma de aceite, la cantidad de frutos recolectados, el área de producción de alimentos para la región, la productividad del suelo de la región y la cantidad de empleos generados por las actividades de palma de aceite en la región (empleos directos). Las ecuaciones de cada una de estas variables de cambio se presentan a continuación.

Figure 16 Diagrama de niveles y flujos.



Fuente: Elaboración propia

El cambio de la población P con respecto al tiempo t se encuentra determinada por el incremento neto de la población IN dado por la diferencia entre los nacimientos y muertes de la región, la inmigración Inm y la Emigración Emi , como sigue:

$$\frac{dP}{dt} = IN + Inm - Emi$$

De tal modo que, el incremento neto de la población viene dado por el producto entre la tasa de incremento neto de la población λ y la población P de la región:

$$IN = \lambda \cdot P;$$

La inmigración Inm viene dada por la generación de empleo GE :

$$Inm = GE;$$

y la emigración Emi depende del margen de reserva de alimentos MR y de un factor de emigración asociado a la abundancia de alimentos δ_E :

$$Emi = \delta_E \cdot P \cdot MR;$$

El margen de reserva de alimentos MR es una variable auxiliar y está determinada por la producción de alimentos PA menos la demanda de alimentos DA dividido en la producción de alimentos PA :

$$MR = \frac{PA-DA}{PA};$$

La producción de alimentos a su vez se determina con el factor de la producción de alimentos δ_{PA} multiplicado por el área de producción de alimentos A_{PA} :

$$PA = \delta_{PA} \cdot A_{PA};$$

La ecuación de la demanda de alimentos DA , se encuentra determinado por la demanda por persona D_{pe} y por la población P :

$$DA = D_{pe} \cdot P;$$

El cambio en el área de producción A_{PA} con respecto al tiempo t se encuentra determinada por la transformación $tran$

$$\frac{d}{dt} A_{PA} = -tran;$$

La transformación $tran$ es igual a la multiplicación de factor de transformación δ_t por la rentabilidad Re :

$$tran = \delta_t \cdot Re;$$

La rentabilidad Re esta dada por los frutos recolectados F_{Re} :

$$Re = F_{Re};$$

La variación de la producción de monocultivos P_{mono} en el tiempo t se encuentra determinada por la transformación $tran$

$$\frac{d}{dt} P_{mono} = Tran;$$

La variación en el fruto recolectado F_{Re} en el tiempo t , está dado por producción de frutos de palma de aceite P_{FPA} :

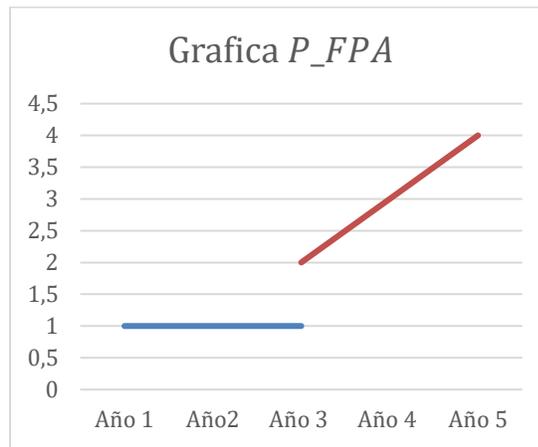
$$\frac{d}{dt} F_{Re} = P_{FPA};$$

La producción de frutos de palma de aceite P_{FPA} es igual por un

$$P_{FPA} = \int_0 P_{momo} \cdot Ps \frac{t \leq Tco}{t > Tco};$$

Para mayor claridad sobre la ecuación descrita se presenta la siguiente figura:

Figure 17 Grafica de Producción del Fruto de Palana de Aceite



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la ecuación de la producción del suelo en la variación del tiempo t está determinado por la demanda De :

$$\frac{d}{dt} Ps = De;$$

y la demanda De es igual a factor de demanda δ_{de} por el número de plantaciones de palma en mono cultivos P_{momo} :

$$De = \delta_{de} \cdot P_{momo};$$

El empleo $Empleo$ en el tiempo t está determinado por la generación de empleo G_E :

$$\frac{d}{dt} Empleo = G_E;$$

La generación de empleo G_E equivale al factor de generación de empleo δ_{Ge} por el número de plantaciones de palma de aceite en el municipio P_{momo} :

$$G_E = \delta_{Ge} \cdot P_{momo}$$

De este modo, por composición de las ecuaciones, se obtiene el modelo matemático para la evaluación de estrategias de intervención del suelo y análisis de la sostenibilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva (Casanare) que se presenta a continuación:

- Ecuación de la población

$$\frac{dP}{dt} = \lambda \cdot P + \delta_{Ge} \cdot P_{momo} - \delta_E \cdot P \cdot \frac{\delta_{PA} \cdot A_{PA} - D_{pe} \cdot P}{\delta_{PA} \cdot A_{PA}}$$

- Ecuación del área de plantación en monocultivo de palma de aceite

$$\frac{dP_{momo}}{dt} = \delta_{Fre}$$

- Ecuación de la cantidad de frutos recolectados

$$\frac{dF_{Re}}{dt} = \int \begin{matrix} 0 & P_{momo} \cdot P_s & \frac{t \leq T_{co}}{t > T_{co}} \end{matrix}$$

- Ecuación del área de producción de alimentos para la región

$$\frac{dA_{PA}}{dt} = \delta_t \cdot F_{Re}$$

- Ecuación de la productividad del suelo de la región

$$\frac{dP_s}{dt} = \delta_{de} \cdot P_{momo}$$

- Ecuación de la cantidad de empleos generados por las actividades de palma de aceite en la región

$$\frac{dP_{momo}}{dt} = \delta_{Fre}$$

El modelo se calibra con datos reales y luego se hizo prueba de valores extremos, para analizar hasta qué punto toleraba el modelo un cambio en aumento o disminución en las variables.

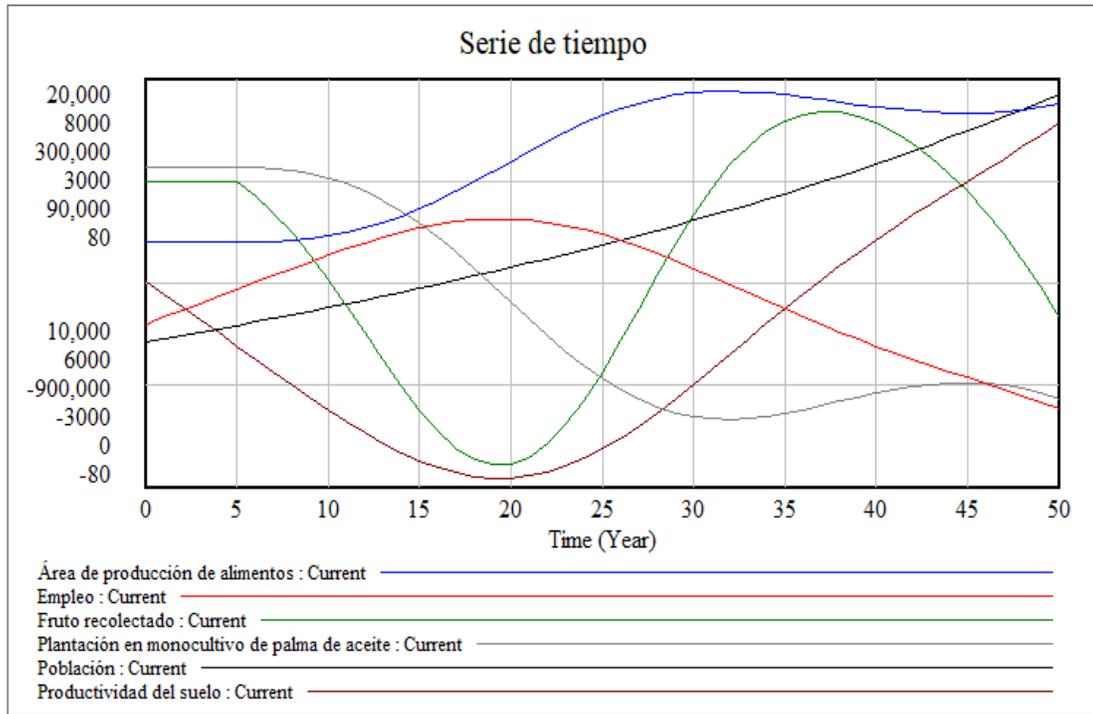
Capítulo V. Conclusiones

Para finalizar se puede concluir que, el estudio de oferta y demanda realizado fue exitoso, dado que, el fruto de palma de aceite tiene un mercado óptimo para la producción como para la venta, por otra parte, se pudo determinar un proceso productivo y eficiente con una localización óptima en el municipio de Villanueva Casanare, se realizó una matriz FODA que dio a conocer los pros y contra internos y externos del sector palmero. Del mismo modo, el estudio financiero realizado proyecta una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 34,37% durante un periodo de 28 años, lo que significa que los inversionistas no recuperaran su capital si no a partir del año seis, es importante tener en cuenta que, hasta el año 3 se empieza a recolectar el fruto. El Valor Neto Actual (VNA) es de \$6.153.232.859 COP, proyectado con una tasa de oportunidad de 30%, lo que significa que el beneficio es mayor a las expectativas.

En cuanto a la evaluación social y ambiental, se realizó un diagrama causal, el cual tiene dos bucles de realimentación negativa (-) y un bucle de realimentación positiva (+). En el bucle de la izquierda, se expresa, que si se aumenta la población hay un aumento en la demanda de alimentos, lo anterior va a disminuir el margen de reserva local, si este disminuye hay un efecto de emigración porque no hay alimentos, muy seguramente los precios se van a disparar. Lo anterior, determina la seguridad alimentaria local. Por otro lado, en la parte derecha se muestran dos bucles uno de retroalimentación positiva (+) y otro de retroalimentación negativa (-), al principio se interpretaría que la producción de palma de aceite puede crecer deliberadamente, sin embargo todo tiene un límite al crecimiento, este, viene dado por el bucle de retroalimentación negativa (-), el cual cuenta, como una plantación en monocultivo deteriora el suelo, lo cual es propuesto por autores, y este deterioro del suelo va a disminuir la productividad del suelo, lo que a su vez va a disminuir la producción de frutos de palma de aceite. Dando lugar entonces a, la existencia de un límite al crecimiento de la plantación.

La hipótesis dinámica es el hilo conductor que nos permite identificar atributo por atributo un sistema, a partir de las relaciones encontradas en la hipótesis, se simuló un diagrama de flujos y niveles, con las variables de estado, las razones de cambio, las variables auxiliares y los parámetros.

Figure 18 Serie de Tiempo (Simulada)



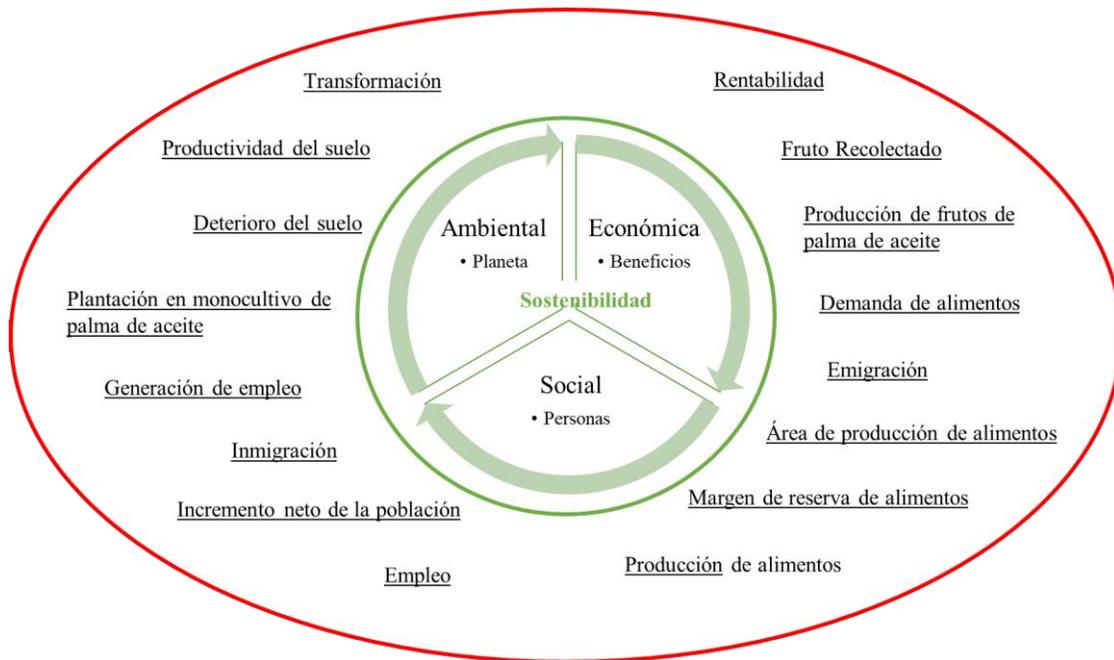
Fuente: Elaboración propia

En la *Figura 18* se observa la serie de tiempo reportada por el modelo de simulación. Con el diagrama de niveles y flujos se obtienen un simulador (Anexo 4) que nos permiten experimentar escenarios de comportamientos posibles en este problema que estamos abordando.

Por último, La teoría de la viabilidad contempla dos elementos, oportunidad y necesidad, la oportunidad la expresa como, campo vectorial en el conjunto de todos los campos vectoriales, y la necesidad como un estado en un centro valor del tiempo que debe satisfacer una condición.

Se trata de identificar campos vectoriales, que a partir de unas condiciones iniciales del estado del sistema en Villanueva Casanare evolucionaran y se mantuvieran en el sistema de necesidades, hasta llegar a la representación de una oportunidad.

Figure 19 Análisis de Viabilidad



Fuente: Elaboración Propia

Se identificaron elementos viables, a partir de las condiciones iniciales de Villanueva Casanare, que cumplieran la condición de crecimiento y conservación del sistema de necesidad, para determinar cuáles son viables y cuáles son inviables.

De acuerdo con las simulaciones realizadas no se encontró ninguna posibilidad viable de monocultivo, a pesar de que, se aumenten los frutos recolectados y la rentabilidad, el enfoque de sostenibilidad no se cumple.

Capítulo VI. Recomendaciones

Se identifica, que la producción en monocultivos de palma de aceite no es viable, por tal motivo, se recomienda limitar las plantaciones de este tipo, además, el simulador diseñado puede ser calibre con modelos que propongan tipos de producción diferentes para identificar la sostenibilidad de cada uno de ellos. Nuestro análisis se limitó a determinar la viabilidad de la producción de palma de aceite en Villanueva Casanare con un modelo de monocultivos

Referencias

- Ahmad, S., Abidin, M. & Shafie, S., (2010). *Current perspective of the renewable energy development in Malaysia*. Doi: 10.1016/j.rser.2010.11.009
- Baca, G., (Ed.). (2010). *Evaluación de Proyectos sexta edición*. México, D.F: Mc Graw Hill. <https://leonelmartinez.files.wordpress.com/2015/01/1-gabriel-baca-urbina-evaluacion-de-proyectos-6ta-edicion-2010.pdf>
- Bejarano, N. B. (2011). *Cadena productiva. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*: <http://www.minagricultura.gov.co/Lists/Glosario/DispForm.aspx?ID=8>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2012). *Cuenta satélite piloto de la agroindustria de la palma de aceite: palma en desarrollo, en producción y su primer nivel de transformación 2005 -2010*. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/agroindustria/metodologia_agroindustria.pdf
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S. y Brown, C. (2009). La dimensión social del desarrollo sostenible: definir la sostenibilidad social urbana. *Desarrollo sostenible*, 19 (5), 289-300. DOI: 10.1002 / sd.417
- Fedepalma, Fedesarrollo y IQuartil. (2011). *El empleo en el sector palmero colombiano*. Disponible en: http://www.cenipalma.org/bigdata/fedepalma/pdf/empleo_en_el_sector_palmero.pdf
- Fontanilla, C., Mosquera, M., Ruíz, E., Beltrán, J. & Guerrero, J. (2015). *Beneficio económico de la implementación de buenas prácticas en cultivos de palma de aceite de productores de pequeña escala en Colombia*. *Revista Palmas*, 36(2), 27-38. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11075>
- Gauch, M. (2012). Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia, *Sostenibilidad de biocombustible en Colombia SBC*. Disponible en: <https://www.fedebiocombustibles.com/files/EvaluacionDelCicloDeVidaDeLaCadenaDeProduccionDeBiocombustiblesEnColombia-MarcelGauch.pdf>.
- Giraldo, D., P., Arango, S. & Martínez, J. E., (2014). *Efectos de los Agrocombustibles en la Seguridad Alimentaria en Colombia: Una Aproximación Sistémica*. *Revista Facultad*

Nacional de Agronomía - Medellín, 7375-7385. Doi

<https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n2.44180>

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). IPCC *Glossary*. <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ipcc-glossary.pdf>
- Horton, A., Lazarus, L., Hales, T., Constantine, J., Bruford, M. & Goossens B. (2018). *Can riparian forest buffers increase yields from oil palm plantations?* Doi: 10.1029/2018EF000874.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (Ed.) (1993). *Estudios de viabilidad en proyectos mineros*, Madrid, Secretaria General de la Energía y Recursos Minerales. P 16.
- Izquierdo, L., Galán, J., Santos, J. & Del Olmo, R. (2008). *Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas*. EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales, (16), 85-112.
- Laudon, K. C. & Laudon, J. P. (Ed.) (2012) *Sistemas de información gerencial*. Naucalpan de Juárez, Estado de México Pearson Educación de México, S.A. de C.V. P 68, disponible en: <https://juanantonioleonlopez.files.wordpress.com/2017/08/sistemas-de-informacic3b3n-gerencial-12va-edicic3b3n-kenneth-c-laudon.pdf>
- López, A. & Botero, V. (2014) *Estimación de conflictos de uso de la tierra por la dinámica de cultivo de Palma africana usando sensores remotos en el Cesar, Colombia*. Doi: <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n186.38047>
- MinAgricultura, *Anuario Estadístico del Sector Agropecuario*. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Miniambiente. *Gases de efecto invernadero*. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/462-plantilla-cambio-climatico-18#enlaces>
- Minminas (2012) Resumen Ejecutivo “Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia”. Proyecto “estrategias de energía sostenible y biocombustible para Colombia: “ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO”. Ministerio de Minas y Energía, Banco Interamericano Desarrollo (BID), disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10180/488888/Capitulo_0_Resumen_ejecutivo_final.pdf/f032d18c-205f-499b-8d59-d1b359e7c572.

- Nassir Sapag Chain, Chile (2011), *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2a edición Pearson Educación*, [http://daltonorellana.info/wp-content/uploads/sites/436/2014/08/Proyectos de Inversion Nassir Sapag Chain 2Edic.pdf](http://daltonorellana.info/wp-content/uploads/sites/436/2014/08/Proyectos_de_Inversion_Nassir_Sapag_Chain_2Edic.pdf)
- Nava, M. A. (2009). *Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente*. Revista Venezolana de Gerencia, 14(48), 606-628. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842009000400009&lng=es&tlng=es.
- Ochoa, J. & Chávez, E. (2010) *Evaluación de la Sostenibilidad Social y Económica en los cultivos de Palma Africana*. Revista Source of the DocumentDYNA (Colombia)
- OLADE. (2015). *Organización Latinoamericana de Energía - Sistema de Información Económica Energética (SIEE)*. Recuperado de: <http://sier.olade.org/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. *Portal de suelos de la FAO, LA biodiversidad del suelo*. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/>
- Rincón, L. E., Valencia, M. J., Hernández, V., Matallana, L. G. y Cardona, C. A. (2015). *Optimización de la cadena de suministro del biodiésel de palma de aceite en Colombia con base en criterios técnico-económicos y ambientales* (Adriana Arias, trad.). Palmas, 36(4), 67-95. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/issue/view/1257>.
- Rodríguez, L.C. & Ríos-Osorio, L.A. (2016). *Evaluación de sostenibilidad con metodología GRI*. Dimensión Empresarial 14(2), 73-89JEL: L21; M14; M16; M41. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632016000200006
- Saavedra, I. González, M. & Muñoz, M. J. (2010). *Introducción a la sostenibilidad y la RSC*. Oleiros, La Coruña: Netbiblo, D.L.P 6.
- Valencia, M., & Cardona, C., (2014) *Las cadenas de suministro de biocombustibles en Colombia: La evaluación de los escenarios actuales y prometedores en base a los objetivos medioambientales*. Política energética. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.021yo>
- Van, R., Cuervo, S., & Verbong S. (2007). *Gestión nicho estratégico para los biocombustibles: El análisis de los experimentos anteriores para el desarrollo de nuevas políticas de biocombustibles*. doi:10.1016 / j.enpol.2006.11.009
- Villanueva Casanare. *Plan de Desarrollo (2016 – 2019) “Vamos Pa’Lante Villanueva, con Liderazgo y Corazón”* Disponible en

<https://ceo.uniandes.edu.co/images/Documentos/Villa Nueva Plan de Desarrollo 2016 - 2019.pdf>

- Wu, J. (2014). *Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions*. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>
- Wicke, B. Sikkema, R. Dornburg, V. & Faaij A. (2010). *Exploring land use changes and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia*. Doi: 10.1016/j.landusepol.2010.06.001.
- Yatim, P. Sue, N. Loong, H. & Choy, E. (2017). *Overview of the key risks in the pioneering stage of the Malaysian biomass industry*. doi: 10.1007/s10098-017-1369-2.
- Yusoff, M. H. M., Abdullah, A. Z., Sultana, S., & Ahmad, M. (2013). Prospects and current status of B5 biodiesel implementation in Malaysia. *Energy Policy*, 62, 456–462.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.009>