

DISEÑO DE UN MODELO DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN UTILIZANDO DRONES  
Y UN SISTEMA DE CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS QUE  
PERMITA IDENTIFICAR A TIEMPO LA GENERACIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL  
COGOLLO EN CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE QUE SE ENCUENTRAN EN LOS  
DEPARTAMENTOS DE BOLÍVAR Y SANTANDER



INTEGRANTES

PEDRO ANDRÉS MEDINA

JUAN CARLOS NIÑO

UNIVERSIDAD DISTRITAL – FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ D.C.

2017

## Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	8
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	GENERAL.....	10
2.2	ESPECÍFICOS.....	10
3	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
3.1	PANORAMA GENERAL.....	11
3.2	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3.3	PROBLEMA CENTRAL.....	16
3.4	ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	16
3.5	Análisis de objetivos.....	17
3.6	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	17
3.6.1	Servicio de monitoreo satelital.....	17
3.6.2	Teledetección en aviones tripulados.....	18
3.6.3	Teledetección por aeronaves no tripuladas.....	18
3.6.4	Muestreo de los frutos de las palmas de manera manual.....	19
3.7	Análisis de involucrados.....	19
3.7.1	Gobernaciones de Bolívar y Santander.....	20
3.7.2	Alcaldías.....	21
3.7.3	FEDEPALMA.....	21
3.7.4	FEDEBIOCOMBUSTIBLES.....	21
3.7.5	CENIPALMA.....	22
3.7.6	Universidad Nacional Abierta y a Distancia.....	22
3.7.7	Universidad Industrial de Santander.....	23
3.8	Matriz de marco lógico.....	1
4	ESTUDIO DE MERCADO.....	1
4.1	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO.....	1
4.2	DEMANDA DEL SERVICIO.....	3
4.2.1	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CANTAGALLO (BOLÍVAR).....	3
4.2.2	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN PABLO (BOLÍVAR).....	5

4.2.3	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL BARRANCABERMEJA (SANTANDER).....	5
4.2.4	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ (SANTANDER).....	7
4.3	DEMANDA TOTAL.....	8
4.4	OFERTA DEL SERVICIO .....	9
4.5	Precios o tarifas deL servicio .....	11
4.6	Canal de comercialización .....	11
4.7	DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL SERVICIO .....	12
5	ESTUDIO TÉCNICO .....	15
5.1	LOCALIZACIÓN.....	15
5.1.1	Macrolocalización:.....	15
5.1.2	Microlocalización .....	18
5.2	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	21
5.3	Componentes del modelo de agricultura de precisión .....	23
5.3.1	Patrón de vuelo .....	26
5.4	EQUIPO REQUERIDO .....	28
5.5	Prestación del servicio .....	29
6	ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	33
6.1	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	33
6.1.1	Gerencia General .....	34
6.1.2	Director de operaciones.....	34
6.1.3	Analista de información geográfica.....	35
6.1.4	Operador de dron .....	35
6.1.5	Auxiliar de operaciones .....	37
7	NORMOGRAMA .....	39
8	ESTUDIO FINANCIERO .....	42
8.1	Costos de Nomina.....	42
8.2	Costos Equipos .....	43
8.3	Gastos de Producción.....	43
8.4	Gastos de Oficina.....	44
8.5	Gastos Administrativos .....	44
8.6	Flujo de Caja .....	45

8.7	Análisis financiero con costo de servicio pesimista .....	46
8.8	Flujo de caja con costo de servicio optimista .....	47
8.9	Flujo de caja (sin PRÉSTAMO) con precio de servicio pesimista .....	48
8.10	Flujo de caja (sin PRÉSTAMO) con precio de servicio realista .....	49
8.11	Flujo de caja (sin PRÉSTAMO) con precio de servicio OPTIMISTA.....	50
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
10	BIBLIOGRAFÍA .....	52

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 <i>Rendimiento Aceite de Palma vs Principales productores a nivel mundial</i> .....	13
Gráfica 2 <i>Costo de producción de una tonelada fruta</i> .....	13

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Zonas de cultivos de palma en Colombia.</i> .....	12
Tabla 2 <i>Total hectáreas de Palma de Aceite sembradas por departamentos</i> .....	8
Tabla 3 <i>Valores de acuerdo a la Resolución 426 de Colciencias.</i> .....	42

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Rendimiento del fruto de palma de aceite.....	11
<i>Figura 2</i> Punto de desarrollo de los cultivos .....	15
<i>Figura 3</i> Árbol de Problemas .....	16
<i>Figura 4</i> Análisis de Objetivos.....	17
<i>Figura 5</i> Ubicación – Municipio de Cantagallo .....	3
<i>Figura 6</i> Mapa de Barrancabermeja .....	6
<i>Figura 7</i> Departamento de Norte de Santander en Colombia .....	16
<i>Figura 8</i> Cultivo de palma de aceite.....	22
<i>Figura 9</i> Modelo de Agricultura de Precisión .....	24
<i>Figura 10</i> Ejemplo - Mapa de Reflectancia.....	25
<i>Figura 11</i> Planificación de la Trayectoria de Vuelo .....	26
<i>Figura 12</i> Tipos de cámara y espectros .....	27
<i>Figura 13</i> Trayectoria de Vuelo del Dron .....	28
<i>Figura 14</i> Estructura Organizacional .....	33

## 1 INTRODUCCIÓN

El incremento en la producción de Gases Efecto Invernadero, producto del uso de combustibles fósiles, ha generado diversos problemas ambientales cuyas causas se hacen cada vez más evidente a nivel mundial. Como medida para mitigar los efectos generados por este fenómeno, diferentes instituciones tanto públicas como privadas han fomentado el desarrollo de nuevas fuentes de energía menos contaminantes. Hoy en día es muy común hablar sobre la producción de biocombustibles, los cuales surgen de la mezcla de un aceite de origen natural con otros derivados del petróleo y dadas sus características físico-químicas generan menos gases contaminantes contribuyendo así a mejorar las condiciones del ambiente.

Uno de los insumos utilizados en la producción de biodiesel es el fruto generado por la palma de Aceite del cual se aprovecha aproximadamente un 45% de su contenido, lo que le ha llevado a considerarse una de las semillas oleaginosas de mayor rendimiento. En el contexto colombiano, según datos de Fedebiocombustibles, el país cuenta con más de 3.3 millones de hectáreas disponibles para el desarrollo de cultivos de palma (sin poner en riesgo la producción alimenticia), lo cual ha ubicado al país en el cuarto lugar a nivel mundial en cultivar estas plantas.

Sin embargo, dada la ubicación geográfica del país estos cultivos se han visto afectados por una plaga conocida como la pudrición de cogollo, que ha impactado de manera significativa en varios cultivos ubicados en diferentes regiones del país. Uno de los casos más representativos es el departamento de Puerto Wilches en el Departamento de Santander, en donde la producción se vio afectada en más de un 80% afectando a los productores de esa región. Pero a pesar de las medidas que se han tomado hasta el momento, las zonas aledañas a Puerto Wilches son

vulnerables a verse afectadas por la misma patología, lo que generaría pérdidas económicas que tardarían en recuperarse a largo plazo.

De esta forma, el objetivo principal de este trabajo es formular un modelo de agricultura de precisión para el tratamiento de la enfermedad de la pudrición del cogollo en cultivos de palma ubicados en los departamentos de Bolívar y Santander. La ventaja que trae la implementación de éste método es que permite hacer un seguimiento en tiempo real del estado de las plantas, llevando a tomar decisiones oportunas con el fin de tomar las medidas correspondiente y evitar que otros cultivos se vean afectados, ayudando de esta manera a disminuir las pérdidas que en materia económica tienen que enfrentar los propietarios de los cultivos.

Para la descripción del modelo propuesto, presentamos este documento, el cual fue organizado de la siguiente manera: el Capítulo 3 hace un diagnóstico de cómo se encuentra el sector en este momento, considerando la importancia que tiene la producción de aceite de palma en la economía de las regiones. Luego se identifica el problema y se plantean las soluciones para abordar la problemática. El Capítulo 4 presenta el escenario actual de los cultivos de palma de aceite en los municipios de San Pablo y Cantagallo en el departamento de Bolívar y de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí y Sabana de Torres en el departamento de Santander. El Capítulo 5 aborda la tecnología a ser implementada para el modelo de agricultura de precisión, el Capítulo 6 relaciona la estructura organizacional para el desarrollo del proyecto y finalmente el Capítulo 7 presenta el modelo financiero de la propuesta.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

Proponer la implementación de un modelo de agricultura de precisión utilizando drones y un sistema de captura, almacenamiento y análisis de datos que permita identificar a tiempo la generación de la pudrición del cogollo en cultivos de palma de aceite que se desarrollan en los departamentos de Bolívar y Santander.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Determinar los sectores que se han visto más afectados por la pudrición del cogollo y determinar los planes de seguimiento de acuerdo a la ubicación de los mismos.
- Seleccionar el modelo de aeronave no tripulada, que mejor se adapte a las condiciones de clima y suelo donde se realizan los cultivos de palma de aceite en los departamentos de Bolívar y Santander.
- Identificar la plataforma más conveniente para la recolección y posterior tratamiento de los datos de los cultivos de palma de aceite ubicados en los departamentos de Bolívar y Santander.
- Definir si la implementación del modelo seleccionado es viable financieramente.
- Analizar el componente ambiental afectado por la implementación del proyecto.

### 3 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

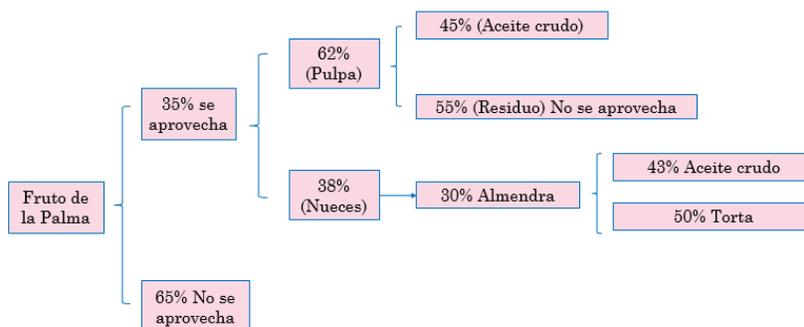
Para la estructuración del presente proyecto se realizó un análisis detallado de la problemática existente, la cual se describe en detalle a continuación:

#### 3.1 PANORAMA GENERAL

El incremento en la producción de Gases Efecto Invernadero, producto del uso de combustibles fósiles, ha generado diversos problemas ambientales a nivel mundial, de los cuales el calentamiento global es una de las consecuencias que más preocupa a la comunidad internacional, obligando a los diferentes organismos e instituciones a fomentar el desarrollo de nuevas fuentes de energía menos contaminantes. Hoy se habla de la producción de biocombustibles, los cuales no son más que la mezcla de un aceite de origen natural (vegetal o animal) con diésel de petróleo o puro los cuales generan menos gases contaminantes, ayudando a mejorar las condiciones del ambiente.

Uno de los insumos para su producción es la Palma de Aceite, la cual produce una semilla que contiene entre un 50% y 60%, siendo una de las oleaginosas con mayores rendimientos Fedepalma (2009).

Figura 1 Rendimiento del fruto de palma de aceite



Fuente: Fedepalma 2009

En Colombia, las zonas en las cuales se llevan a cabo estos cultivos están clasificados de acuerdo a su ubicación a nivel nacional. Tal como se puede observar en la siguiente tabla, las zonas en las que este cultivo tiene una mayor participación es la Zona Oriental con un 39%, seguido por la Zona Central con 31%. El 30% restante se divide entre la Zona Norte y la Zona Sur con un total de 26% y 4% respectivamente.

Tabla 1. *Zonas de cultivos de palma en Colombia.*

REGIÓN	DEPARTAMENTOS	ÁREAS SEMBRADAS (HA)
<b>Zona Oriental</b>	Casanare	181.543
	Cundinamarca	
	Meta	
<b>Zona Norte</b>	Antioquia	123.330
	Atlántico	
	Bolívar	
	Cesar	
	Córdoba	
	Guajira	
	Magdalena	
	Sucre	
<b>Zona Central</b>	Antioquia	143.358
	Bolívar	
	Cesar	
	Cundinamarca	
	Norte de Santander	
<b>Zona Suroccidental</b>	Santander	17.754
	Caquetá	
	Cauca	
	Nariño	
<b>TOTAL</b>		<b>465.985</b>

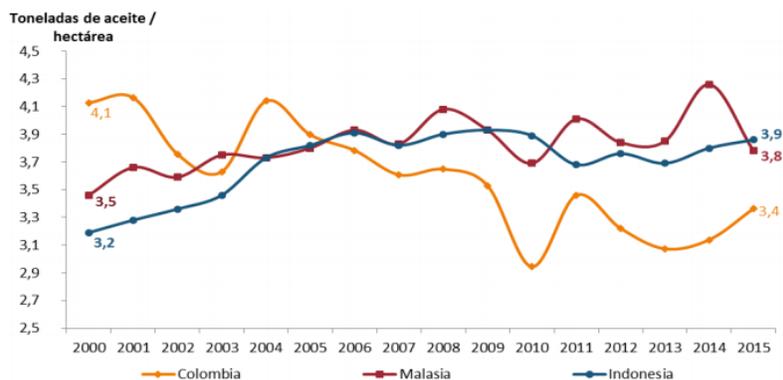
Fuente: Fedepalma (2016).

A nivel de producción de Aceite de Palma, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, los países más productores a Nivel Mundial son Indonesia y Malasia, con una

capacidad de 34.000.000 y 19.500.000 de toneladas métricas. Por su parte, Colombia ocupa el cuarto lugar, seguido de Tailandia, con 1.143.000 toneladas métricas. Actualmente en el país operan 64 plantas de beneficio, en donde la Zona Norte y la Zona Centro cada una cuenta con 16 plantas que tienen una capacidad de 423 y 453 toneladas de refinado por hora respectivamente. Por su parte la Zona Oriental cuenta con 27 plantas cuya capacidad de alcanza para producir 601 toneladas por hora mientras que la zona suroccidental tiene 5 plantas de beneficio y una capacidad de 69 toneladas de refino por hora.

Sin embargo, al comparar el rendimiento del Aceite de Palma entre Colombia y los principales productores a nivel mundial, se puede observar que en el país se ha presentado una disminución del mismo especialmente durante el año 2010. Este comportamiento se ha venido presentando por diferentes causas que han afectado los cultivos en los últimos tal como lo describe Fedepalma en su informe de Desempeño del sector palmero colombiano, como consecuencia de las afectaciones fitos (Aya, 2011)anitarias, mal manejo de los cultivos en la fase de producción y la el afán de muchos productores de generar ingresos con sus cultivos.

Gráfica 1 *Rendimiento Aceite de Palma vs Principales productores a nivel mundial.*



Fuente: Fedepalma (2016)

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Tal como se mencionó en el numeral anterior, los cultivos de palma también son afectados por diferentes patologías, las cuales se presentan de acuerdo a la zona de afectación del cultivo. De acuerdo con la Resolución No. 4170 de 02 de Diciembre de 2014, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) declaró las plagas de control oficial que afectan los cultivos de Palma, identificándolas como el anillo rojo, marchitez letal, marchitez sorpresiva, pudrición del cogollo, *Rhynchophorus palmarum* y *Strategus aloeus*. Sin embargo, de esta clasificación se destaca la patología de la Pudrición de Cogollo, por su alto impacto en los cultivos de palma en el país y es una de las principales causantes de que se presenten variaciones en los índices de producción a nivel nacional.

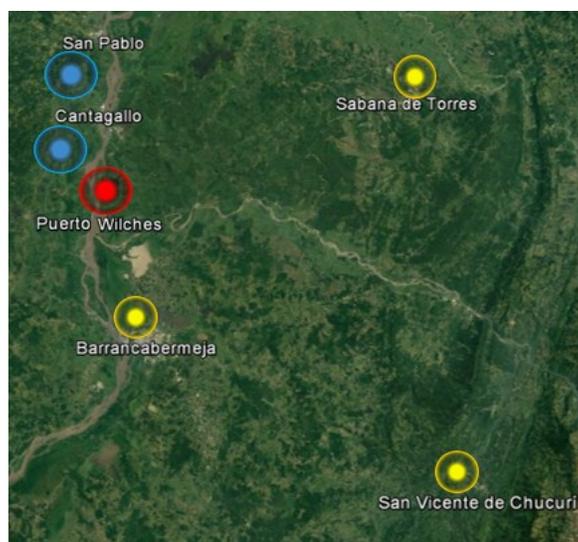
Como tal, la Pudrición de Cogollo se caracteriza porque afecta de manera devastadora todos los tejidos nuevos de las palmas y solo se mantienen en un ligero estado de deterioro las hojas que crecieron previo a que la palma se infectara. Esta enfermedad ha afectado tanto los cultivos en Colombia que ha sido necesaria la intervención de organismos gubernamentales nacionales para formular estrategias objetivas orientadas al monitoreo y control de la misma para que no se presenten mayores pérdidas entre los agricultores, concluyendo de esta manera que una de las medidas que más sirven para evitar el crecimiento de la enfermedad, está en el desarrollo de *buenas prácticas agronómicas, diagnóstico temprano, eliminación del tejido enfermo mediante cirugías, aplicación de tratamientos químicos y seguimiento permanente.* (Aya, 2011).

Uno de los casos más severos de esta enfermedad se ha presentado en la Zona Central del País, la cual comprende los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cesar, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander, donde se presentaron pérdidas en más de 40.000 hectáreas. El

departamento que ha resultado más afectado es Puerto Wilches (Santander), donde el 56% de sus cultivos fue afectado por esta patología, pasando de tener producciones de 320 toneladas a tan solo 67, lo cual ha afectado el gremio de los medianos y pequeños palmicultores de la región generando con esto una crisis económica de alto impacto.

El siguiente mapa muestra en el punto rojo, la localización del Municipio de Puerto Wilches (Santander), fuente de la mayor problemática de esta patología. Los municipios aledaños de Catagallo y San Pablo a manera de ilustración se muestran en círculos de color azul para referenciar que pertenecen al Departamento de Bolívar y los Municipios de Sabana de Torres, Barrancabermeja y San vicente de chucurí se encuentran en amarillo porque están ubicados en el departamento de Santander.

Figura 2 Punto de desarrollo de los cultivos



Fuente: Los Autores

Esos cinco municipios, se caracterizan por su condición palmera ya que en la actualidad más de 40.000 hectáreas están sembradas en estos cinco municipios, siendo muy vulnerables a

que la enfermedad de la Pudrición de Cogollo se presente, dadas la condiciones climáticas de la región. Por lo que es importante establecer un programa de monitoreo y control que permita a los productores llevar a cabo las actividades correspondientes para que estos cultivos no se vean afectados.

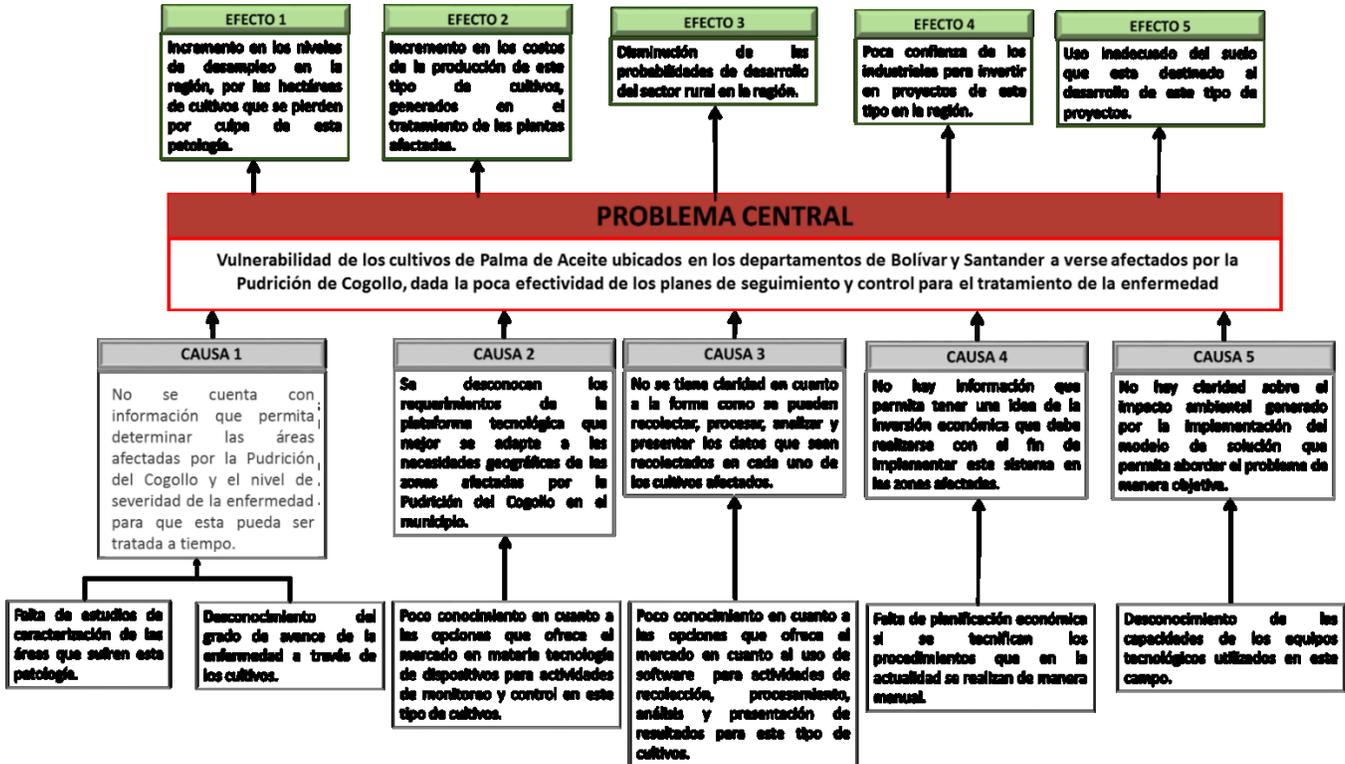
### 3.3 PROBLEMA CENTRAL

Vulnerabilidad de los cultivos de Palma de Aceite ubicados en los departamentos de Sur de Bolívar y Santander a verse afectados por la Pudrición de Cogollo, dada la poca efectividad de los planes de seguimiento y control para el tratamiento de la enfermedad.

### 3.4 ÁRBOL DE PROBLEMAS

El análisis del problema es como muestra la siguiente figura.

Figura 3 Árbol de Problemas

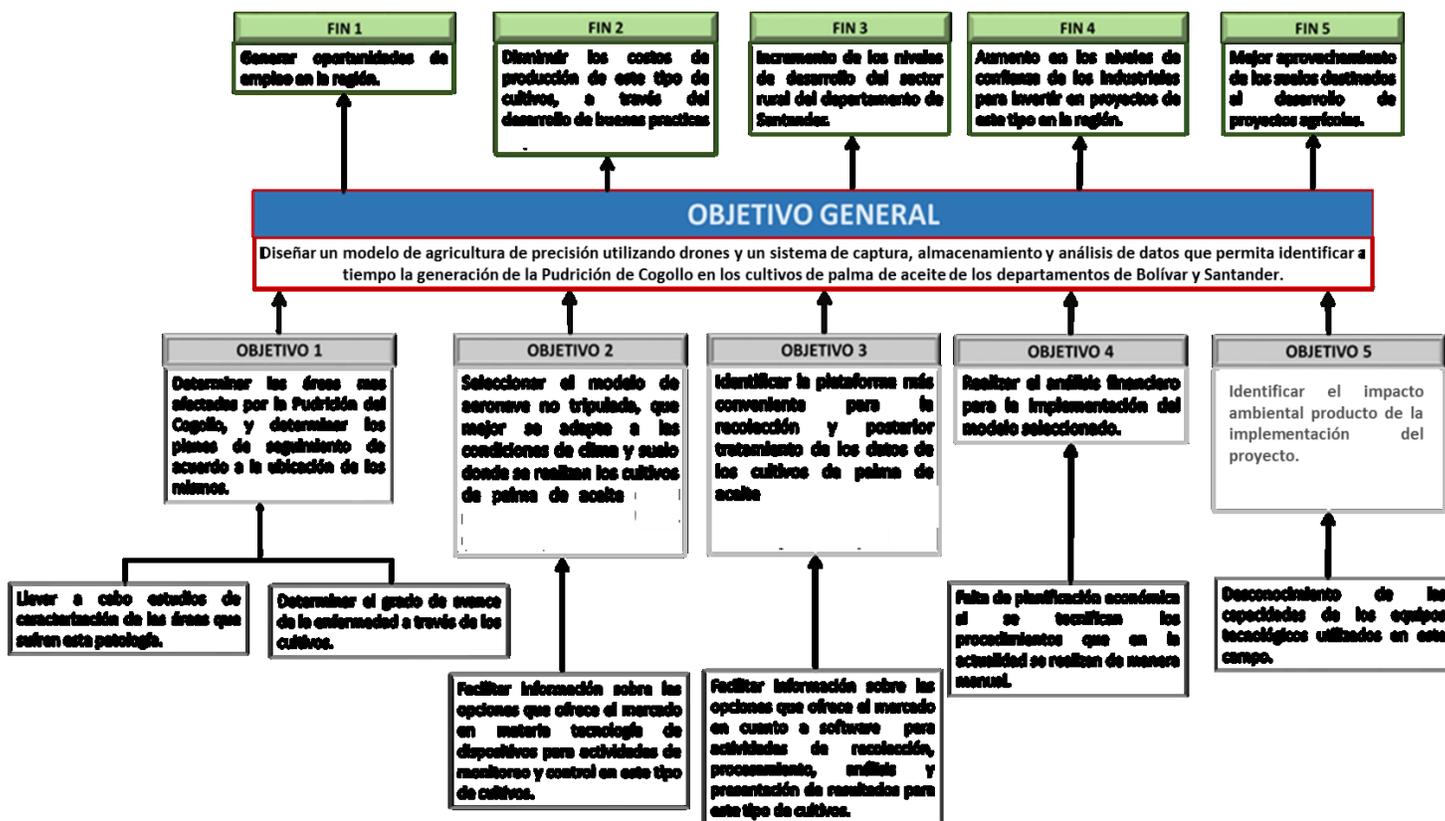


Fuente: Los Autores.

### 3.5 ANÁLISIS DE OBJETIVOS

El análisis de objetivos es como muestra la siguiente figura.

Figura 4 Análisis de Objetivos



Fuente: Los Autores.

### 3.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Existen en la actualidad varias alternativas para el desarrollo de técnicas de agricultura de precisión. A continuación se realiza una descripción de las técnicas existentes:

#### 3.6.1 Servicio de monitoreo satelital

El uso de satélites en la agricultura permite acceder a datos de imágenes en diferentes resoluciones para la evaluación de los cultivos, determinar la salud de los mismos, detectar cambios, realizar análisis ambientales, cartografía, determinación de rendimiento y análisis de

suelos, variaciones de la materia orgánica y de drenaje. Esta información geoespacial es valiosa cuando se usa en conjunto con datos complementarios para definir zonas de administración para un campo. Sin embargo, su principal desventaja radica en los elevados costos de lanzamiento, mantenimiento y operación de un satélite, como por ejemplo el caso del satélite peruano cuyo valor llegó a los 200 millones de dólares.

### **3.6.2 Teledetección en aviones tripulados**

Emplear vehículos aéreos para el monitoreo es más accesible que el uso de satélites. Tiene la ventaja de que pueden ser utilizados en actividades de fumigación y de inspección que no requieren del uso de alta tecnología. Las desventajas de este sistema por un lado se relacionan con su costo de implementación que a pesar de ser más bajo que el satelital, sigue siendo inaccesible para el cultivador promedio. Por otro lado, para su operación se debe contar con un plan de vuelo autorizado por autoridad aeronáutica correspondiente al igual que un piloto con capacidad para enfrentar la geografía del lugar.

### **3.6.3 Teledetección por aeronaves no tripuladas**

Vehículos aéreos más conocidos como Aeronaves Remotamente Tripuladas (ART) o drones, que utilizan más de cuatro motores para desplazarse a través del aire y son dirigidos a través de control remoto con excelentes condiciones de estabilidad. Actualmente se encuentran en el mercado a precios económicos y vienen con equipos integrados que permiten destinarlos a actividades de fotografía aérea, cartografía, video, además de la generación de imágenes multispectrales gracias a que cuentan con sensores de diferentes tecnologías. Sin embargo, no todas las variables involucradas en la agricultura de precisión se pueden medir por vía aérea, obligando a que varias de estas tengan que ser recolectadas directamente en los terrenos y en las plantas y para eso los vehículos aéreos no tripulados no resultan ser útiles.

### **3.6.4 Muestreo de los frutos de las palmas de manera manual**

Tener acceso a los frutos es la mejor manera de establecer el estado de una planta. La inspección directa de las hojas también permite deducir información importante sobre el avance de las plagas, el estado de la planta y el grado de severidad de la enfermedad. No obstante existen dos limitaciones para la inspección manual. La primera está relacionada con la altura de las plantas que alcanzan de doce a quince metros dificultando la inspección de los frutos y la segunda es la extensión del plantío que hace muy dispendioso el proceso de inspección.

De las alternativas mencionadas anteriormente, se selecciona la de **Teledetección por aeronaves no tripuladas**, teniendo en cuenta que este tipo de aeronaves son completamente autónomas y su operación no se ve afectada por las condiciones climáticas permitiendo realizar el muestreo en días soleados, nublados o pasados por lluvia. Otra característica importante es que a las aeronaves se les puede acoplar cualquier tipo de dispositivos facilitando el desarrollo de diferentes tipos de análisis en un solo vuelo, además del procesamiento de las imágenes con un elevado nivel de calidad y detalle.

### **3.7 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS**

Se identifican cada uno de los entes relacionados con la problemática de la región y su nivel de apoyo en el desarrollo del proyecto. El grupo está conformado por instituciones del sector público y privado que pertenecen al sector palmicultor, sin embargo aquellos que están más involucrados con la problemática son:

- Gobernación de Santander
- Gobernación de Bolívar
- Alcaldía del Municipio de Barrancabermeja (Santander)

- Alcaldía del Municipio de Sabana de Torres (Santander)
- Alcaldía del Municipio de San Vicente de Chucurí (Santander)
- Alcaldía del Municipio de Cantagallo (Bolívar)
- Alcaldía del Municipio de Barrancabermeja (Bolívar)
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma)
- Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustible)
- Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma)
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
- Universidad Industrial de Santander

A continuación se realiza la descripción del nivel de participación de cada uno de las instituciones mencionadas anteriormente:

### **3.7.1 Gobernaciones de Bolívar y Santander**

Las Gobernaciones de Santander y de Bolívar a través de su Plan Departamental de Desarrollo, destacan la problemática existente por la Pudrición del Cogollo en los cultivos de Palma de Aceite al tiempo que reconocen la importancia que ha tenido el desarrollo de este tipo de cultivos y el impacto logrado en materia de mejoramiento de la infraestructura en las áreas de producción de la palma aceitera. Por otro lado las Gobernaciones también están comprometidas con el fomento de actividades que lleven al fortalecimiento del sector agroindustrial a través de proyectos de CTeI para el desarrollo del sector agropecuario y rural. Esta iniciativa va de la mano con los objetivos que buscan las Gobernaciones en materia de fortalecimiento del sector palmicultor, mostrando su apoyo para tratar de manera contundente esta problemática mediante la destinación de los recursos económicos necesarios para abordarla para que de esta manera que se pueda mitigar el impacto de este fenómeno en la zona.

### **3.7.2 Alcaldías**

Las Administraciones Municipales identifican el potencial del Municipio en cuanto al cultivo de la Palma de Aceite. Para lograr el cumplimiento de los objetivos en materia agroindustrial, los municipios proponen el desarrollo de modelos de asesoría y asistencia técnica para mejorar las condiciones de los cultivos y se lleve a consolidar el sector para fomentar el desarrollo de las zonas rurales del municipio, al igual que mejorar las condiciones de vida de las personas que tienen el sustento a partir de este tipo de cultivos.

### **3.7.3 FEDEPALMA**

Esta institución a la que están vinculados pequeños, medianos y grandes cultivadores y productores de palma de aceite, dentro de sus objetivos tiene el brindar asesorías técnicas, financieras, de mejoramiento de la gestión, desarrollo de nuevas oportunidades en el sector, entre otras actividades que beneficien al sector. Fedepalma se convierte en una entidad de gran importancia principalmente por los desarrollos que ha llevado a cabo para el tratamiento de la patología de la Pudrición del Cogollo y porque su personal ya cuenta con la experiencia en cuanto a los tratamientos que se llevan a cabo para el manejo de la patología. A través del desarrollo de esta propuesta, se proporcionarían las herramientas necesarias que permiten complementar y facilitar los estudios correspondientes a la misma.

### **3.7.4 FEDEBIOCOMBUSTIBLES**

La Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustibles) es una entidad que apoya los procesos de investigación y promoción de nuevas tecnologías que permitan mejorar las condiciones de los biocombustibles que son producidos a nivel nacional. La institución ha sido consciente del impacto que ha generado la Pudrición del Cogollo en diferentes zonas del país por lo que también se comprometido con las demás entidades del gremio en sus

esfuerzos por tratar esta enfermedad, principalmente a través de la divulgación de información que permita a los palmicultores tomar las medidas necesarias para mitigar los riesgos que trae el desconocimiento de la manera como se presenta la enfermedad en los cultivos. De esta manera, los resultados de los estudios que se puedan llevar a cabo podrán ser socializados a través de esta institución dando credibilidad en cuanto a la información que es presentada y permitiendo que los demás entes tomen las medidas correspondientes.

### **3.7.5 CENIPALMA**

Esta es una institución creada con ayuda de Fedepalma la cual ha centrado sus esfuerzos en todo lo relacionado con el tema científico de los cultivos de palma a nivel nacional. Cuenta con un Grupo de Investigación 1A en Palma de Aceite que tiene reconocimiento por parte de Colciencias y socializa toda la información correspondiente con este tipo de cultivos. Cenipalma se convierte en uno de los aliados más importantes en cuanto a la implementación del presente proyecto, ya que la tecnología que se va a utilizar, permitirá hacer un seguimiento detallado en cuanto a la evolución de las plantas dependiendo del grado en el cual se encuentre la enfermedad. Las actividades de monitoreo también permitirán determinar los tratamientos químicos más eficientes y que menos afectan a futuro el nivel de producción y calidad de la palma.

### **3.7.6 Universidad Nacional Abierta y a Distancia**

La UNAD dentro de los convenios que tiene con entidades como Cenipalma y Fedepalma, ha venido adelantando proyectos de investigación en el Municipio de Puerto Wilches con el fin de impulsar programas de control y manejo de la Pudrición del Cogollo. Dentro de las actividades que se han venido desarrollando se destacan estudios para la aplicación de

bioproductos como tratamiento a las palmas que ya están afectadas y por el otro la asesoría técnica que facilite la prevención de la enfermedad. La experiencia que tiene la institución en modelos preventivos, junto con las técnicas de agricultura de precisión se convierten en un buen complemento para realizar el correspondiente seguimiento para determinar el grado de mejoría de la palma al igual que lleva a la toma de decisiones que requieran para mejorar las condiciones de las palmas.

### **3.7.7 Universidad Industrial de Santander**

La UIS a través de los departamentos de Ingeniería Química, Mecánica e Industrial ha trabajado junto con Cenipalma en estudios de diversa índole, destacándose aquellos relacionados con mejoras en las plantaciones. La mayoría de los proyectos se han podido desarrollar gracias a los aportes realizados por entidades privadas y diversas organizaciones del sector quienes han llevado las respectivas problemáticas a los expertos en el tema. Bajo este escenario, se pone a disposición la tecnología que se necesita para poder realizar estudios más detallados, facilitando las tareas de los investigadores mediante la presentación de información que puede ser vital para llevar a buen término cada una de las investigaciones realizadas.

### 3.8 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

NIVEL	RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b><u>FIN</u></b>	Diseñar un modelo de agricultura de precisión utilizando drones y un sistema de captura, almacenamiento y análisis de datos que permita controlar la patología de la pudrición del cogollo en cultivos de palma de aceite que se encuentran en los Departamentos de Bolívar y Santander.	Número de Palmas afectadas a largo plazo.	Estadísticas de análisis fitosanitarios publicados por los productores e instituciones encargadas.	Se cumple con las capacidades técnicas requeridas.
<b><u>PROPÓSITO</u></b>	Determinar las áreas más afectadas por la Pudrición del Cogollo, y determinar los planes de seguimiento de acuerdo a la ubicación de los mismos.	Identificación de las áreas afectadas en un 100%	Incremento en el número de actividades llevadas a cabo sobre los cultivos en un periodo de tiempo.	Compromiso por parte de los propietarios de los cultivos en el manejo de la patología.
	Seleccionar el modelo de aeronave no tripulada, que mejor se adapte a las condiciones de clima y suelo donde se realizan los cultivos de palma de aceite en los Departamentos de Bolívar y Santander.	Número de fallas técnicas de la aeronave y de informes presentados por mes.	Cantidad de hectáreas que están siendo monitoreadas por las aeronaves.	Condiciones meteorológicas favorables para cada actividad desarrollada.
	Realizar el análisis financiero para la implementación de la propuesta.	Costo total de los imprevistos.	Revisión de los informes financieros del proyecto.	Los precios de adquisición de la tecnología no sobrepasan el 10% del valor cotizado inicialmente.
	Consolidación con la información que permita determinar el estado actual de la enfermedad en los	Número de informes técnicos con la información	Incremento en el número de actividades llevadas a cabo sobre los cultivos en	Compromiso por parte de los propietarios de los cultivos en el manejo de

<b><u>COMPONENTE</u></b>	Departamento de Bolívar y Santander.	correspondiente.	un periodo de tiempo.	la patología.
	Selección de las capacidades de la aeronave para el desarrollo de las actividades de monitoreo y seguimiento de acuerdo a las condiciones geográficas y ambientales de la región.	Número de fallas técnicas de la aeronave y de informes presentados por mes.	Cantidad de hectáreas que están siendo monitoreadas por las aeronaves.	Condiciones meteorológicas favorables para cada actividad desarrollada.
	Estudio económico de la implementación del proyecto.	Costo total de los imprevistos.	Revisión de los informes financieros del proyecto.	Los precios de adquisición de la tecnología no sobrepasan el 10% del valor cotizado inicialmente.
<b><u>ACTIVIDADES</u></b>	Análisis de bases de datos con información relacionada a los cultivos.	Identificación de las áreas afectadas en un 90%	Sumatoria total de áreas.	Las cifras de áreas están actualizadas.
	Identificación de la aeronave con la autonomía requerida.	Número de fallas técnicas de la aeronave y de informes presentados por mes.	Cantidad de hectáreas que están siendo monitoreadas por las aeronaves.	Condiciones meteorológicas favorables para cada actividad desarrollada.
	Determinar que el dron seleccionado pueda llevar a bordo los equipos que necesita para los respectivos análisis.	Número de fallas técnicas de la aeronave y de informes presentados por mes.	Cantidad de hectáreas que están siendo monitoreadas por las aeronaves.	Condiciones meteorológicas favorables para cada actividad desarrollada.
	Seleccionar una plataforma que facilite el procesamiento y análisis de los resultados de la información.	La plataforma permite interpretar la lectura del 100% de la información recolectada.	Comparación de las capacidades de la plataforma con la información recolectada.	Capacidades para todos los análisis a desarrollarse.

## **4 ESTUDIO DE MERCADO**

El presente capítulo muestra la información correspondiente al estudio de mercado para el desarrollo del proyecto. La información que aquí se referencia, se adquirió a través de consultas realizadas en fuentes secundarias, los cuales se resumen a continuación:

- Planes Departamentales de Desarrollo de los Departamentos de Bolívar y Santander.
- Plan Municipal de Desarrollo de los Municipios de Barrancabermeja, Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí en Santander
- Plan Municipal de Desarrollo de los Municipios de Cantagallo y San Pablo en Bolívar.
- Documentos publicados por entidades relacionadas del sector como son FEDEPALMA, CENIPALMA y FEDEBIOCOMBUSTIBLES.
- Artículos científicos, consultados en bases de datos especializadas en la publicación de este tipo de información.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO**

Este proyecto está orientado para que los productores de palma de aceite de los Municipios de Barrancabermeja, Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí en Santander y de Cantagallo y San Pablo en Bolívar tengan acceso a una herramienta tecnológica que les permita realizar actividades de monitoreo, inspección, evaluación, control y detección de la enfermedad de la Pudrición del Cogollo, por lo que la condición en la que se encuentren los cultivos serán determinantes para identificar la manera como se debe proceder, teniendo en cuenta que se pone a disposición las siguientes alternativas:

- 1. Monitoreo a cultivos no afectados (enfoque preventivo):** Se dispondrá de la herramienta con el fin de iniciar las labores de monitoreo continuo evaluando el estado de la planta y el fruto y así identificar de manera oportuna cualquier anomalía.
- 2. Monitoreo a los cultivos afectados:** En las zonas donde las palmas ya se encuentren contaminadas, se busca identificar el grado de severidad de la enfermedad, las zonas donde se concentran las palmas más afectadas y el posible patrón de dispersión de la misma. Esta información será presentada a los cultivadores con el fin de que se tomen las medidas correspondientes tanto para las que ya están afectadas, así como formular estrategias de protección a las palmas vulnerables a ser afectadas.
- 3. Monitoreo de los cultivos que están bajo tratamiento:** Se realizará un monitoreo continuo para evaluar la evolución de la patología en las palmas que se encuentren bajo tratamiento. Esto servirá como modelo de evaluación para determinar si las medidas tomadas son suficientes o si es necesario realizar un cambio tanto en los procedimientos como en los insumos utilizados.

Cada una de estos modelos a implementar comprenden el uso de drones (vehículos aéreos no tripulados), los cuales están equipados de cámaras de fotografía para la generación de imágenes y posterior análisis e interpretación de las mismas, presentadas a través de informes técnicos con recomendaciones para realizar las actividades correspondientes para el manejo del cultivo de acuerdo a los resultados encontrados. Una descripción más detallada de toda la tecnología a utilizarse, se puede ver en el siguiente capítulo.

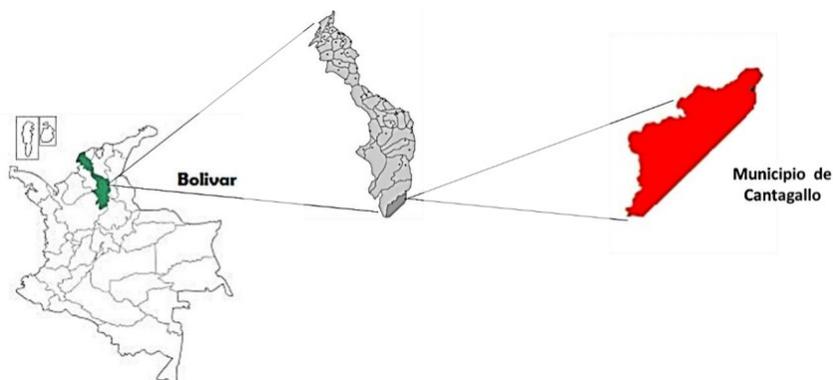
## 4.2 DEMANDA DEL SERVICIO

Cada una de las actividades propuestas para el monitoreo y control de los cultivos de palma de aceite en los municipios mencionados, va de la mano con lo establecido en los documentos de asistencia técnica que han sido publicados por las entidades científicas que están a cargo de apoyar esta problemática. Por otro lado, de acuerdo a las Líneas de Producción, en cada uno de los municipios se reconoce la importancia de trabajar para mejorar las condiciones de los pequeños y medianos productores. A continuación se presenta la información recolectada de los planes de desarrollo de cada municipio y su importancia para el crecimiento económico.

### 4.2.1 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CANTAGALLO (BOLÍVAR)

El municipio de Cantagallo en Bolívar, está ubicado a 600 km de Cartagena (Capital del departamento). Cuenta con una población de 9.329 personas, de las cuales el 51% son hombres y el 49% restantes son mujeres. El 62% de la población se ubica en la zona urbana, mientras que el 38% restantes se encuentra en la zona rural, de acuerdo a información proporcionada por el DANE.

*Figura 5* Ubicación – Municipio de Cantagallo



Fuente: Plan Municipal de Cantagallo.

El Municipio cuenta con 869 km<sup>2</sup> de extensión y la parte urbana la constituyen seis barrios, conocidos como La Libertad, El progreso, Las Palmas, El Centro, Nuevo Galán y San Tropel. Por otro lado, en la zona rural está conformada por 38 veredas y tres corregimientos.

Dentro de las principales actividades que son realizadas en el Municipio, se destaca la extracción de petróleo, sin embargo en los últimos años se ha incrementado el número de proyectos destinados a actividades agrícolas de los que se puede destacar los cultivos de Palma Africana, la ganadería y otros proyectos relacionados con la agroindustria y la pesca, dadas sus condiciones ideales de temperatura que se encuentra en promedio a 28 C y niveles de precipitación y humedad propios para el desarrollo de este tipo de actividades.

Para el desarrollo de sus actividades agrícolas, al año 2013, según un informe presentado por el IGAC, el municipio cuenta con 45.429 hectáreas, donde el 94% pertenecen a bosques, 5% destinados a actividades agrícolas y 1% en otro tipo de terrenos.

El Municipio plantea en su Plan de desarrollo, una línea denominada LA PROSPERIDAD Y DESARROLLO RURAL GENERAN PROGRESO, cuyo objetivo es *“Aumentar la producción agrícola por medio de la promoción de proyectos productivos, y el acompañamiento y el estímulo empresarial, para que de esta forma el sector agropecuario del Municipio de Cantagallo se convierta en una fuente de trabajo y de ingreso constante”* (Plan de desarrollo Municipal-cantagallo 2016-2019), Con el que busca fortalecer el sector agrícola, la investigación y el desarrollo de la zona rural. Por otro lado, el Municipio busca fomentar el desarrollo de actividades agrícolas mejoradas para incentivar el crecimiento de la productividad, mejorando las condiciones actuales de los ecosistemas y dando un mejor uso a las condiciones de la tierra y el suelo.

Respecto a los cultivos de Palma de Aceite, el municipio cuenta con 18 productores ubicados en las veredas de la zona baja, con un total de 9.000 hectáreas sembradas. Desde esta zona, los frutos se recogen y luego se transportan hacia el Municipio de Puerto Wilches donde allí se distribuye a las extractoras de aceite.

#### **4.2.2 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN PABLO (BOLÍVAR)**

El Municipio de San Pablo se ubica en el sur del departamento de Bolívar. Cuenta con una población de 31.575 habitantes de acuerdo al último censo desarrollado por el DANE. Económicamente, el municipio está dedicado principalmente a las actividades agrícolas donde predominan los cultivos de palma africana, seguido de la pesca, la ganadería, la minería, el cacao y el caucho.

Dentro de las metas establecidas por la alcaldía municipal, se busca un mejor aprovechamiento de sus terrenos agrícolas, por lo que busca brindar capacitaciones continuas a toda la población que se dedica al desarrollo de actividades de este sector, especialmente en el cuidado y mejoramiento del medio ambiente, por lo que busca incentivar mejores prácticas para un uso apropiado de los insumos químicos que son utilizados para el manejo de las enfermedades de los cultivos. Los cultivos relacionados con palma de aceite, el municipio tiene 22 productores y un total de 14.000 hectáreas sembradas.

#### **4.2.3 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL BARRANCABERMEJA (SANTANDER)**

La ciudad de Barrancabermeja, se encuentra en el departamento de Santander, en lo que se conoce como el Magdalena Medio. Se encuentra a una altitud de 75 msnm, el cual le

permite disfrutar de una temperatura promedio de 24 C y tiene 1154 km<sup>2</sup> de superficie. Se encuentra rodeado de los municipios de Sabana de Torres y Puerto Wilches hacia el norte, y con San vicente de Chucurí y Puerto Parra hacia el Sur (Plan de Desarrollo Municipal de Barrancabermeja 2016-2019). La ciudad cuenta con 191.704 habitantes de los cuales el 90% se concentra en la zona urbana y el 10% restante en la zona rural.

*Figura 6* Mapa de Barrancabermeja



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Barrancabermeja 2016-2019

Su ubicación geográfica, le permite contar con un gran potencial para el desarrollo de actividades agrícolas que traen gran beneficio para la población de las áreas tanto urbanas como rurales. Dentro de sus principales actividades agrícolas de acuerdo a la información del Plan Municipal de Desarrollo 2016 – 2016, se encuentran la producción de frutas tropicales, los cultivos de tubérculos y actividades ganaderas.

En la economía de la ciudad prevalece el desarrollo de actividades manufactureras principalmente, seguido por las actividades relacionadas con la extracción y refino de petróleo, sin embargo la inestabilidad de los precios de los biocombustibles ha obligado a las entidades gubernamentales a fomentar otras actividades económicas con el ánimo de mantener los niveles de crecimiento económico de la región.

El 8% de sus suelos, están destinados a la producción de diferentes tipos de cultivos, entre los que se encuentran la palma de aceite, cultivos de caucho y cacao, los cítricos también tienen un nivel de participación muy importante en la región.

En cuanto a cultivos de Palma de Aceite, la ciudad tiene 11 productores y un total de 7.000 áreas cultivadas, de acuerdo a información de Fedepalma.

#### **4.2.4 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ (SANTANDER)**

El municipio de San Vicente de Chucurí, es el sexto municipio del departamento de Santander respecto a dimensión de territorio. Se encuentra a 87 km de distancia de Bucaramanga (capital del Departamento) y tiene una extensión de 14.191.4 km<sup>2</sup> donde el 12.4% del municipio corresponde al área rural y está distribuido en 6 centros poblados y 37 veredas.

En cuanto a demografía, el municipio cuenta con 35.232 habitantes, de los cuales el 50.7% son hombres y el 49.3% son mujeres. Su variación geográfica se ubica en un rango que va desde 130 hasta 2730 msnm, permitiendo que tenga una temperatura promedio de 27.8 C. Similar al desarrollo de varias regiones del departamento, sus suelos le permite adelantar cultivos relacionados con café, plátano, palma (con 28 productores y 1.200

hectáreas sembradas) y cítricos. También se adelantan tareas de ganadería predominando la actividad bovina.

En materia de cultivos, se presenta una problemática por la mala distribución de los suelos, obligando a las dependencias de la alcaldía a formular diferentes programas orientados al buen uso de sus suelos con el ánimo de que la agroindustria aporte beneficios a la región y no genere alteraciones ambientales.

#### 4.3 DEMANDA TOTAL

De acuerdo a la información recopilada en los Planes de Desarrollo de cada municipio y a información consultada en Fedepalma, en la siguiente tabla se consolida la información relacionada con el grupo de cultivadores y productores de palma de aceite, a los cuales está dirigido el servicio de monitoreo de los cultivos.

Tabla 2 *Total hectáreas de Palma de Aceite sembradas por departamentos*

<b>SANTANDER</b>		
<b>MUNICIPIO</b>	<b>PRODUCTORES</b>	<b>TOTAL HECTÁREAS</b>
Barrancabermeja	11	7.000
Sabana de Torres	60	20.000
San Vicente de Chucurí	28	1.200
<b>Total Santander</b>		<b>28.200</b>

<b>BOLÍVAR</b>		
<b>MUNICIPIO</b>	<b>PRODUCTORES</b>	<b>TOTAL HECTÁREAS</b>
Cantagallo	18	9.000
San Pablo	22	14.000
<b>Total Santander</b>		<b>23.000</b>

Fuente: Fedepalma

Los pequeños cultivadores de la región, corresponden a propietarios de predios en donde se llevan a cabo las actividades relacionadas con el cultivo de la palma y que

posteriormente venden el fruto a las plantas que tienen la capacidad para procesarla y que se encuentran ubicadas en la región. El total de áreas sembradas de los cinco municipios es de 51.200 hectáreas, las cuales necesitan ser monitoreadas, con el fin de que no se vayan a ver afectadas por la pudrición de cogollo, que a su vez traería pérdidas significativas en la región.

Los productores mencionados anteriormente algunos trabajan de manera individual y únicamente tienen contacto con la procesadora al momento de llevar las semillas para el respectivo tratamiento. Sin embargo otros pertenecen a una organización bien sea empresa, cooperativa u otra entidad privada que se encuentra vinculada de manera directa al sector.

#### 4.4 OFERTA DEL SERVICIO

En Colombia, el servicio de agricultura de precisión con drones, es proporcionado por cuatro empresas, las cuales se presentan a continuación:

1. **HELIBOSS COLOMBIA:** La compañía HELIBOSS, tiene a su disposición una amplia gama de drones destinados para actividades de Filmación Aérea, Streaming, Ortofoto, Entrenamiento, entre otros, incluyendo diferentes actividades relacionadas con el sector agrícola. En actividades relacionadas con Agricultura de Precisión, esta empresa tiene la capacidad de utilizar cámaras infrarrojas y de fotogrametría. Las primeras son utilizadas para determinar la condición nutricional de las plantas, mientras que las de fotogrametría se destinan para identificar el tipo de vegetación sobre la que se está trabajando. Las anomalías se obtienen cuando se presentan variaciones significativas cuando los sensores detectan diferencias de frecuencia de onda en alguna parte de la planta.

2. **Convenio Instituto Geográfico Agustín Codazzi y CORPOICA:** Los drones que son utilizados por estas entidades, están destinadas principalmente a actividades de geo-referenciación y generación de cartografía. Los equipos a bordo de estas aeronaves están destinadas más que todo al desarrollo de actividades de análisis de la composición de los suelos en donde una vez se cuenta con un diagnóstico del mismo, se procede a determinar la concentración de nutrientes, la cantidad de fertilizante que deberá aplicarse para el desarrollo de algún tipo de cultivo y finalmente se ha permitido la recuperación y distribución de más de 150.000 hectáreas destinadas al desarrollo de diferentes tipos de cultivos. Adicionalmente, la entidad cuenta con una aeronave tripulada dotada de una cámara de alta resolución (Vexcel Ultracam D) que permite obtener imágenes de excelente calidad.
3. **Drone Services Colombia:** Empresa Colombiana cuya especialidad está en determinar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Cuentan con drones equipados de un sistema de cámaras de última tecnología (multi-espectrales). Los drones están en capacidad de observar las condiciones de los cultivos, además de monitorear aspectos relacionados con su crecimiento, nutrientes, identificación de deficiencias, variaciones, entre otros, para cultivos de maíz, Palma Africana y Vegetación en General.
4. **MAROC-IT:** Los drones proporcionados por esta compañía colombiana cuentan con dispositivos los cuales les permite hacer estudios detallados de los suelos. La información que se recopila a través de los sensores, permiten identificar zonas donde deben realizarse tareas especiales de riego, fumigación, aplicación de fertilizantes, distribución de los suelos, identificación de capacidades de producción, y niveles de humedad de los suelos. Su énfasis radica en utilizar herramientas de

fotometría donde a través de ortofotos se generan informes que relacionan los espacios cartográficos y tipográficos de las áreas bajo estudio. No están en capacidad de orientar investigaciones sobre algún tipo de cultivo en especial dado que las actividades que desarrollan están más enfocadas a facilitar las labores para la realización de obras de infraestructura que suelen ser complejas.

#### 4.5 PRECIOS O TARIFAS DEL SERVICIO

EMPRESA	DETALLE	PRECIO
HELIBOSS COLOMBIA	Mosaico de imágenes (área igual a 1000 hectáreas)	\$10.000.000
	Servicio de fotografía, video y monitoreo por un año.	\$30.000.000
Drones Services Colombia	Análisis de cultivos (100 hectáreas)	\$1.500.000

#### 4.6 CANAL DE COMERCIALIZACIÓN

Teniendo en cuenta la importancia de generar un escenario en donde el cliente pueda conocer el servicio, las capacidades de la tecnología disponible y los beneficios que se pueden conseguir a través de la implementación de estas técnicas, se requiere desarrollar una estrategia publicitaria que acerque a los clientes que como se mencionó anteriormente lo componen los palmicultores de la región.

De acuerdo a lo anterior, se utilizará como medio publicitario principalmente la internet donde con ayuda de medios visuales (videos, fotos, animaciones) se pueda mostrar al cliente no solo las capacidades tecnológicas de los drones, sino también la facilidad de interpretación de los resultados y la importancia de la aplicación de esta tecnología en cada uno de los cultivos.

Otro de los espacios importantes a aprovechar será el de la utilización de publicidad a través de afiches, volantes, pendones los cuales serán presentados en los eventos donde el sector de las semillas oleaginosas participen. Allí se contará con folletos que contengan la información detallada de las capacidades de los sistemas de video, las cámaras fotográficas, los sistemas de sensores, y demás dispositivos que se ponen al servicio de nuestros clientes.

Adicionalmente, una vez se empiecen a desarrollar los primeros proyectos, se socializará a través de notificaciones, informes, presentaciones y toda la información disponible para que los diferentes sectores se concienticen de las ventajas y beneficios de utilizar esta tecnología de acuerdo a sus necesidades.

#### **4.7 DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL SERVICIO**

Actualmente para determinar si una planta está infectada con la enfermedad se realiza una inspección visual por parte de un operario, la sola inspección toma entre uno dos minutos, dado que en una hectárea aproximadamente se encuentran sembradas cien palmas [Mosquera, M.], el tiempo de inspección de una hectárea es:

$$100 * 1 = 140 = 2 \text{ horas } 20 \text{ minutos} = 2.33 \text{ horas (a)}$$

$$100 * 2 = 200 = 3 \text{ horas } 20 \text{ minutos} = 3.33 \text{ horas (b)}$$

Se tiene en cuenta que a los operarios se les paga un jornal de \$ 43.308 [Mosquera, M. p44],

Si son laboradas 8 horas el valor resultante para cubrir una hectárea es:

$$\text{Costo Inspección(a)} = (\text{jornal} * \text{tiempo Hectárea} / \text{horas laboradas}) = (\$43.308 * 2.33\text{h}) / 8\text{h} = \mathbf{\$12.614}.$$

$$\text{Costo Inspección (b)} = (\$43.308 * 3.33\text{h}) / 8\text{h} = \mathbf{\$18.026}.$$

Luego el costo actual de inspección esta entre \$12.614 y \$ 18.026.

## Afectación de la enfermedad en la producción

El Costo de producción de una tonelada fruta (RFF) y aceite (APC). [Mosquera, M.]

Gráfica 2 Costo de producción de una tonelada fruta



Fuente: Mosquera M.

Según ese estudio:

Una hectárea produce 22 a 28 toneladas de RFF, en promedio 25 toneladas.

Según el cuadro:

Costo de producción de una tonelada con extracción y todo es 1.500.000 (1)

Según [Fry, J. (2016)] se producen 16.6 toneladas de RFF y 3.4 toneladas APC en promedio en Colombia (se incluyen todas las regiones más y menos productivas).

Índice de extracción (ie):

$$Ie = APC/RFF = 3.4/16.6 = 0.205$$

Producción para 25 RFF:

$$APC = RFF * ie = 25 * 0.205 = 5.13 \text{ toneladas de aceite por hectárea (2)}$$

Según [Fry, J. (2016)]

Afectación en racimos por Palma	8%	35%
Afectación en peso x racimo	18%	29%
Afectación rendimiento por palma	35%	39%
Incidencia	7%	16%

Precio de la tonelada de aceite: \$1.866.577 [Fedepalma. (2014)]

De acuerdo a la incidencia y a la afectación podemos encontrar que la producción esta mermada entre un 2.7% y un 5.6%

Si tomamos que la producción promedio en la región es de 5.13 toneladas de aceite (**según 2**)

El ingreso promedio por la producción (Ha) es de:

$$\$1.866.577 * 5.13 = \$9.519.542$$

Luego si la disminución es 2.7% la perdida es de \$257.027

Si la disminución es del 5.6% la perdida es de \$533.094

## 5 ESTUDIO TÉCNICO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

Como se había mencionado con anterioridad, el desarrollo de las actividades del proyecto estarán orientadas con tres enfoques:

- Uno preventivo para disminuir la posibilidad de que los cultivos de Palma sean afectados por la Pudrición de Cogollo.
- Uno de monitoreo, con el fin de recopilar información sobre el patrón de dispersión de la enfermedad a través de los cultivos.
- Uno de control, para analizar la evolución que tienen las palmas que se encuentran bajo tratamiento.

El enfoque orientado a la prestación de un servicio en diferentes puntos de los departamentos de Bolívar y Santander, exige contar con un centro de operaciones en donde se puedan realizar actividades relacionadas con el almacenamiento de los equipos, actividades administrativas y de análisis de la información que es recolectada por los sensores que se encuentren a bordo de los drones.

#### 5.1.1 Macrolocalización:

Para la determinan la macrolocalización que facilite la prestación del servicio, se define el departamento de Santander, teniendo en cuenta que las ciudades de Barrancabermeja y Bucaramanga se encuentran más cercanas a las áreas de los cultivos y ambas están ubicadas en este departamento.

El Departamento de Santander se ubica en el Nororiente del país, cuenta con una población total de 2.061.079 habitantes, de los cuales el 75.4% equivalente a 1.554.750 habitante se

ubica en el área urbana y el 24.5% restante equivalente a 506.329 habitantes está en el área rural, de acuerdo con la información presentada por el Departamento Nacional de Planeación.

*Figura 7* Departamento de Norte de Santander en Colombia



Fuente: Gobernación de Norte de Santander

El departamento tiene gran potencial para el desarrollo de proyectos petroleros ya que Barrancabermeja cuenta con una de las refinerías de crudo y elementos petroquímicos más importantes del país, el cual de acuerdo con lo presentado por Ecopetrol tiene capacidad de producción para elementos como “*Gasolina motor (corriente y extra), diesel, queroseno, Jet-A, avigás, GLP, combustóleo, azufre, ceras parafínicas, bases lubricantes, polietileno de baja densidad, aromáticos, asfaltos, disolventes alifáticos*”.

Su ubicación estratégica, le permite ser considerado uno de los departamentos que permite la comunicación con los diferentes puntos estratégicos fuertes tanto a nivel nacional como internacional. Por un lado cuenta con el Río Magdalena que comunican con las principales

ciudades del Caribe colombiano. La ciudad de Bucaramanga cuenta con el Aeropuerto Internacional “Palonegro” con capacidad para realizar vuelos a 10 destinos a nivel nacional mediante la operación de 5 aerolíneas y un destino internacional a la ciudad de Panamá, que sirve como escala de los vuelos que se realicen hacia diferentes puntos en el continente.

Por otro lado, de acuerdo al Índice de Competitividad Departamental llevado a cabo por la Universidad del Rosario y el Consejo Privado de Competitividad, Santander se ubica como el 4 departamento a nivel nacional en materia de competitividad después de Bogotá, Antioquia y Caldas, puesto que ha venido conservando durante los años 2015 y 2016.

En materia de educación, el departamento se ubica en tercer lugar, seguido por los departamentos de Boyacá y Casanare y en cuanto a educación superior ocupa el quinto lugar. Se ubicó en el cuarto lugar en materia de sostenibilidad ambiental en el año 2015 al segundo en el 2016.

El Departamento también se ubica en el cuarto lugar a nivel nacional en cuanto a la eficiencia de los mercados, en donde se relacionan aspectos como número de pagos de impuestos por año, *formalidad laboral*, *brecha de participación laboral entre hombres y mujeres*, *cobertura de establecimientos financieros*, *índice de bancarización*, *cobertura de seguros y saldo de cuentas de ahorro*.

En el último año, el departamento se destacó por la inversión realizada en materia de actividades de ciencia, tecnología e innovación, pasando al tercer lugar en materia de Innovación y Dinámica empresarial, en el cual se evalúan aspectos relacionados con revistas indexadas, inversión en Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación (ACTI),

patentes y diseños industriales, tasa de natalidad empresarial neta y densidad empresarial. Todas estas actividades, le permiten al Departamento aportar un 8.1% al PIB nacional.

### 5.1.2 Microlocalización

Tal como se indicó en el numeral anterior, se contará con una central que estará ubicada en el departamento de Santander, por lo que para definir en donde va a estar ubicado se realizó un análisis dimensional en las ciudades de Barrancabermeja y Bucaramanga. Las variables que se evaluaron junto con la ponderación asignada a cada elemento se describen a continuación:

- **Recurso humano**: Se considera, para efectos de ejecución de este proyecto la necesidad de contar con el personal calificado para el desarrollo de las diferentes actividades, lo cual incluye todo el personal de ingenieros, analistas, operadores del dron, auxiliares de operaciones, entre otros, incluyendo los costos relacionados con la mano de obra. Se califica de 1 a 10, donde 1 es menor y 10 mayor.
- **Disponibilidad de las Oficinas**: Se tiene en cuenta los aspectos relacionados con la ubicación, oportunidad de negocios, seguridad en donde estarán ubicadas las oficinas, acceso a redes de servicios, transporte del personal, entre otros. Se califica de 1 a 10 donde 1 es menor, y 10 mayor.
- **Disponibilidad de la Red de Servicios Públicos**: Involucra la facilidad de acceso a servicios de acueducto, energía eléctrica, internet. Se califica de 1 a 10 donde 1 es menor, y 10 mayor.
- **Distancia hacia los cultivos**: Este es un factor determinante, ya que se considera principalmente los aspectos relacionados con el tiempo de desplazamiento del

personal hacia los diferentes cultivos. Se califica de 1 a 10 donde 1 es menor, y 10 mayor.

- **Seguridad**: Se analizan las variables relacionadas con la seguridad en el sitio donde van a estar ubicadas las oficinas y seguridad del personal hasta el lugar en donde se realizaran cada una de las actividades. Se califica de 1 a 10 donde 1 es menor, y 10 mayor.
- **Suministro de los equipos requeridos**: Esta variable se relaciona con los requerimientos que puedan surgir en materia de componentes electrónicos, elementos de aeromodelismo. Se califica de 1 a 10 donde 1 es menor, y 10 mayor.

FACTORES	PESO RELATIVO	ALTERNATIVAS	
		BUCARAMANGA	BARRANCABERMEJA
Recurso Humano	25	10	10
Disponibilidad de la oficinas	10	5	7
Disponibilidad de la red de servicios públicos	20	6	6
Distancia hacia los cultivos	25	4	10
Seguridad	10	8	5
Suministro de los equipos requeridos	10	7	8
<b>TOTAL</b>		<b>6.7</b>	<b>7.7</b>

Por tanto para localización de las operaciones se elige a la ciudad de Barrancabermeja. La ciudad obtuvo puntajes en cuanto a que facilita el acceso a un recurso humano capacitado en materia de operación de drones, por las actividades de control que se realizan para el control de las instalaciones petroleras. Por otro lado, la distancia hacia los cultivos es menor comparada con la ciudad de Bucaramanga. La distancia de la ciudad hacia los municipios se relaciona a continuación:

## DISTANCIA DESDE

	BUCARAMANGA (km)	BARRANCABERMEJA (km)
San Pablo	101	46
Cantagallo	93	35
San Vicente de Chucuri	90.4	91
Sabana de Torres	113.9	73.4
Barrancabermeja	115.4	0

Una vez seleccionada la ciudad de Barrancabermeja, se realiza el análisis para determinar la ubicación de las oficinas en la ciudad, por lo que se llevó a cabo un análisis por el método de los factores ponderados, dado que su uso permite evaluar todo tipo de variables bien sea de tipo cualitativo o cuantitativo. Las variables que se consideraron fueron:

- Servicios públicos básicos
- Condiciones ambientales
- Valorización
- Sistema de circulación y tránsito
- Financiamiento
- Compra o arrendamiento: costo y disponibilidad de la infraestructura

Como opciones para ubicar las oficinas en la ciudad de Barrancabermeja se tiene:

- Oficinas en el Centro Comercial San Silvestre en el Barrio Galán
- Sector comercial de la Carrera 8 # 50a -20, Barrancabermeja
- Edificio Portobello, Carrera 24 No. 54-41, Barrio Galán

FACTORES	PESO RELATIVO	ALTERNATIVAS		
		CENTRO COMERCIAL SAN SILVESTRE	SECTOR COMERCIAL	EDIFICIO PORTOBELLO
Servicios Públicos Básicos	30	10	10	10
Condiciones ambientales	20	8	5	6
Valorización	15	7	6	6
Sistema de Circulación y tránsito	15	8	5	6
Compra o arrendamiento: costo y disponibilidad de la infraestructura	20	9	6	8
<b>TOTAL</b>		<b>8,4</b>	6,4	7,2

El análisis da como resultado que la mejor opción para la ubicación de las oficinas es el **Centro Comercial San Silvestre**, el cual se da principalmente por aspectos relacionados con la disponibilidad de acceso a servicios públicos, la red de internet que es importante para el envío continuo de la información. Por otro lado, el Centro Comercial está ubicado en un punto con excelentes condiciones ambientales y en un punto que le facilita al personal el desplazamiento hacia los diferentes puntos de la ciudad.

## 5.2 INGENIERÍA DEL PROYECTO

Con el fin de seleccionar el dron apropiado a las condiciones de las zonas donde se encuentran los cultivos y las cámaras y demás componentes a utilizarse, por lo que a continuación se presenta el desarrollo técnico de la propuesta.

### **Características de los cultivos de palma**

En la actualidad determinar el grado de afectación de la Pudrición de Cogollo en los cultivos de palma de aceite se hace por medio de inspección visual de la planta, siendo este

el método menos apropiado para su identificación, ya que cuando la enfermedad se encuentra en sus inicios en una palma, lo que genera es que los foliolos comiencen a descomponerse y la mayoría de las veces estas marcas en la palma no son fáciles de detectar de manera visual. Adicionalmente, en algunos cultivos la altura promedio de estas palmas es de alrededor de 6 metros dificultando aún más las tareas de identificación de la enfermedad y poniendo en riesgo la integridad de la persona que se encuentra realizando la inspección. Adicionalmente, el tiempo que el cultivo se encuentre bajo tratamiento está determinado por la condición nutricional de la misma, factor cuya identificación de manera visual no es tarea fácil.

*Figura 8* Cultivo de palma de aceite



Fuente: (Fedepalma, 2016)

Diferentes estudios realizados por Cenipalma (Aya, 2011) han encontrado que también es necesario considerar las propiedades físico-químicas en los cultivos, ya que cuando las plantas se encuentran alteraciones en la saturación de aluminio, saturación de

bases, acumulación de nitritos, acumulación de arcillas, compactación del suelo y problemas de drenaje incrementan la probabilidad de que las palmas se puedan infectar.

Generar una imagen con una vista superior de la planta, utilizando la tecnología apropiada permite evaluar si hay signos de la enfermedad, además de permitir identificar en poco tiempo y con resultados acertados la condición de las hojas y del cogollo, estableciendo el avance de la misma.

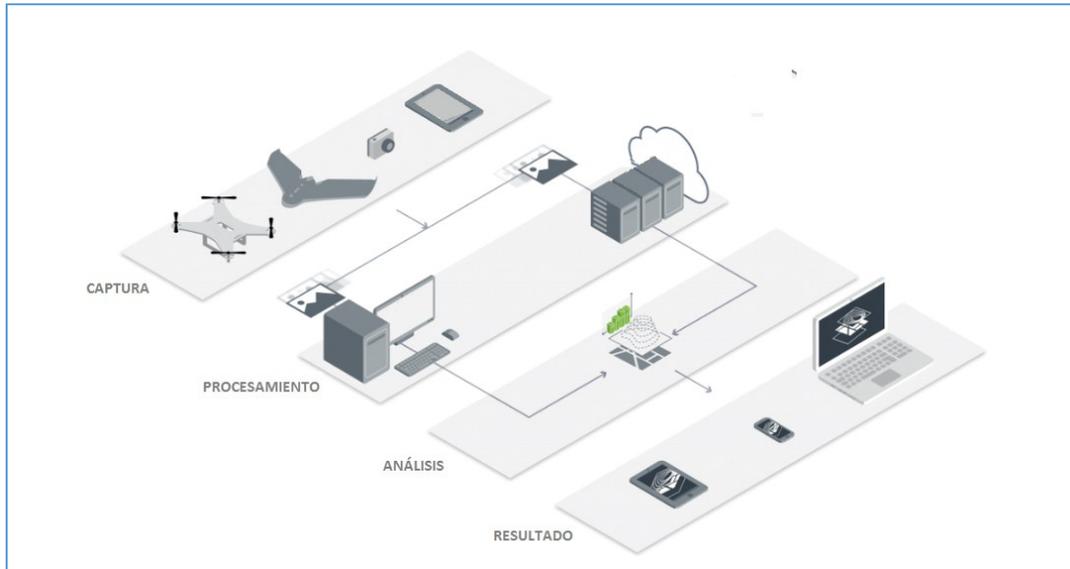
En la mayoría de cultivos de palma de aceite, por lo general las plantas están separadas alrededor de 10 metros entre sí, de lo que se puede inferir que en promedio se pueden encontrar alrededor de 100 palmas por hectárea (Mosquera, M.).

### **5.3 COMPONENTES DEL MODELO DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN**

Todas estas variables, se toman como referencia para la estructuración del modelo de agricultura de precisión, exige el cumplimiento de un conjunto de requerimientos técnicos que permitan arrojar resultados acertados. Por lo que a continuación se presenta una descripción técnica de cada uno de los componentes que se necesitan y las opciones existentes en el mercado teniendo en cuenta que a esta solución incluye:

- Módulo de captura
- Módulo de Procesamiento
- Módulo de Análisis
- Módulo de Resultados

Figura 9 Modelo de Agricultura de Precisión



### **Módulo de Captura**

Este módulo está constituido por un dron con capacidad para captura de imágenes en alta definición, sistema de comunicaciones para transmisión de video, sistema para almacenamiento de imágenes y control remoto para manejo de trayectoria de desplazamiento.

### **Módulo de Procesamiento**

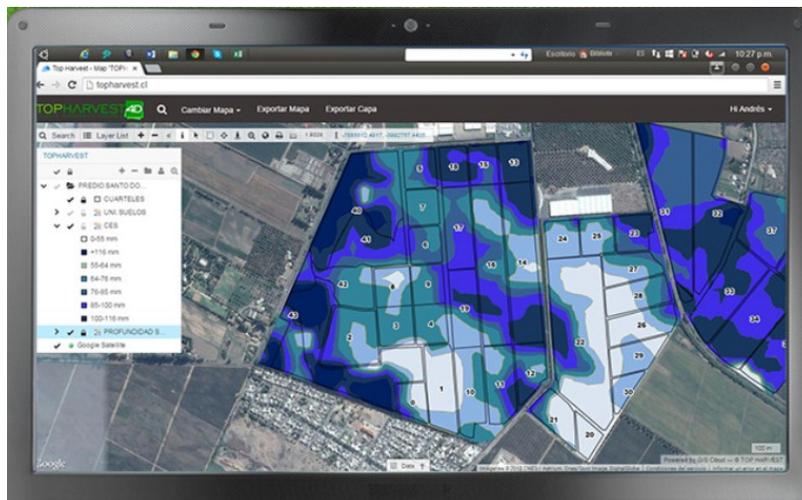
Lo constituye todo el equipo de apoyo para almacenamiento de datos, filtrado, acondicionamiento y procesamiento de información a través de software especializado.

### **Módulo de Análisis**

Lo integran las herramientas propias del área de la agricultura de precisión por medio de las cuales se analizan los datos y se realiza el diagnóstico del estado del cultivo,

gracias a que las imágenes capturadas son transformadas en un conjunto de datos de fácil interpretación, codificada junto con la orientación, la localización GPS y otras variables. Las imágenes son procesadas con la ayuda de un computador de alta capacidad para que cree un ortomosaico (conjunto de imágenes que se van agrupando entre si tomando como referencia diferentes puntos geográficos) de todo el espectro visible o RGB (Red, Green and Black por sus siglas en inglés) o si se utiliza una cámara NIR, RE o multiespectral, se espera como resultado un mapa de reflectancia completo, en donde las variables que se estén utilizando se les asigna un valor en una escala de colores, lo que permite identificar de manera gráfica la condición que se está presentando. Esto se puede obtener a partir del uso de un software profesional de procesamiento de imágenes o servicios basados en la nube. Finalmente se aplican los algoritmos de índices de vegetación con ellos se sustenta el análisis, ya que muestra el estado de desarrollo de las diferentes zonas de un cultivo y permite decidir los tratamientos a aplicar.

*Figura 10* Ejemplo - Mapa de Reflectancia



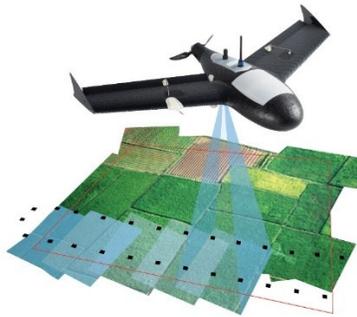
## **Componente de Resultados**

Este componente es el encargado de suministrar la información al cliente, dependiendo del medio que se halla elegido para entregar los resultados, podría ser en físico (informe impreso), mediante acceso a una página web de resultados o el envío de datos en bruto para algún servicio especializado.

### **5.3.1 Patrón de vuelo**

Hacer el diagnóstico de afectación de la patología de la pudrición del cogollo en un cultivo de palma utilizando un dron, consiste entonces en elevar el artefacto, tomar una fotografía a una altura de más de 10 metros por sobre la planta y desplazarse a través de las demás plantas siguiendo un patrón de vuelo el cual es planificado con anterioridad y con el que se busca cubrir todo el terreno.

*Figura 11* Planificación de la Trayectoria de Vuelo



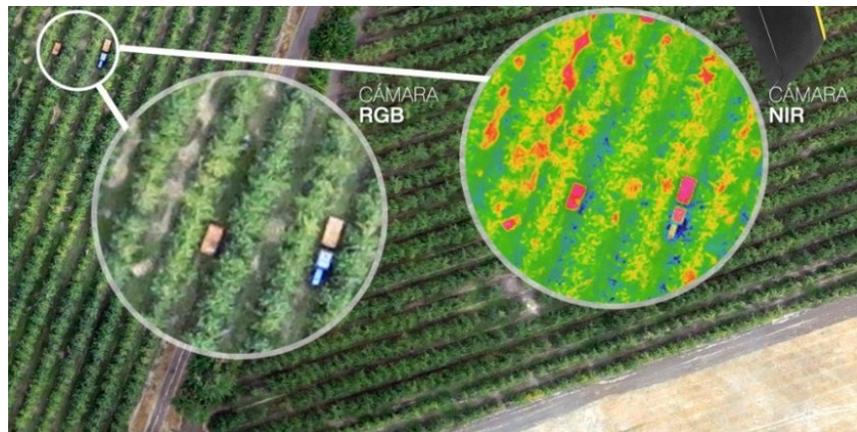
Fuente: <https://www.todoandroid.es/images/analisis/2016/mayo/mi-drone-xiaomi.jpg>

El dron va equipado con un par de sensores, los cuales le permiten la toma de imágenes de los cultivos partiendo de principio del espectro visible. Según

Berrio V. (2015) a nivel agrícola, se utilizan dos tipos de cámaras las cuales se describen a continuación:

Por un lado se encuentran las cámaras en color o RGB (Rojo, Verde y Negro por sus siglas en inglés) las cuales toman como referencia el espectro visible al ojo humano y por otro lado se encuentran las cámaras en infrarrojo cercano o NIR. Estas últimas permiten que para cada cultivo se puedan identificar aspectos más detallados de los cultivos, como por ejemplo niveles de concentración de los nutrientes, condiciones de drenaje de los suelos, estado de las plantas (niveles de estrés hídrico) y son muy utilizados para identificar aspectos relacionados con la condición fitosanitaria de los cultivos. Un ejemplo de cómo son presentadas las imágenes tomando como referencia estos sensores se muestra en la siguiente imagen:

*Figura 12* Tipos de cámara y espectros

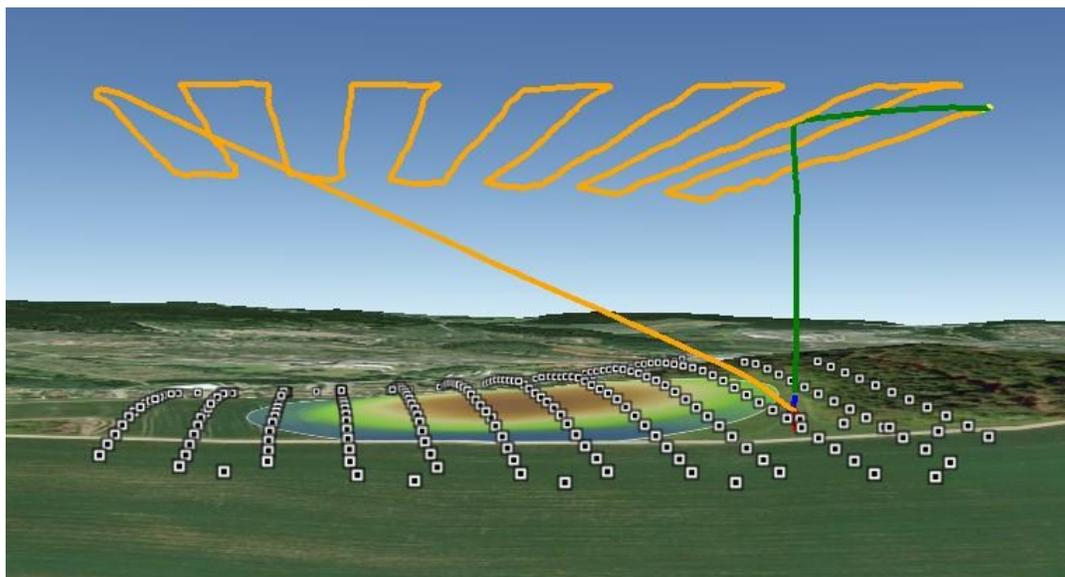


Las fotografías que se toman deben venir geolocalizadas, de tal manera que puedan ser ubicadas exactamente para ser sobrepuestas y con ellas formar el mapa del plantío.

En campo no se disponen todos los medios para el tratamiento de las imágenes por tanto estas deben ser almacenadas y llevadas a un centro de operaciones en donde con

ayuda de una computadora que cuenta con la capacidad correspondiente permita realizar las actividades relacionadas con el procesamiento y análisis de las mismas.

Figura 13 Trayectoria de Vuelo del Dron



#### 5.4 EQUIPO REQUERIDO

<p><b>DRON</b></p>	<p>Cuatro (4) baterías LiPo de 5.700 mAh como mínimo 4.</p> <p>Un (1) Cargador para 4 baterías</p> <p>Un (1) Dron con GPS Navegación RTK</p> <p>Maleta de protección para guardar o transportar.</p> <p>Software de Planeación de Misión de vuelo</p> <p>Sistema gimbal sencillo o doble</p> <p>Controladores de vuelo programado y manual</p> <p>Juego extra de hélices</p> <p>Incluir una (1) tablet para control de vuelo de 64 Gb de memoria interna, Sistema operativo iOS, Pantalla de 7.9", Bluetooth, Wi-Fi.</p>
<p><b>SENSOR VISUAL RGB DE 12 MP</b></p>	<p>Drivers para Windows 7 de 64 bit</p> <p>Formato Video: MP4/MOV (MPEG-4 AVC/H.264)</p> <p>Una (1) memoria expandible SD o Micro SD</p>

	1.6 Formato Photo: JPEG, DNG Función de grabado de la hora y el lugar de captura de imágenes.
<b>SENSOR MULTI-ESPECTRAL</b>	Sensor Multiespectral RGNIR con bandas espectrales: rojo, verde e infrarrojo
<b>SOFTWARE DE POST-PROCESAMIENTO</b>	Licencia Generación de Ortomosaicos Proceso y manejo en diferentes archivos JPG, TIFF, KML, KMZ, 2D ,3D elaboración e interpretación de algoritmos La ortofoto debe tener una proyección ortogonal que permita realizar mediciones precisas.
<b>COMPUTADOR PARA GENERACIÓN DE ORTOFOTOS</b>	Vale la pena destacar que estos programas requieren para su buen funcionamiento un computador que tenga procesador multinúcleo con velocidad superior a 3GHz y buena disponibilidad de memoria RAM. Windows 7 Procesador Core i7 2.9 GHz 8 Gb de RAM Disco duro de 3.6 GB por vuelo

## 5.5 PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Para la prestación del servicio, las actividades que se van a llevar a cabo estarán comprendidas teniendo en cuenta las siguientes fases:

- Diagnóstico y reconocimiento del sector a analizar
- Definición del área a evaluar
- Diseño del plan de vuelo y selección de los dispositivos a utilizar
- Georreferenciación
- Inicio de las actividades de vuelo (toma de imágenes, fotos, videos)
- Análisis del material fotográfico obtenido (análisis de fotos, orto-fotografía)
- Análisis estadístico e interpretación (presentación de informes)

Sin embargo, el paso a paso que se va a considerar para efectuar cada una de las actividades

se exponen a continuación:

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA	DEPARTAMENTO ENCARGADO
Solicitud de servicio por parte del cliente	Vía telefónica o por correo electrónico, el cliente informa a la compañía sobre la necesidad existente de realizar un monitoreo en sus cultivos de palma.	1 día	Administración
Encuentro entre el productor y el asesor de la compañía	Se realiza una reunión que puede ser presencial, virtual o vía telefónica, con el fin de tener un primer acercamiento acerca de la condición de los cultivos. Esto para definir aspectos relacionados con la edad de las palmas, antecedentes de la patología, tratamientos, etc. <u>En caso de considerarse necesario, se evaluará la posibilidad de adelantar una visita a la zona.</u>	2 a 4 días	Operaciones
Presentación de una propuesta al productor	El producto recibe una propuesta formal, donde se especifica el plan de trabajo a llevarse a cabo, donde se describe detalladamente las actividades a llevarse a cabo, la presentación de los informes de acuerdo a los requerimientos y los tiempos de entrega de cada uno. También se darán a conocer los planes de seguimiento con el ánimo de que el productor tenga un acompañamiento continuo en cada una de las etapas de los cultivos. <b>La propuesta enviada al cliente, tendrá un periodo de validez de 30 días.</b>	1 a 2 días	Administración
Aceptación y firma del contrato para la prestación del servicio.	En caso de que el cliente acepte la propuesta presentada, se procede a la firma de un contrato entre las partes, que permita formalizar el acuerdo que se haya pactado y de esta manera se pueda dar inicio a cada una de las actividades propuestas. Importante que exista entendimiento entre las partes respecto a los tiempos de ejecución del contrato y criterios de pago acordados.	3 a 5 días	Administración
Logística y preparación de los	Se organizan todos los equipos que se requieren de acuerdo a lo pactado con el		

equipos utilizados	a ser	cliente. Aquí se consideran todos los aspectos relacionados con la cantidad de equipos (baterías, elementos de repuesto, etc) y se organiza cada elemento en su empaque correspondiente para que el traslado no genere fallas en los mismo.	1 a 3 días	Operaciones
Traslado de equipos	de los	Se realiza el traslado de los drones, los sensores y demás equipos necesarios para la realización de las actividades correspondientes.	2 a 3 días	Operativo
Inicio de operaciones.	de las	En este punto se realizan todas las actividades de vuelo y generación de imágenes. Para la correcta ejecución de esta actividad, es importante definir aspectos técnicos tales como la trayectoria del vuelo, calibración de los equipos, referenciación geográfica de la zona, etc. Estas actividades serán realizadas por el piloto del dron y un asistente técnico. El tiempo de ejecución de estas actividades estará en función del área a ser evaluada y las condiciones climáticas de la zona.	1 día	Operativo
Recolección de empaque de equipos	y de los	Luego de finalizadas las tareas de recolección de la información, se procede a la realización de las tareas de empaque de los equipos para su retorno a la ciudad de Barrancabermeja.	5 horas	Operativo
Extracción de información	de la	Se realiza el proceso de extracción de la información. Las imágenes serán sometidas a los procedimientos previos para su análisis correspondiente. La información correspondiente será almacenada en la nube con el fin de que ésta se encuentre a disposición del cliente cuando sea necesario.	4 horas	Ingeniería
Análisis de información	de la	Con ayuda de los programas informáticos correspondientes, se realizará el tratamiento y análisis de las imágenes obtenidas.	5 días	Ingeniería
Presentación del informe	del	Se generará un informe, el cual tendrá la información apropiada que le permita al productor identificar de manera rápida el estado en el cual se encuentran los cultivos, identificando los puntos críticos y el grado de avance de la enfermedad en las palmas y se realizarán las recomendaciones	2 días	Ingeniería

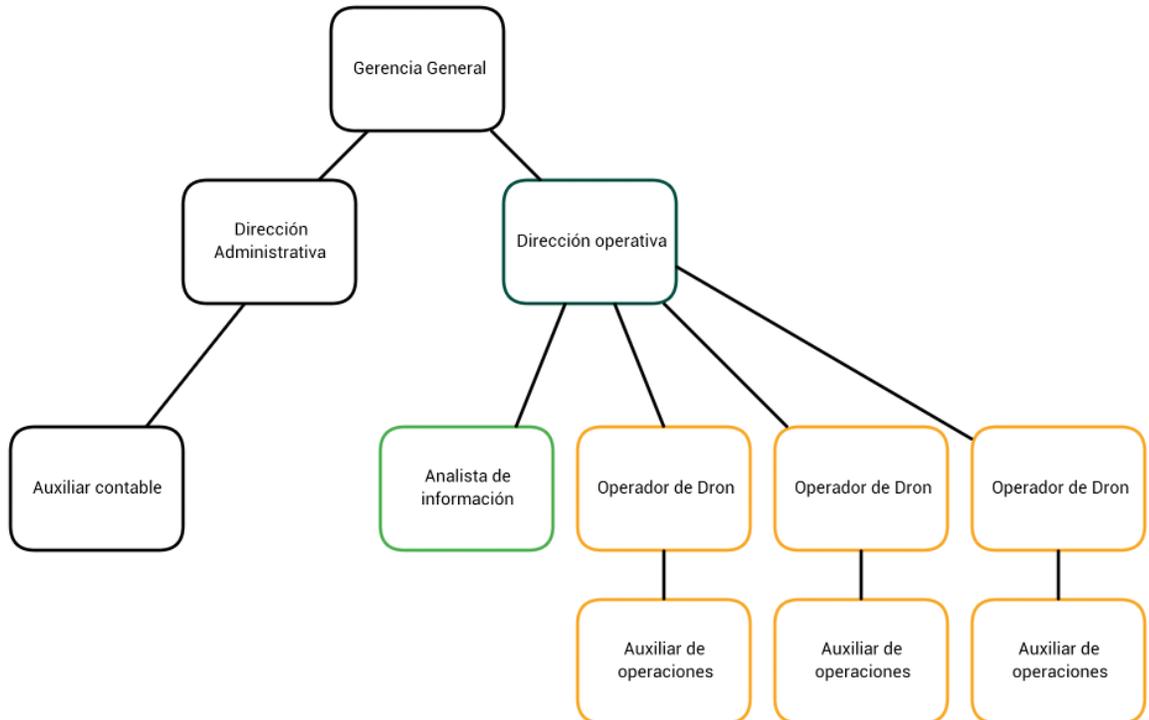
	pertinentes para abordar la problemática de manera objetiva. Previamente se acordará con el productor si la entrega del informe se realizará en formato físico o digital.		
Generación de acta de recibo a satisfacción.	Una vez el cliente considere que se ha dado cumplimiento a lo acordado en el contrato, se solicitará el acta de recibo a satisfacción del servicio que fue prestado.	4 a 8 días	Administración

## 6 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

### 6.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional, relacionada con cada una de las actividades que se lleven a cabo para el desarrollo de esta propuesta, está clasificado de la siguiente manera:

Figura 14 Estructura Organizacional



Fuente: Los Autores

Los integrantes de ese equipo serían los siguientes:

### **6.1.1 Gerencia General**

Será la persona encargada de realizar las actividades de planificación y ejecución del proyecto de acuerdo con los objetivos que pretende alcanzar la compañía. Deberá contar con excelentes habilidades para trabajar en equipo y dirigir personal, con capacidad para formular soluciones objetivas frente a los inconvenientes que se puedan presentar en cualquier área de la compañía. Debe tener capacidad de interlocución y presto al dialogo cuando se tenga la necesidad de realizar encuentros con diferentes entidades tanto públicas como privadas. Creativo, dinámico y con un amplio conocimiento de la problemática de la plaga de la pudrición de cogollo y su impacto en la región. Estará encargado de la búsqueda de nuevas oportunidades comerciales y de conformar alianzas estratégicas con las instituciones interesadas. Representará legalmente a la compañía cuando así se requiera.

### **6.1.2 Director de operaciones**

Encargado de coordinar los equipos de trabajo y dar dirección al área técnica. Debe ser ingeniero agrónomo, ambiental o afines, con experiencia en el manejo de cultivos de palma de aceite. También debe tener conocimientos sólidos en aspectos relacionados con topografía, generación de mapas, interpretación de planos, fotogrametría digital. Será la persona que realiza un primer contacto con el cliente y lo orientará en materia de estrategias para abordar la situación que se esté presentando. Deberá establecer una comunicación telefónica con la persona encargada de los cultivos cuando se tenga evidencia de anomalías en los cultivos, así como también debe responder de manera adecuada ante los requerimientos del cliente y aprobará el envío del documento final al cliente.

### **6.1.3 Analista de información geográfica**

Es el encargado de extraer la información de las fuentes de almacenamiento de cada dispositivo utilizado, realizar la preparación de los datos y enviarlos al software de procesamiento para su análisis. Dentro de los requerimientos se encuentra que tenga conocimientos sólidos en cartografía y fotointerpretación, al igual que tenga experiencia en temas de fotogrametría digital aplicada preferiblemente al análisis de información agronómica. Debe tener excelentes habilidades para la redacción, buena ortografía y conocimientos en software de procesamiento de textos (Word, Excel, Power Point). Dentro de sus funciones se encuentra:

- Llevar a cabo los procesos de generación de orto-fotos con ayuda del software proyectado a utilizarse para este proceso.
- Tener conocimientos sólidos en el manejo de software relacionado con Sistemas de Información Geográfica, para el desarrollo de diferentes tipos de planos (cartografía, topografía, etc.).
- Redacción de los informes que muestren los resultados obtenidos, los cuales deben estar en un lenguaje claro y sencillo para ser interpretado por el productor de los cultivos.

### **6.1.4 Operador de dron**

Es el encargado de dirigir el equipo de trabajo de campo, también es el operador del dron, su función es la de establecer la trayectoria de vuelo, realizar la toma de las muestras y llevarlas al lugar correspondiente para su procesamiento. El personal que se desempeñe en este cargo, debe ser mayor de 18 años, debe tener licencia vigente como operador de drones

otorgada por la Aeronáutica Civil de Colombia y tener formación técnica o tecnológica certificada por una entidad de educación superior, en el área de tecnologías de la información y las comunicaciones. A nivel personal debe tener cualidades de liderazgo y buen manejo de equipo de trabajo. Dentro de las funciones que debe cumplir este personal se encuentra:

- Ejecutar la captura de fotografías aéreas basado en el manual de Captura de información, observando los estándares y procedimientos del mismo.
- Realizar el aprestamiento de equipo de comunicaciones para video WIFI.
- Colocar a punto el sistema de comunicación entre la video-cámara y equipo de cómputo.
- Mantener al día la carga de las baterías y reportar para cambio cuando la carga de alguna de ellas tenga un desempeño bajo según el estándar establecido en el manual.
- Ser responsable por el buen uso del equipo cuidado del dron y sus componentes.
- Mantener el inventario de las herramientas necesarias tanto al inicio como al final del proceso de captura y almacenamiento de datos.
- Velar porque la operación transcurra dentro de las condiciones de seguridad de los equipos y de las personas que intervienen en la medición.
- Reportar las mediciones en la herramienta web que fue diseñada para tal fin, a más tardar el día siguiente de la toma de los datos y reportar al jefe de operación los resultados.

- Evaluar que el ambiente de trabajo se encuentre dentro de los estándares de seguridad establecidos en el manual de seguridad en el campo.

### **6.1.5 Auxiliar de operaciones**

Es el encargado de asistir en todas las labores operativas del equipo de trabajo de campo. Ser mayor de 18 años, su lugar de residencia que sea preferiblemente la ciudad de Barrancabermeja y tener la mejor disposición para realizar cada una de sus actividades en ambientes difíciles. Preferiblemente que tenga pase de conducción vigente y pueda. Dentro de las responsabilidades que exige su cargo se encuentra:

- Apoyar en el proceso de captura de información mediante drones, atendiendo los lineamientos que para tal fin le sean asignados por el operador de dron.
- Proporcionar al operador de dron los materiales que hayan sido suministrados bajo su custodia.
- Velar por el buen estado de almacenamiento de los equipos atendiendo las directrices del manual de almacenamiento de equipos.
- Colaborar en las tareas de sincronización de equipos de comunicación atendiendo los lineamientos del operador de dron.
- Mantener el inventario de las herramientas necesarias para completar el proceso de captura y almacenamiento de datos.
- Reportar al operador de dron las anomalías relacionadas con el funcionamiento de los equipos.

- Reportar al operador de dron las condiciones presentes en el ambiente de trabajo que puedan afectar el desempeño o la seguridad del equipo de trabajo.

## 7 NORMOGRAMA

El siguiente es el compendio de normas aplicables a este proyecto, se reúnen aspectos técnicos, normas empresariales, contratación y riesgos profesionales.

<b>NORMOGRAMA</b>			
<b>CLASIFICACIÓN NORMATIVA</b>	<b>No.</b>	<b>AÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
CONSTITUCIÓN POLÍTICA	0	1991	Constitución Política de Colombia 1991
DECRETO	393	1991	Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías
DECRETO	934	2003	Por el cual se reglamenta el funcionamiento del FONDO EMPRENDER (FE). El artículo 40 de la Ley 789 de 2002 creó el Fondo Emprender FE como una cuenta independiente y especial adscrita al Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena, el cual será administrado por esa entidad y cuyo objeto exclusivo será financiar iniciativas empresariales en los términos allí dispuestos.
DECRETO	4466	2006	Por el cual se reglamenta el artículo 22 de la Ley 1014 de 2006, sobre constitución de nuevas empresas.
DECRETO	2175	2007	Sobre la administración y gestión de carteras colectivas, en el cual se precisaron algunos aspectos relativos a los Fondos de Capital Privado (FCP).
DECRETO	525	2009	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 590 de 2000, sobre la gradualidad del pago de parafiscales.
DECRETO	1192	2009	Por el cual se reglamenta la Ley 1014 de 2006 sobre el fomento a la cultura del emprendimiento y se dictan otras disposiciones.
DECRETO	614	1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de la salud ocupacional en Colombia
DECRETO	692	1994	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 100 de 1993

DECRETO	1295	1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales
LEY	29	1990	Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias.
LEY	344	1996	Por la cual se dictan normas tendientes a la racionalización del gasto público, se conceden unas facultades extraordinarias y se expiden otras disposiciones. Normas correspondientes a la creación de empresas. En el artículo 16 trata sobre el acceso a los recursos para proyectos de incubadoras asociadas al Sena.
LEY	550	1999	Que establece un régimen que promueva y facilite la reactivación empresarial, la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas, lograr el desarrollo armónico de las regiones y se dictan disposiciones para armonizar el régimen legal vigente con las normas de esta ley. Normas sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana por ello se le denominó LEY MIPYMES, posteriormente modificada por la Ley 905 de 2004 y por la Ley 1151 de 2007 por la cual se expide el PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2006-2010
LEY	789	2002	Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del <b>CÓDIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO</b> . Norma por la cual se crea el <b>FONDO EMPRENDER</b> (Art.40).
LEY	905	2004	Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo del micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.
LEY	1014	2006	Por la cual se dictan normas para el fomento a la cultura de emprendimiento empresarial en Colombia. El Ministerio del Comercio, Industria y Turismo, cuenta con el Viceministerio de Desarrollo Empresarial, el cual tiene la misión de consolidar una cultura del emprendimiento en el país y crear redes de institucionales en torno a esta prioridad del Gobierno Nacional.
LEY	1672	2013	POR LA CUAL SE ESTABLECEN LOS LINEAMIENTOS PARA LA ADOPCIÓN DE UNA POLÍTICA PÚBLICA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES
LEY	100	1993	Por el cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones

REGLAMENTACIÓN AERONÁUTICA CIVIL	2	2015	Circular Reglamentaria N°002. REQUISITOS GENERALES DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIONES PARA RPAS
RESOLUCIÓN	4170	2014	Por medio de la cual se declaran las plagas de control oficial en el cultivo de palma de aceite en el territorio nacional y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control.
RESOLUCIÓN	470	2005	De la Superintendencia Financiera, que permitió el establecimiento de Fondos de Capital Privado.

## 8 ESTUDIO FINANCIERO

Para el análisis financiero del proyecto, a continuación se procede a clasificar los costos y gastos involucrados.

### 8.1 COSTOS DE NOMINA

Para el análisis de los costos de Nomina, se tomó como referencia la Resolución 426 de Colciencias en la cual se estable los topes máximos a pagar al personal involucrado en programas y proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los valores que allí son asignados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3 *Valores de acuerdo a la Resolución 426 de Colciencias.*

	SMLV	1 y 5 años	SMLV	5 y 10 años	SMLV	10 y 15 años	SMLV	Mayor a 15 años
Bachiller	1,75	1.291.005	2	1.475.434	2,25	1.659.863	2,5	1.844.293
Titulo de tecnico	2,5	1.844.293	2,75	2.028.722	3	2.213.151	3,25	2.397.580
Titulo de tecnologo	3,25	2.397.580	3,5	2.582.010	3,75	2.766.439	4	2.950.868
Titulo profesional	4	2.950.868	5,75	4.241.873	6,5	4.795.161	7,5	5.532.878
Especializacion	5,75	4.241.873	7,5	5.532.878	9	6.639.453	10	7.377.170
Maestria	8	5.901.736	9,8	7.229.627	11,5	8.483.746	13	9.590.321
Doctorado	10,6	7.819.800	12,3	9.073.919	13,8	10.180.495	14,7	10.844.440

La siguiente tabla presenta los costos de nomina del personal que hace parte del proyecto. Las cifras corresponden a 1 año laboral e incluyen todas las prestaciones establecidas por la ley.

Costos Nomina			
Equipo Dron	40.143.709	3	120.431.128
Director Operaciones	79.624.259	1	79.624.259
Gerente	103.857.729	1	103.857.729
Auxiliar Contable	19.802.286	1	19.802.286
Analista de información geográfica	34.619.243	1	34.619.243
<b>Total Nomina</b>		<b>7</b>	<b>358.334.646</b>

## 8.2 COSTOS EQUIPOS

Los Costos de los equipos incluyen tanto al conjunto de drones como al Servidor GIS. Tal como se referenció en el estudio técnico, se utilizaran 2 drones tipo ala fija para cultivos mayores a 100 hectáreas y uno de rotor para cultivos de menos a 100 hectáreas.

<b>EQUIPOS DE OPERACIÓN</b>			
Tipo Ala Fija	53.788.000	2	107.576.000
Tipo Rotor	12.234.000	1	12.234.000
Servidor GIS	7.600.000	1	7.600.000
			<b>127.410.000</b>

## 8.3 GASTOS DE PRODUCCIÓN

En los Gastos de Producción se incluyen el servicio de energía, el canal de datos y la licencia del software para el procesamiento de las imágenes recopiladas.

<b>GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>			
<b>Costo Equipos</b>			
Energía	120.000	12	1.440.000
Canal de datos	125.000	12	1.500.000
Licencia Pix4D (U\$350 mes)	1.021.300	12	12.255.600
			<b>15.195.600</b>
<b>Costos Logísticos</b>			
Transporte(1 equipo)	25.000	720	<b>18.000.000</b>
			<b>33.195.600</b>

#### 8.4 GASTOS DE OFICINA

Los Gastos de oficina se calcularon a un año.

<b>GASTOS DE OFICINA</b>			
Impresora	650.000	1	650.000
Muebles de oficina	3.000.000	1	<b>3.000.000</b>
Portatil	1.400.000	4	5.600.000
Papeleria	250.000	1	250.000
			<b>9.500.000</b>

#### 8.5 GASTOS ADMINISTRATIVOS

<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>			
Costos Administrativos			
Arriendo Oficina PW(2	850.000	12	10.200.000
Arriendo Oficina Bta(2l	1.200.000	12	14.400.000
Correo	10.000	84	840.000
Dominio	40.000	1	40.000
Hosting	86.100	1	86.100
			<b>25.566.100</b>

## 8.6 FLUJO DE CAJA

El siguiente flujo de caja deja ver el comportamiento financiero del proyecto por un periodo de 5 años. Tomando como referencia el precio promedio de \$9.421 por hectárea escaneada, se puede observar que el flujo de caja neto para los dos primeros años es negativo, sin embargo para el tercer año ya se mantiene positivo e incrementándose.

ANÁLISIS FINANCIERO CON PRESTAMO REALISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		621.600.000	813.600.000	1.051.200.000	1.243.200.000	1.243.200.000
Préstamo	40.000.000					
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses		8.967.894	7.818.678	6.411.811	4.689.529	2.581.115
Flujo de caja antes de impuestos		40.154.560	173.352.269	370.860.703	531.454.312	501.346.758
Impuesto de renta (34%)		23.066.843	68.795.242	139.644.159	194.492.322	183.538.893
IVA (19%)		99.244.656	129.899.376	167.834.592	198.489.312	198.489.312
ICA (0,966%)		6.004.656	7.859.376	10.154.592	12.009.312	12.009.312
Total Impuestos		128.316.155	206.553.994	317.633.343	404.990.946	394.037.517
Flujo de caja después de impuestos		-88.161.594	-33.201.725	53.227.360	126.463.366	107.309.241
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización		5.125.911	6.275.127	7.681.994	9.404.277	11.512.691
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-20.000.000	-74.566.305	-18.308.852	78.990.966	152.951.489	167.531.351
<b>TIO</b>		<b>20%</b>				
<b>VPN</b>		<b>\$91.947.716</b>				
<b>TIR</b>		<b>49%</b>				
<b>Precio Promedio</b>		<b>\$ 9.421</b>				

Vale la pena destacar que los Equipos de Operación se va incrementando, dado que para cada año se realizará un incremento en los drones que se van adquiriendo.

A continuación se presenta el flujo de caja, bajo tres escenarios diferentes. Por un lado se analiza la condición con préstamo para un precio promedio pesimista, realista y optimista, los flujos de caja se muestran a continuación:

## 8.7 ANÁLISIS FINANCIERO CON COSTO DE SERVICIO PESIMISTA

ANÁLISIS FINANCIERO CON PRESTAMO PESIMISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		585.120.000	769.440.000	985.920.000	1.170.240.000	1.170.240.000
Préstamo	40.000.000					
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses		8.967.894	7.818.678	6.411.811	4.689.529	2.581.115
Flujo de caja antes de impuestos		3.674.560	129.192.269	305.580.703	458.494.312	428.386.758
Impuesto de renta (34%)		10.663.643	53.780.842	117.448.959	169.685.922	158.732.493
IVA (19%)		93.420.259	122.848.790	157.411.987	186.840.518	186.840.518
ICA (0,966%)		5.652.259	7.432.790	9.523.987	11.304.518	11.304.518
Total Impuestos		109.736.161	184.062.423	284.384.933	367.830.959	356.877.530
Flujo de caja después de impuestos		-106.061.600	-54.870.154	21.195.770	90.663.353	71.509.229
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización		5.125.911	6.275.127	7.681.994	9.404.277	11.512.691
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-20.000.000	-92.466.312	-39.977.281	46.959.376	117.151.477	131.731.338
<b>TIO</b>	<b>20%</b>					
<b>VPN</b>	<b>\$11.794.835</b>					
<b>TIR</b>	<b>24%</b>					
<b>Precio Promedio</b>	<b>\$ 8.789</b>					

Bajo un escenario con precio pesimista, se presenta el mismo comportamiento que con precio realista, en donde los dos primeros años el flujo de caja se mantiene negativo pero es positivo a partir del tercer año.

## 8.8 FLUJO DE CAJA CON COSTO DE SERVICIO OPTIMISTA

ANÁLISIS FINANCIERO CON PRESTAMO OPTIMISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		673.200.000	884.400.000	1.135.200.000	1.346.400.000	1.346.400.000
Préstamo	40.000.000					
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses		8.967.894	7.818.678	6.411.811	4.689.529	2.581.115
Flujo de caja antes de impuestos		91.754.560	244.152.269	454.860.703	634.654.312	604.546.758
Impuesto de renta (34%)		40.610.843	92.867.242	168.204.159	229.580.322	218.626.893
IVA (19%)		107.483.112	141.203.304	181.246.032	214.966.224	214.966.224
ICA (0,966%)		6.503.112	8.543.304	10.966.032	13.006.224	13.006.224
Total Impuestos		154.597.067	242.613.850	360.416.223	457.552.770	446.599.341
Flujo de caja después de impuestos		-62.842.506	1.538.419	94.444.480	177.101.542	157.947.417
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización		5.125.911	6.275.127	7.681.994	9.404.277	11.512.691
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-20.000.000	-49.247.217	16.431.292	120.208.086	203.589.665	218.169.527

TIO	20%
VPN	\$205.795.320
TIR	91%
Precio Promedio	\$ 10.132

Con un precio de servicio optimista, observa que solamente para el primer año el flujo de caja es negativo. Esto indica que a pesar de las variaciones en el precio del servicio, el proyecto es viable para realizarse.

Ahora se analizarán los tres escenarios en donde no se realiza préstamo y se varían los precios del servicio prestado:

### 8.9 FLUJO DE CAJA (SIN PRÉSTAMO) CON PRECIO DE SERVICIO PESIMISTA

ANÁLISIS FINANCIERO SIN PRESTAMO PESIMISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		585.120.000	769.440.000	985.920.000	1.170.240.000	1.170.240.000
Préstamo						
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses						
Flujo de caja antes de impuestos		12.642.454	137.010.947	311.992.515	463.183.841	430.967.873
Impuesto de renta (34%)		10.663.643	53.780.842	117.448.959	169.685.922	158.732.493
IVA (19%)		93.420.259	122.848.790	157.411.987	186.840.518	186.840.518
ICA (0,966%)		5.652.259	7.432.790	9.523.987	11.304.518	11.304.518
Total Impuestos		109.736.161	184.062.423	284.384.933	367.830.959	356.877.530
Flujo de caja después de impuestos		-97.093.706	-47.051.476	27.607.581	95.352.882	74.090.343
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización						
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-60.000.000	-78.372.506	-25.883.476	61.053.181	131.245.282	145.825.143
<b>TIO</b>		<b>20%</b>				
<b>VPN</b>		<b>\$13.943.941</b>				
<b>TIR</b>		<b>23%</b>				
<b>Precio Promedio</b>		<b>\$ 8.789</b>				

Asumiendo un precio pesimista, se puede observar el mismo comportamiento anterior, en donde para los dos primeros años el flujo de caja es negativo, pero a partir del tercer año es positivo.

## 8.10 FLUJO DE CAJA (SIN PRÉSTAMO) CON PRECIO DE SERVICIO REALISTA

ANÁLISIS FINANCIERO SIN PRÉSTAMO REALISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		621.600.000	813.600.000	1.051.200.000	1.243.200.000	1.243.200.000
Préstamo						
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses						
Flujo de caja antes de impuestos		49.122.454	181.170.947	377.272.515	536.143.841	503.927.873
Impuesto de renta (34%)		23.066.843	68.795.242	139.644.159	194.492.322	183.538.893
IVA (19%)		99.244.656	129.899.376	167.834.592	198.489.312	198.489.312
ICA (0,966%)		6.004.656	7.859.376	10.154.592	12.009.312	12.009.312
Total Impuestos		128.316.155	206.553.994	317.633.343	404.990.946	394.037.517
Flujo de caja después de impuestos		-79.193.700	-25.383.047	59.639.172	131.152.895	109.890.356
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización						
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-60.000.000	-60.472.500	-4.215.047	93.084.772	167.045.295	181.625.156

<b>TIO</b>	<b>20%</b>
<b>VPN</b>	<b>\$94.096.822</b>
<b>TIR</b>	<b>42%</b>
<b>Precio Promedio</b>	<b>\$ 9.421</b>

Asumiendo un precio realista, se puede observar que los valores de los dos primeros años son más bajos que como si se estuviera pagando un préstamo.

## 8.11 FLUJO DE CAJA (SIN PRÉSTAMO) CON PRECIO DE SERVICIO OPTIMISTA

ANÁLISIS FINANCIERO SIN PRESTAMO OPTIMISTA						
	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		673.200.000	884.400.000	1.135.200.000	1.346.400.000	1.346.400.000
Préstamo						
Nomina		358.334.646	376.251.378	395.063.947	414.817.144	435.558.001
Equipos Operación		127.410.000	173.309.890	181.975.385	191.074.154	200.627.862
Gastos de Producción		33.195.600	34.855.380	36.598.149	38.428.056	40.349.459
Equipos Oficina		9.250.000				
Gastos Administrativos		25.566.100	26.844.405	26.844.405	26.844.405	26.844.405
Total Egresos		553.756.346	611.261.053	640.481.885	671.163.759	703.379.727
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Intereses						
Flujo de caja antes de impuestos		100.722.454	251.970.947	461.272.515	639.343.841	607.127.873
Impuesto de renta (34%)		40.610.843	92.867.242	168.204.159	229.580.322	218.626.893
IVA (19%)		107.483.112	141.203.304	181.246.032	214.966.224	214.966.224
ICA (0,966%)		6.503.112	8.543.304	10.966.032	13.006.224	13.006.224
Total Impuestos		154.597.067	242.613.850	360.416.223	457.552.770	446.599.341
Flujo de caja después de impuestos		-53.874.612	9.357.097	100.856.292	181.791.071	160.528.532
Depreciación		18.721.200	21.168.000	33.445.600	35.892.400	35.892.400
Amortización						
Inversión inicial	60.000.000					
Recuperación del capital de trabajo						
Valor de salvamento						35.842.400
Flujo de caja Neto	-60.000.000	-35.153.412	30.525.097	134.301.892	217.683.471	232.263.332
<b>TIO</b>		<b>20%</b>				
<b>VPN</b>		<b>\$207.944.426</b>				
<b>TIR</b>		<b>70%</b>				
<b>Precio Promedio</b>		<b>\$ 10.132</b>				

Este flujo de caja deja ver el primer año negativo, pero a partir del segundo año el valor es significativo. Eso quiere decir que bajo este escenario, el proyecto también resulta ser viable para su ejecución.

## **9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es claro que dada la problemática que se presenta en los municipios de Santander y Bolívar, requiere una intervención contundente que permita que a futuro no se presenten condiciones que afecten a toda la población.

Dada la ubicación geográfica de estos departamentos, es necesario un mayor compromiso por parte de los productores y de las entidades para que todos los programas que se implementen incluyan un seguimiento continuo para evaluar la eficacia con la que se desarrollan los tratamientos en los cultivos.

Es importante que se oriente a los productores no solo sobre la importancia de incorporar nuevas metodologías en este tipo de cultivos, sino que ellos puedan conocer como las últimas tecnologías y nuevos desarrollos pueden ser utilizados para su beneficio.

Es claro que mediante la implementación de proyectos de este tipo en Colombia representan una excelente oportunidad de crecimiento económico donde no solo ganan los productores sino también los proveedores de tecnología y las empresas de servicio. Este trabajo en conjunto puede ayudar a que a futuro se produzcan mejores insumos que le permitan al país ser un referente a nivel internacional por la calidad del aceite de palma que se exporta.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Agüera J., Pérez M.(2013). Agricultura de precisión: hacia la integración de datos espaciales en la producción agraria. *Ambienta*, 105, 16-27.
- Amarillo, G., Amarillo, M., Sarmiento, F. y González, A. (2015). Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. *Revista Especializada en Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Descargado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1585/1930>
- Aya H., Martínez G. (2011). Manejo de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en el campo experimental Palmar de Vizcaína. *Palmas*, 32(2), 35-43.
- Balance económico del sector palmero colombiano en 2015. Área de economía y gestión Comercial estratégica. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Abril de 2016.
- Bueno J. (2016). Sistema nacional de competitividad, ciencia tecnología e innovación. XLIV Congreso nacional de cultivadores de palma de aceite. Descargado de <http://www.colombiacompetitiva.gov.co>
- CEPAL. (2015). Indicadores para el seguimiento del plan agro. Naciones Unidas CEPAL. Descargado de <https://publicaciones.fedepalma.org>.
- Chartuni, E., Magdalena C. (2014). Manual de agricultura de precisión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Descargado de <http://repiica.iica.int/docs/b3382e/b3382e.pdf>.
- Congreso de la República. (2013). ley 1672 por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
- Delgado, Juan Eduardo. Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*.
- Delgado, Juan Eduardo. Salgado, José Jorge. Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. 18 de septiembre de 2013.
- Escobar H. (2013) Marco Legal para la Política Nacional de Emprendimiento. Última revisión marzo 2017 <http://mprende.co/emprendimiento/marco-legal-para-la-pol%C3%ADtica-nacional-de-emprendimiento>.
- Estupiñán J., GUAYANA J. (2009). Análisis de los aspectos cualitativos que afectan a la cadena de abastecimiento agroindustrial de la palma de aceite.

- Fedebiocombustibles. (2011). Mitos y realidades de los biocombustibles en Colombia. Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia. Descargado de <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-468.htm>.
- Fedepalma. (2011). Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Descargado de <http://www.ambientalex.info/guias/Guiambagrpalaceco.pdf>.
- Fry, J. (2016). Los costos de producción para el aceite de palma y las economías de escala en la agroindustria. *Palmas*, 37(2), 271-274.
- González Triana, Jaime. Panorama de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en la Zona Norte del País: Situación actual, Retos y Perspectivas. Montería, 21 de Junio de 2013.
- Hurtado R., Romero V. (2009). Agricultura de precisión: Análisis exploratorio de evolución espacio-temporal de la incidencia de Pudrición del Cogollo (PC) de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Núcleo productivo de San Andrés de Tumaco. Período: enero 2007 - febrero 2008. *Palmas*, 30(2), 35-52.
- Hurtado R., Romero V. (2009). Estación Experimental El Palmar de La Vizcaína La agricultura de precisión al servicio del manejo agronómico de la palma de aceite. *Palmas*, 30(1), 11-20.
- Laing D., (2010) La causa de pudrición del cogollo en palma de aceite Hipótesis Abiótica-Edáfica.
- Maldonado O., Delgado J. (2009). Caracterización de la cadena productiva del aceite de palma en Santander. Universidad Industrial de Santander.
- Martínez G. (2013). Panorama de la agroindustria palmera-retos y oportunidades. Seminario: "La agroindustria de la palma de aceite: un negocio sostenible e inclusivo" Fedepalma, APE y Universidad de la Sabana. Bogotá. Fedepalma. Descargado de <http://docplayer.es/30129652-Panorama-de-la-agroindustria-palmeraretos-y-oportunidades.html>.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Fontanilla, C., Ruíz, E., Uñate, M., Rincón, F., & Arias, N. (2016). Costos de producción de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 37(2), 37-53.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Fontanilla, C., Ruíz, E., Uñate, M.,  
Palma de aceite en Colombia en 2014 (2016). *Palmas*, 37(2), 37-53.
- Pix4Dmapper pro. (2017). [Software para mapas]. Última revisión marzo 2017 <http://www.agisoft.com/features/professional-edition/>.  
<https://pix4d.com/product/pix4dmapper-pro/>

- Rincón, F., & Arias, N. (2016). Costos de producción de la agroindustria de la palma de aceite. *Palmas*, 36(3), 25-41. Descargado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11574>
- Rincón, V., Molina, A., Torres-León, J.L. y Herazo, A. (2015). Perspectivas de la tecnología VANT en el cultivo de palma de aceite: monitorización del cultivo mediante imágenes aéreas de alta resolución. *Palmas*, 36(3), 25-41. Descargado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11574>
- Romero H., Araque L., y Forero D. (2008). La agricultura de precisión en el manejo del cultivo de la palma de aceite. *Palmas*, 29(1), 13-21.
- Romero H., Calderón L. (2012). Evaluación de la política de Biocombustibles en Colombia.
- Salcedo S. (2007). Competitividad de la Agricultura en América Latina y el Caribe. Proyecto de colaboración de la FAO TCP/COS/3001.
- Santos A., (2010). Análisis de las últimas investigaciones sobre pudrición del cogollo en palma de aceite. Universidad Nacional de Colombia.
- Sensefly Inc. (2015). Ebee el dron de cartografía profesional. Descargado de <https://www.sensefly.com>.
- Tavera D. (2016). Plan de desarrollo departamental Santander. Gobernación de Santander.
- <https://www.micasense.com/sequoia/>
- <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/software.asp?tit=Software>
- <http://www.capterra.com/farm-management-software/>
- <https://www.dronedeploy.com/>
- <https://colombiadigital.net/opinion/columnistas/artifice-innovacion/item/4866-como-las-tic-complementan-la-agricultura-de-precision.html>

### **BIBLIOGRAFÍA PLANES DE DESARROLLO**

- Plan Departamental de Desarrollo – Santander (2016-2020)
- Plan Municipal de Desarrollo – San Pablo (Bolívar)
- Plan Municipal de Desarrollo – Cantagallo (Bolívar)
- Plan Municipal de Desarrollo – Barrancabermeja (Santander)
- Plan Municipal de Desarrollo – San Vicente de Chucurí (Santander)
- Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018