

**HERRAMIENTA WEB Y MOVIL PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL
PROCESO PRODUCTIVO DEL CACAO EN LOS MONTES DE MARIA**

**ESTUDIANTES INVESTIGADORES
WILLIAN DE LA ESPRIELLA AVILA
ASTRID VANEGAS CHINCHILLA**

**DIRECTOR INVESTIGADOR
PLINIO PUELLO MARRUGO**

**CO-DIRECTOR INVESTIGADOR
NORIDA VANEGAS CHINCHILLA**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

CARTAGENA DE INDIAS, 2019

**HERRAMIENTA WEB Y MOVIL PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL
PROCESO PRODUCTIVO DEL CACAO EN LOS MONTES DE MARIA**

PROYECTO DE GRADO

**ESTUDIANTES INVESTIGADORES
WILLIAN DE LA ESPRIELLA AVILA
ASTRID VANEGAS CHINCHILLA**

**DIRECTOR INVESTIGADOR
PLINIO PUELLO MARRUGO**

**CO-DIRECTOR INVESTIGADOR
NORIDA VANEGAS CHINCHILLA**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

CARTAGENA DE INDIAS, 2019

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
1. INTRODUCCIÓN	12
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	20
4.1. OBJETIVO GENERAL	20
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5. MARCO DE REFERENCIA	21
5.1. ESTADO DEL ARTE	21
5.1.1. A nivel internacional	21
5.1.2. A nivel nacional	22
5.1.3. A nivel local	23
5.2 MARCO TEÓRICO	24
5.2.1. Cadenas de suministro	24
5.2.2. Cadena de suministro agroalimentaria	25
5.2.3. Proceso productivo del cacao	26
5.2.4. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de cacao	27
5.2.5. Metodología de desarrollo	27
5.2.6. Aplicaciones móviles	28
5.2.7. Plataforma Web	28
5.2.8. PostgreSQL	29
6. ALCANCE	30

7.	METODOLOGÍA	32
7.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN	32
7.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	32
7.3.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
7.4.	DESARROLLO GUIADO POR OBJETIVOS	35
7.4.1.	Fase 1: Identificar las características y etapas que hacen parte del proceso productivo del cacao en los Montes de María, teniendo en cuenta la asociación y los agricultores que participan.	35
7.4.2.	Fase 2: Plantear los requisitos funcionales del software para el proceso productivo del cacao dentro de la subregión de los Montes de María.	35
7.4.3.	Fase 3: Elaborar artefactos de diseño que permitan modelar la solución informática de acuerdo a los requisitos definidos para el proceso productivo del cacao.	36
7.4.4.	Fase 4: Construir herramienta web para el control que tienen las asociaciones sobre cada uno de los agricultores que realizan actividades de producción.	36
7.4.5.	Fase 5: Construir herramienta móvil para el seguimiento de actividades productivas como siembra, abonado, cosecha y mantenimiento realizadas por los agricultores.	37
7.4.6.	Fase 6: Realizar pruebas funcionales del software como metodología de retroalimentación para localizar posibles puntos que requieran mantenimiento.	37
8.	RESULTADOS	38
8.1.	IDENTIFICACION DE CARACTERISTICAS Y ETAPAS DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO	38
8.1.1.	Elaboración de un marco conceptual	38
8.1.2.	Caracterización del problema	53
8.1.3.	Aplicación de instrumentos de recolección de información a fuentes primarias	55

8.2. DEFINICION DE REQUISITOS FUNCIONALES DEL SOFTWARE PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CACAO.	56
8.3. ARTEFACTOS DE DISEÑO QUE MODELAN LA SOLUCIÓN.	63
8.3.1 <i>Modelo De Dominio</i>	66
8.3.2 <i>Casos De Uso Del Sistema</i>	66
8.3.3 Procesos De Negocio	72
8.3.4. Vista lógica	78
8.3.5 Vista Física	80
8.3.6. Vista de procesos	81
8.4 DESCRIPCIÓN DE LAS APLICACIONES	85
8.4.1. Configuración de los servicios utilizados	85
8.4.2. Desarrollo de la API y el cliente Móvil.	88
8.4.3. Implementación de Active Admin para la gestión del avance de los productores.	91
8.5 PRUEBAS FUNCIONALES	93
8.5.1 Caso 1. Ingreso al administrador web	93
8.5.2 Caso 2. Listado de productores asociados	94
8.5.3 Caso 3. Aceptación o rechazo de solicitudes	95
8.5.4 Caso 4. Verificación de creación de registro de actividad	97
8.5.5 Caso 5. Verificación de creación de registro asociados a la cosecha	99
8.5.6 Caso 6. Verificación de creación de notificaciones criticas	100
8.5.7 Caso 7. Creación de una cuenta	102
9. CONCLUSIONES	104
10. BIBLIOGRAFIA	106
ANEXOS	108
Anexo 1. Entrevista aplicada a la asociación de cultivadores ASPROCAMM.	108

Anexo 2 Documento de requisitos	109
Anexo 3 Manual del sistema o arquitectura	109

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de términos clave en inglés y español.	38
Tabla 2. Bases de datos o Motores de Búsqueda aplicados.....	38
Tabla 3. Búsqueda y selección preliminar de resultados.....	39
Tabla 4. Descripción de grados de aceptación para los resultados obtenidos	40
Tabla 5. Especificación de resultados obtenidos	41
Tabla 6. Estudio de mercado	52
Tabla 7. Descripción de etapas productivas para el cacao	54
Tabla 8. Variables e indicadores determinados para la entrevista.....	56
Tabla 9. Descripción de tipo de usuario Asociaciones.....	58
Tabla 10. Descripción del tipo de usuario para agricultores.	59
Tabla 11. Costos de servicio de mensajes en AWS.....	86
Tabla 12. Peticiones HTTP/s disponibles en el sistema	89
Tabla 13. Prueba funcional para verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña validos.....	93
Tabla 14. Prueba funcional para verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña inválidos	94
Tabla 15. Prueba funcional para verificar los agricultores registrados en el sistema.....	94
Tabla 16. Prueba funcional para verificar la aceptación o rechazo de los agricultores a la asociación	95
Tabla 17. Prueba funcional para verificar la aceptación o rechazo de los agricultores falla	96
Tabla 18. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la etapa de planeación, mantenimiento y establecimiento.....	98
Tabla 19. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la cosecha..	99
Tabla 20. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la cosecha	100
Tabla 21. Prueba funcional para creación de una cuenta	102
Tabla 22. Prueba funcional para creación de una cuenta que falla.....	103

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Representación conceptual del flujo de información y trazabilidad de la cadena de suministro de alimentos. Fuente Bosona & Gebresenbet, 2013) p.35.....	26
Ilustración 2. Diseño del esquema general de la solución.....	62
Ilustración 3. Diseño del esquema de interacción con la tecnología desde los accesos disponibles para los usuarios	62
Ilustración 4. Especificación de la arquitectura Cloud Messaging.....	65
Ilustración 5. Diseño del modelo de dominio.....	66
Ilustración 6. Diseño del caso de uso Manejar etapa de planeación.....	67
Ilustración 7. Diseño del caso de uso Manejar etapa de establecimiento.....	68
Ilustración 8. Diseño del caso de uso Notificar actividad pendiente.....	68
Ilustración 9. Diseño del caso de uso Manejar etapa de mantenimiento o limpiezas.....	69
Ilustración 10. Diseño del caso de uso Manejar etapa de cosecha	70
Ilustración 11. Diseño del caso de uso Notificar problemáticas críticas	70
Ilustración 12. Diseño del Caso de uso listar agricultores.....	71
Ilustración 13. Diseño del Caso de uso solicitar ingreso a la asociación	71
Ilustración 14. Diseño del Caso de uso asociar agricultor.....	72
Ilustración 15. Definición del proceso para Agregar extensión de cultivo nuevo.....	72
Ilustración 16. Definición del proceso para Realizar las actividades de la etapa 1	73
Ilustración 17. Definición del proceso para Realizar las actividades para la etapa 2.....	74
Ilustración 18. Definición del proceso para las actividades para la etapa 3	75
Ilustración 19. Definición del proceso para las actividades de la etapa 4	75
Ilustración 20. Definición del proceso para las actividades de recolección de información	76
Ilustración 21. Definición del proceso para la solicitud de ingreso de un productor	77
Ilustración 22. Definición del proceso para las actividades de supervisión a los agricultores	77
Ilustración 23. Definición del proceso para la desvinculación de un productor.....	78
Ilustración 24. Diseño del Diagrama de componentes.	79
Ilustración 25. Diseño del Diagrama de clases.....	80
Ilustración 26. Diseño del Diagrama de despliegue	81

Ilustración 27. Diseño del Diagrama de secuencia para la gestión de las etapas productivas	82
Ilustración 28. Diseño del Diagrama de secuencia para el incumplimiento de las actividades	83
Ilustración 29. Diseño del Diagrama de secuencia para asociar productor	84
Ilustración 30. Configuración de nueva dependencia en el gradle	87
Ilustración 31. Configuración de permisos en el Manifest.xml.....	87
Ilustración 32. Configuración del servicio de Notificaciones	88
Ilustración 33. Implementación de Active Admin.....	91

RESUMEN

En Colombia existen diferentes sectores productivos, los cuales generan un mayor beneficio al desarrollo económico, entre estos se encuentra el sector agrícola, este contiene una gran diversidad de productos que pueden ser explotados, como lo es el plátano, café, aguacate, entre otros. Sin embargo, la complejidad de esta labor puede aumentar de acuerdo al producto, el cacao es uno de los recursos que toma diferentes características de acuerdo al desarrollo de las actividades iniciales sobre el cultivo, puesto que estas definirán aspectos como la calidad y valor con el que se ofertara en el mercado. Debido a la rigurosidad que debe ser aplicada en esta labor, se considera oportuna la intervención de la tecnología para generar una correcta trazabilidad de la producción. Por lo anterior el objetivo principal es desarrollar una herramienta que implemente las TIC como medio de soporte para la ejecución de actividades dentro de una de las fases de la cadena de suministro del cacao, denominada producción.

La investigación se constituyó a partir de información suministrada por fuentes secundarias, como libros, artículos y guías técnicas de instituciones relacionadas con la producción de cacao, además, como fuente primaria, se encuentra una entrevista realizada al representante legal de una asociación ubicada en los Montes de María.

El resultado principal es la herramienta tecnológica construida a partir de las diferentes fuentes de información y comparaciones con diferentes avances realizados en otros países con el objetivo de apoyar directamente la labor agrícola. Identificando lo logrado hasta el momento y que podría ser útil en la trazabilidad o seguimiento de las actividades que se realizan en el campo.

Palabras claves: Trazabilidad, producción de cacao, E-Agricultura, Monitoreo de producción de cacao.

In Colombia there are different productive sectors, which generate a greater benefit to economic development, among these is the agricultural sector, which contains a great diversity of products that can be exploited, such as bananas, coffee, avocados, among others.

However, the complexity of this work can increase according to the product, cocoa is one of the resources that takes different characteristics according to the development of the initial activities on the crop, since these will define aspects such as quality and value with the that is offered in the market. Due to the rigor that must be applied in this work, the intervention of the technology is considered opportune to generate a correct traceability of the production. Therefore, the main objective is to develop a tool that implements ICT as a means of support for the execution of activities within one of the phases of the cocoa supply chain, called production.

The research was based on information provided by secondary sources, such as books, articles and technical guides of institutions related to the production of cocoa, in addition, as a primary source, is an interview with the legal representative of an association located in the Montes of María.

The main result is the technological tool built from different sources of information and comparisons with different advances made in other countries with the aim of directly supporting agricultural work. Identifying what has been achieved so far and that could be useful in the traceability or monitoring of the activities carried out in the field.

Keywords: Traceability, cocoa production, E-Agriculture, Monitoring of cocoa production.

1. INTRODUCCIÓN

Las cadenas de suministro (CS) o cadenas de abastecimiento se describen como las actividades necesarias e interconectados para crear y entregar productos o servicios a los clientes, por lo cual se extienden desde el punto donde se extraen los recursos naturales hasta el consumidor (Hakanson, 2003). Si lo anterior se aplica a un área bastante productiva como lo es el agrícola, se podrá observar que el manejo de las actividades demanda la participación y coordinación efectiva de múltiples agentes para satisfacer las necesidades del medio. Por ello, esto genera una alta complejidad de comunicación y desarrollo de la actividad productiva por los extensos procesos a los que debe darse seguimiento, comprometiendo a los agentes a proporcionar de manera continua y unificada los medios necesarios para generar propuestas de mejoramiento, capaces de fomentar la productividad (García Cáceres & Olaya Escobar, 2006).

En las cadenas de suministro, se presentan diferentes actividades como producción, almacenamiento, transporte, inventario, entre otras, las cuales integradas generan un producto listo para ser ofrecido al usuario final. Dado que, la descripción de los procesos que componen las actividades anteriores, representa una alta inversión de tiempo y trabajo arduo por parte de agricultores y asociaciones, surge la necesidad de mejorar la eficiencia a partir de la implementación de herramientas tecnológicas que les facilite la toma de decisiones frente a las situaciones de riesgo e imprevistos. Entre algunas de las alternativas que pueden ser utilizadas para detectar factores peligrosos en la producción están: el uso de software, sistemas de riego, implementación de internet de las cosas, entre otras, las cuales pueden llegar a ofrecer alertas tempranas o una visión general del cultivo más eficiente.

Caso particular, en la subregión de los Montes de María, se encuentra una gran cantidad de recursos naturales para el desarrollo agrícola de sus pobladores, sin embargo, esta zona se ha visto involucrada en problemas de violencia y maltrato por culpa del conflicto armado, el despojo de sus tierras y entre otras incidencias, que han ocasionado retrasos en su crecimiento productivo (Delgado & Dietz, 2013). Por las consecuencias del conflicto, se han creado asociaciones que apoyan a los agricultores para incentivarlos en su labor, pero incluso de esta

manera aún falta más intervención que colabore al desarrollo de las actividades del campo. Otro punto de desventaja presentes en la subregión, es la poca trazabilidad en la etapa de producción, puesto que los métodos son rudimentarios con registros escritos, expuestos a cualquier daño o en el peor de los casos no se cuenta con ninguno implementado. Por ello, el principal enfoque de esta investigación fue proporcionar una herramienta para control de la etapa de producción, específicamente para el cultivo de cacao en dicha región colombiana.

El desarrollo del proyecto abordó el proceso de producción en la cadena de suministro del cacao en la subregión de los Montes de María, debido a la importancia que el cacao representa como producto agrícola altamente demandado tanto nacional, como internacionalmente. Por lo tanto, tomarlo como foco investigativo fue un aporte que contribuye a la productividad regional que buscan muchos de los Planes de Competitividad del país. De acuerdo a lo descrito anteriormente, el objetivo del proyecto fue desarrollar una solución TIC para el seguimiento de las actividades que hacen parte de la producción del cacao en la subregión de los Montes de María. Dicha etapa, lleva consigo aspectos como la planeación del cultivo, establecimiento, Levante o manejo Pre-producción, mantenimiento o sostenimiento, por lo que el resultado de este proyecto generó una herramienta capaz de apoyar en cada una de estas partes de la cadena, además de contribuir con el mejoramiento y desarrollo económico de aquellos que lo implementen.

Ahora bien, es importante señalar la pertinencia del proyecto que se elaboró, puesto que estuvo enmarcado en la línea investigación E-Servicios, la cual se encuentra definida en el Grupo E-Soluciones adscrito al Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena. Indicando que este desarrollo se enfocó en la misión del grupo orientada al aprendizaje y planteamiento de soluciones tecnológicas para el desarrollo industrial y empresarial, mejorando la vida que tiene la población ubicada en el departamento de Bolívar.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las cadenas de suministro agrícola se logran diferenciar varios procesos que son determinantes para el tratamiento de los bienes o servicios, cada uno de estos intervienen de manera conjunta con los demás, debido a que se encuentran ligados para entregar al cliente final un producto en las mejores condiciones de calidad. Desde el punto de vista ambiental es necesario comprobar las condiciones climáticas, para determinar si son adecuadas o no, en caso de no ser adecuadas se debe realizar un análisis de los impactos que se pueden presentar en las etapas de instalación, levante, manejo y sostenimiento, a partir de esto se escoge la tecnología pertinente y que cause el menor impacto negativo (Rojas & Sacristán Sánchez, 2013).

En el caso del cultivo del cacao, la calidad de este recurso depende fuertemente de las acciones realizadas en la etapa de producción, puesto que de esta se obtienen características como el aroma, sabor y compuestos químicos presentes en él. El proceso productivo del cacao implica cumplir con procedimientos como sembrar la semilla en bolsa, realizar el injerto con clones de alta producción y resistencia en un vivero, posteriormente se debe sembrar en el campo realizando limpiezas cada cierto tiempo, así mismo, se realizan podas de formación y abonado manteniendo el equilibrio en las ramas para luego de tres años aproximadamente visualizar las primeras mazorcas de cacao. Las actividades descritas implican cierta rigurosidad al ser ejecutadas, puesto que deben ser realizadas en tiempos específicos para que el árbol sembrado no sea afectado y no perjudique a toda la cadena de suministro de este recurso agrícola (Saltini, Akkerman, & Frosch, 2013).

Teniendo en cuenta que, el problema se encuentra en el amplio control que se debe seguir para producir cacao adecuadamente, es fundamental que se faciliten herramientas tecnológicas que permitan revisar las actividades realizadas, ya que de esto dependerá la ejecución de toda la cadena de suministro. Muchos investigadores en el campo de la agricultura, han llegado a la conclusión que la cadena de valor del cacao en todo el mundo se encuentra desorganizada por múltiples razones, como la falta de comprensión de los

requisitos de calidad, poco acceso de la información del mercado, fallas en la comunicación entre agricultores y sus cooperativas o asociaciones, fallas en el reconocimiento de las actividades sobre los arboles sembrados y los tiempos específicos en que deben realizarse (Beg, Ahmad, Jan, & Bashir, 2017). Es por esto, que debe soportarse esta labor con sistemas que generen trazabilidad al realizar cada etapa del proceso productivo para evitar o disminuir el impacto negativo de cualquier contratiempo. Por tal motivo, si estrategias similares a esta no se aplican, se seguirá incurriendo en problemas que afecten directamente la calidad del cacao que se produce a nivel nacional, además se sumarán las pérdidas de dinero por la muerte de muchos sembradíos, así como el detrimento de la inversión realizada y el aumento de los costos de producción.

De acuerdo al Plan Regional de Competitividad de Bolívar, para contrarrestar la complejidad y rigurosidad del cultivo de cacao, se expone la necesidad de consolidar plataformas que favorezcan el desarrollo de los servicios localizados en las organizaciones o empresas actuales (De Bolívar, 2010). Actualmente, es crucial atender esta situación, puesto que la pérdida que trae el incumplimiento continuo de las actividades, ha limitado las ganancias que los agricultores pueden tener, porque no producen cacao que cumpla con las normas y recomendaciones conocidas como BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) definidas por entidades como el ICA o FEDECACAO.

En definitiva, hasta este punto se ha mostrado la problemática y pertenencia social a la que apuntó la solución del proyecto, debido a que busca tener un manejo de información, parámetros y variables, que permita generar una trazabilidad adecuada en las etapas de producción, con el objetivo de llevar un seguimiento oportuno para que disminuya los reprocesos por el incumplimiento en las labores agrícolas. Como sitio geográfico se tomó los Montes de María, puesto que cuenta con más de 1.117 hectáreas y con un rendimiento de producción de aproximadamente 483 toneladas (Díaz, 2013), además de identificarse diferentes asociaciones de productores de cacao como APROCASUR (Asociación de Productores de Cacao) y ASPROCAMM (Asociación de Productores de Cacao de los Montes de María), las cuales consolidan un buen rendimiento en el mercado (Fonseca Rodríguez, Arraut Camargo, Contreras Pedraza, Correa Cantillo, & Castellanos Domínguez, 2011).

Actualmente, la implementación de sistemas orientados a brindar una trazabilidad en la ejecución de actividades productivas en el área regional no es clara ni estable, de manera que el agricultor no puede llevar un seguimiento sobre lo cumplido en tiempo real, sin embargo, hoy en día se conoce una plataforma que ayuda a comunicar productor-comprador y comprador-productor llamada **Cultivando futuro**, la cual es una aplicación colombiana orientada a pequeños y medianos agricultores, pero esta no brinda al agricultor ni a ningún otro actor presente en el proceso productivo un control frente a las actividades requeridas, solo centran su uso a la distribución del producto. Así pues, se realizó un sistema que aplique guías técnicas y ambientales que definen como se debe proceder para que el cacao se conserve y cumpla con los criterios de calidad que especifican entidades como el ICA, FEDECACAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural han definido (Rojas & Sacristán Sánchez, 2013).

Contextualizando el entorno o situación donde se trabajó, en el cual era necesario la pronta acción por medio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para apoyar los procedimientos que se llevan a cabo en la agricultura, específicamente el cacao. Debido a que, los actores que se encuentran dentro de la cadena de suministro lograran tener información que los ayude a interpretar y determinar qué actividades ameritan ser realizadas y bajo qué cuidados, de igual forma, por medio de notificaciones y seguimiento continuo del proceso productivo les permitiera a las asociaciones tener un control de la producción y las decisiones que deben tomar sobre el acompañamiento que necesitan los agricultores para disminuir costos y afectaciones en los cultivos de cacao.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede controlar el proceso productivo del cacao presente en los Montes de María, aplicando herramientas web y móvil que garanticen la ejecución de los procedimientos necesarios para su cultivo?

3. JUSTIFICACIÓN

La labor de las cooperativas o asociaciones productoras y de los agricultores encargados de la producción de cacao, ha llevado a explorar diferentes enfoques que se adapten a los parámetros de control que manejan, con el objetivo de reducir de manera considerable los costos y aumentar su competitividad en el mercado. Para ello la dificultad se encuentra cuando la poca trazabilidad y seguimiento a las actividades que estas presentan, comienzan a afectar directamente la calidad del producto final. Es importante señalar que la producción de este recurso agrícola implica actividades como planeación de la tierra, establecimiento de la planta en el campo, mantenimiento, limpiezas o podas, cuidados pre y post cosecha, las cuales serán las bases para formalizar una solución que apoye a cada uno de los actores encargados de realizar las labores mencionadas, buscando a largo plazo superar los niveles productivos actuales donde Colombia se encuentra atrás en la lista después de países cacaoteros como Indonesia, Ghana y Nigeria (Beg, Ahmad, Jan, & Bashir, 2017).

Es relevante destacar que la influencia que existe entre los actores involucrados con el producto final, es uno de los parámetros que caracteriza la materia prima obtenida, sin embargo, las diferentes prácticas que implementa cada agricultor no permiten afirmar que el recurso resultante es totalmente homogéneo, es decir, la producción puede variar alguna de sus características por ejemplo en aroma o tamaño. Es por esto que la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) ha generado diferentes publicaciones con el objetivo de estandarizar el proceder de los agricultores, evitando las diferencias entre cosechas, además de contrarrestar un problema aun mayor que es la pérdida o desperdicio en el que se incide por falta de conocimiento técnico.

A pesar de, las diferentes medidas que toman algunas entidades por regular el proceso de producción, este no es totalmente eficiente por sí solo, por lo que, debe ser apoyado con la implementación de herramientas que acompañen las guías estandarizadas existentes. Diferentes investigaciones afirman que las actividades llevadas a cabo por agricultores pueden ser estandarizadas por medio de sistemas de trazabilidad, puesto que estarán informando sobre cómo se procesan los granos, las fechas de podas, el abonado y el tamaño

aproximado que deben tener los granos, esto permitirá mejorar el rendimiento con una producción significativamente superior (Saltini, Akkerman, & Frosch, 2013). Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente aprovechar tecnologías de la información disponibles permitiendo llevar un control, la cual busca ser promovida y fortalecida generando valor por medio de acciones estratégicas como se ha mencionado en el Plan Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar (De Bolívar, 2010)

Para los actores dentro de la producción del cacao es fundamental la generación de alternativas innovadoras que contribuyan al desarrollo productivo de la subregión. Con ello, se promueve el desarrollo de herramientas tecnológicas para apoyar los procedimientos que determinado agricultor este ejecutando, arrojando como resultado una buena cosecha, que cumpla con estándares internacionales con posibilidades de oferta en el mercado externo. Se podría lograr la participación junto con grandes países cacaoteros, donde en los últimos años es demandado por las empresas internacionales de fabricación de chocolate un incremento de producción del 3,1% anual, destacando que los granos producidos en India son de mejor calidad en comparación de otros (Beg, Ahmad, Jan, & Bashir, 2017).

Esta solución va dirigida al sector agrícola utilizando pocos recursos para su construcción, debido a que se usaron herramientas de bajo costo, como lo son framework para el desarrollo web, navegadores para pruebas, servidores para visualización, IDE's para el desarrollo móvil y web, entre otros. Es importante señalar que el sistema desarrollado cuenta con características como, facilidad en el manejo, portabilidad y escalabilidad, por lo cual, el resultado de este proyecto puede ser usado por cualquier actor relacionado con la producción de cacao a nivel departamental y nacional.

La investigación se enfocó en los procesos productivos en los montes de María, donde se creó una herramienta que soporte el seguimiento brindado por las asociaciones, puesto que estas manifiestan la necesidad de facilitar el control de los cultivos de cacao que explotan, teniendo en cuenta que en los últimos años este producto agrícola ha tomado importancia en la producción mundial con más de 4,6 millones de toneladas producidas, según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Díaz,

2013). Particularmente en Colombia recientemente se ha presentado un crecimiento del 2% en la producción según lo determinado por el Banco de la Republica, destacando zonas como Arauca, Santander o Meta y Montes de María, este último es pertinente porque su localización es cercana a puertos y es uno de los puntos más rentables dentro de la cadena de producción del cacao.

Con ello, se construyó una herramienta basada en guías técnicas y ambientales publicadas por entidades nacionales como FEDECACAO y el ICA que especifican como se debe proceder sobre un cultivo, orientando a los agricultores o las asociaciones para que realicen adecuadamente su labor. Este desarrollo tecnológico permite trazar y controlar la producción de cacao, además, contribuyo a definir el estado en el que se encuentra el producto frente a los estándares comerciales que manifiesta el mercado, en definitiva, permitiendo determinar que debilidades hay dentro del sector, y, aumentando su compromiso con el comercio interior y agregar valor a las cadenas de suministro de la región.

La ejecución de este tipo de proyectos de innovación, proyección social y económica, muestra el interés por el mejoramiento y refinamiento continuo de los procesos que diferentes sectores necesitan para un mayor crecimiento comercial, así mismo, incursionar en este medio a través de tecnologías que permita explotar el desarrollo, con la finalidad de generar en la comunidad científica la motivación de continuar con investigaciones que ayuden al progreso de la competitividad regional.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un aplicativo móvil y web como herramienta tecnológica para el control y seguimiento del proceso productivo del cacao en los Montes de María.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar las características y etapas que hacen parte del proceso productivo del cacao en los Montes de María, teniendo en cuenta la asociación y los agricultores que participan.
- ✓ Describir los requisitos funcionales del software para el proceso productivo del cacao dentro de la subregión de los Montes de María.
- ✓ Elaborar artefactos de diseño que permitan modelar la solución informática de acuerdo a los requisitos definidos para el proceso productivo del cacao.
- ✓ Construir herramienta web para el control que tienen las asociaciones sobre cada uno de los agricultores que realizan actividades de producción.
- ✓ Construir herramienta móvil para el seguimiento de actividades productivas como siembra, abonado, cosecha y mantenimiento realizadas por los agricultores.
- ✓ Realizar pruebas funcionales del software como metodología de retroalimentación para localizar posibles puntos que requieran mantenimiento.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. ESTADO DEL ARTE

Para una cadena de suministro que se encuentra compuesta de varios procesos, es necesario llevar un seguimiento a lo largo de esta, considerando en todo momento el estado que presentan los productos agrícolas. Actualmente la implementación de sistemas eficaces para la trazabilidad de alimentos es un apoyo fundamental para un buen control, la aplicación de este tipo de sistemas permiten monitorear las actividades realizadas para capturar, almacenar y transmitir datos que estimulan significativamente los esfuerzos para desarrollar tecnologías y promover las investigaciones que enriquezcan la prestación de servicios, ampliación y posicionamiento del sector económico de la región (Bosona & Gebresenbet, 2013).

Se encontraron varias investigaciones relacionadas con la temática del proyecto, por lo cual se muestran en los diferentes contextos:

5.1.1. A nivel internacional

Entre estos estudios se encuentra el trabajo relacionado con el enfoque que se está desarrollando “Diseño de la logística en la cadena de suministro agroalimentaria.” Realizado por los profesores investigadores de la escuela superior de Cd. Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Rafael Granillo Macías y Francisca Santana Roble, junto con el profesor investigador de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla Elías Olivares Benítez, 2016. La investigación muestra la importancia de aplicar sistemas de información que puedan ser usados en la cadena de suministro como apoyo en el desempeño y visualización de aspectos como: largos tiempos de procesamiento, capacidades de almacenamiento, manejo de inventario, transporte, distribución, abastecimiento, identificación, control y seguimiento. En el estudio realizado, la descripción de herramientas de información capaces de apoyar este procedimiento es únicamente descriptivo, este es un trabajo útil para comprender que actividades deben sistematizarse y soportar las cadenas de abastecimiento agroalimentarias.

Otro estudio internacional, es el artículo científico “Rastreabilidad de los alimentos como parte integral de la gestión logística en la cadena de suministro de alimentos y agricultura”

realizado por Techane Bosona y Girma Gebresenbet (2013). Este trabajo es una revisión bibliográfica sobre los problemas de trazabilidad de los alimentos, donde se evaluaron alrededor de 74 estudios publicados entre el 2000 y el 2013, a partir de esta revisión se identificaron definiciones concretas sobre aspectos que intervienen en la rastreabilidad de los alimentos, las barreras de desarrollo, beneficios y tecnologías que ayudan a la mejora del desempeño de los sistemas de trazabilidad del producto.

El último estudio internacional que es importante mencionar es “La optimización de la producción de chocolate a través de la trazabilidad: Una revisión sobre la influencia de las prácticas agrícolas en la calidad del grano de cacao” realizado por Renaldo Saltini, Renzo Akkerman y Stina Fronch en 2013. Este trabajo realiza una revisión y clasificación de la literatura disponible sobre las variables presentes en los procesos de la cadena de suministro del cacao y sus efectos en la calidad, teniendo en cuenta aspectos en los granos y el chocolate como producto final. El resultado de esta investigación se encuentra orientado a analizar los potenciales beneficios al utilizar los datos relacionados con las buenas prácticas agrícolas en los procesos productivos, dichos beneficios mencionan la calidad del producto, la cual junto con su rendimiento son la evidente preocupación actual, identificado lo anterior, detallan algunas instrucciones que pueden ser relevantes para el futuro de la producción de chocolate.

5.1.2. A nivel nacional

La Federación Nacional de Cacaoteros es una Asociación nacional, la cual junto con entidades del Estado como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural han generado contenidos que soportan la investigación en curso, publico una actualización a la denominada “Guía Ambiental para el cultivo del cacao” en el año 2013. El documento publicado pretende mostrar el panorama de la actividad de cacao, como se relaciona esta con el medio ambiente y otorga algunas pautas sobre el manejo del cultivo y al mismo tiempo aumentar positivamente la efectividad de esta labor, por lo tanto, esta investigación es un aporte considerable para la aplicación posterior de un sistema que apoye el proceso productivo y las actividades que la componen, porque describe claramente las tareas que deben ejecutarse, teniendo en cuenta el modelo o estándar que las entidades y asociaciones han definido.

Otra investigación a nivel nacional es el proyecto “Caracterización de la cadena de abastecimiento y la cadena de valor del cacao en Colombia” realizado por la ingeniera industrial María Alejandra Perdomo rosas de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá en el año 2012. Esta investigación proporciona una visión de la agroindustria del cacao en Colombia, describiendo como funciona y como se relaciona la cadena de abastecimiento junto con la de valor para esta labor, este trabajo abarca tres de las etapas presentes en la cadena de suministro como la producción, comercialización y producción de derivados, los resultados que se obtienen de esta es la identificación de los procesos que involucra el sector agricultura para este producto y la manera de cómo mejorar la eficiencia y eficacia las actividades que se desarrollan (Perdomo Rosas , 2012). El aporte brindado por esta investigación permitirá tener claro el contexto de aplicación sobre el cual se estará trabajando, logrando implementar los conceptos en una herramienta tecnológica.

El instituto Colombiano Agropecuario junto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Colombia Humanitaria y FEDECACAO llevó a cabo una investigación la cual fue denominada como “Manejo Fitosanitario del Cultivo del cacao” en el año 2012. La investigación ofrece información general sobre el cultivo de cacao y las incidencias que se encuentran sobre este, como lo son las enfermedades y plagas, además de los respectivos controles y las buenas prácticas agrícolas que deben cumplirse para un cultivo adecuado de cacao. Este estudio servirá como sustento sobre el cual se desarrollará el sistema, sin dejar de lado otras posibles investigaciones que involucren otros aspectos a tener en cuenta sobre la producción de cacao.

5.1.3. A nivel local

Las investigaciones referentes con la creación de sistemas o plataformas para el soporte de las actividades diarias dentro de la cadena de suministro agrícolas dentro de la región de Bolívar, se encuentran muy limitadas, sin embargo como idea de negocio surgió una plataforma tecnológica apoyada por SOCIALAB, llamada Cultivando futuro, la funcionalidad de dicha herramienta es la de apoyar a los agricultores de ofertar su mercancía, facilitando la búsqueda de clientes que deseen comprar sus productos, y en caso de los compradores encontrar los productos que en ese momento deseen, desde cualquier parte del

país. Esta plataforma no se encuentra limitada por su punto de ejecución, por lo que, puede ser implementada desde cualquier parte de Colombia que ubique estos dos principales actores y les brinde el acompañamiento que necesitan para llegar a un objetivo final, el cual es comercializar productos agrícolas.

Como se puede apreciar, la implementación de herramientas que permitan acompañar a los agricultores en su labor es muy limitada o se encuentran orientadas a otro proceso dentro de la cadena de suministro que no es el de producción, por lo tanto, la construcción del sistema para la gestión del proceso productivo del cacao en los Montes de María, busca apoyar a los productores y actores involucrados por medio de la trazabilidad y constante notificación de información sobre las actividades ejecutadas sobre los cultivos, utilizando las importantes investigaciones que se han realizado sobre el tema.

5.2 MARCO TEÓRICO

La necesidad de implementar mecanismos que mantengan competitivamente a una organización es crucial frente un mercado creciendo continuamente, por lo tanto, es imperativa la búsqueda de tecnologías que apoyen el control de las actividades con el mayor aprovechamiento de recursos para la producción agrícola, permitiendo evadir problemáticas que disminuyan la efectividad comercial que la cadena de suministro de determinado producto presente.

Para definir la base teórica del proyecto fue necesaria la comprensión de los términos y teorías que fundamentaron la investigación, orientada al desarrollo del sistema o plataforma para el apoyo en la gestión del proceso productivo.

5.2.1. Cadenas de suministro

Las cadenas de suministro (CS) o abastecimiento se pueden definir como los recursos interconectados, procesos o tareas necesarias para crear y entregar productos y servicios a los clientes, según lo define Ballou, las cadena de suministro son “un conjunto de actividades funcionales que se repiten continuamente dentro de un canal de flujo relacionado con el producto, donde la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al

consumidor” (Ballou, 2004), Mientras el comité de la OEM (Original Equipment Manufacturer de Estados Unidos) define la cadena de suministro como una asociación de consumidores y proveedores los cuales, dedicados en sus intereses de manera conjunta, compran, transforman, distribuyen, y venden bienes y servicios entre ellos, generando al final un producto específico (Correa Espinal & Gómez Montoya, 2009).

Al considerar la CS como un sistema, es necesario recordar a Bertalanffy y su Teoría General de Sistemas, surgida en 1947, en la cual se sostiene que la totalidad de un sistema es más que sus partes, debido a la existencia de dependencias entre sus elementos (Von Bertalanffy, 1993). Este aspecto es crítico en las CSA, no solo por estar integrado por diversos actores, como las personas, las estructuras o las tecnologías, sino por la importancia de las relaciones entre ellos.

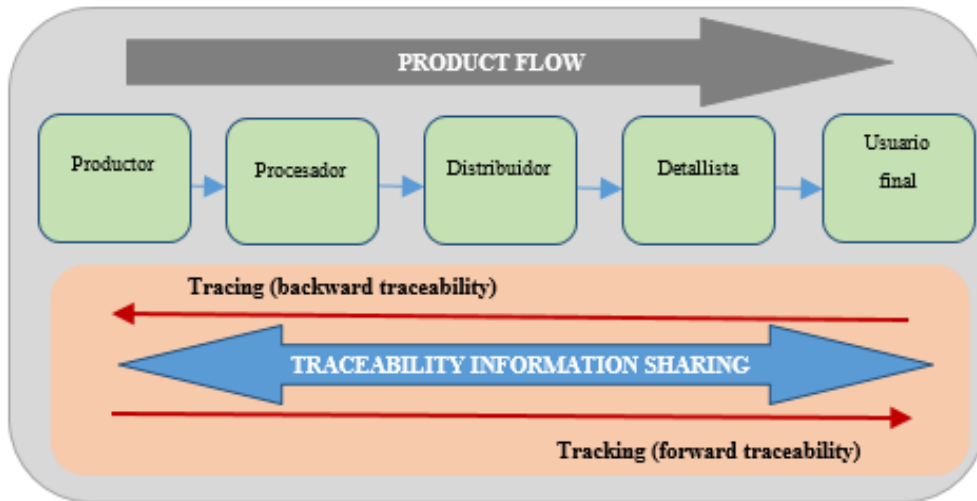
5.2.2. Cadena de suministro agroalimentaria

Una cadena de suministro agroalimentaria tiene como novedad la restricción del tiempo de vida de los productos alimentarios que se mueven a lo largo de esta, debido a que la calidad puede cambiar significativamente desde el suministro hasta el consumidor final, esto es consecuencia de los diversos riesgos que se presentan durante el abastecimiento, producción, siembra, manufactura, transformación y distribución, haciendo a esta una cadena de suministro con un grado de dificultad mayor. (Macías, Robles, & Benítez, 2016).

La cadena de abastecimiento en el sector agroindustrial se define como un organismo multiagente, que busca cumplir las demandas del cliente final coordinando efectivamente los flujos de información, productos y recursos financieros que la recorren, desde el proveedor, del proveedor hasta el cliente del cliente (García Cáceres & Olaya Escobar, 2006). Dentro de la cadena de suministro es necesario resaltar una parte integral de estas, conocida como la trazabilidad de los alimentos, ya que se encarga de capturar, almacenar y transmitir la información adecuada sobre el alimento y su correspondiente producción, determinando si se realiza de manera correcta en cada una de las etapas de la cadena de suministro, de esta manera se mantiene controlado con seguridad y control de calidad (Bosona & Gebresenbet,

2013). Lo mencionado anteriormente se puede representar gráficamente, demostrado los conceptos y procesos que abarca la gestión logística de la cadena de suministro.

Ilustración 1. Representación conceptual del flujo de información y trazabilidad de la cadena de suministro de alimentos. Fuente Bosona & Gebresenbet, 2013) p.35



5.2.3. Proceso productivo del cacao

Dentro de los procesos de producción que manejan los productos agrícolas, se manejan una serie de descripciones que lo caracterizan, dependiendo de cuál sea el producto y lo delicado que este sea así se manejarán etapas más complejas y rigurosas, en el caso del cacao varias entidades se han encargado de definir un estándar que garantiza la cosecha cumpliendo con la demanda del mercado, la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) expuso una serie de etapas que comprende la producción de cacao, a continuación se resume lo que comprende cada una (Rojas & Sacristán Sánchez, 2013):

- ✓ **Planeación del cultivo.** Corresponde a las actividades previas a la plantación del cacao. (Análisis del lugar, determinando los impactos ambientales que podrían afectar las etapas posteriores). Las ejecuciones de estas etapas se deben condensar en un cronograma que involucre costos, metodologías, responsables y tiempos de ejecución.
- ✓ **Establecimiento.** Serie de actividades hasta que la planta de cacao se encuentre injertada y sembrada en determinado lugar. Las actividades que comprende esta etapa

son: la selección del terreno, Preparación del suelo, Siembra del cultivo de ciclo corto, Trazado para cacao y los sombríos, Ahoyado sombríos transitorios y permanentes, Siembra de sombríos transitorios y permanentes, construcción de vivero para el cacao, Ahoyado de cacao, Trasplante de cacao, Manejo del cultivo de ciclo corto y los sombríos transitorios y permanentes, injertación del cacao, cosecha cultivo corto.

- ✓ ***Levante o manejo Pre-producción.*** Etapa improductiva del cacao la cual tiene un tiempo estimado de dos años. Comprende las actividades donde se le da los primeros cuidados al cultivo (Poda de formación, fertilización y controles sanitarios y de malezas, riegos y drenajes, del mismo modo se debe dar el manejo adecuado a los sombríos transitorios y permanentes que están en la fase de producción).
- ✓ ***Manejo o sostenimiento.*** Etapa final del cultivo donde la planta inicia su producción hasta que finalmente la misma muere. Incluye la labor de cosecha y de beneficio del cacao. Allí ya ha desaparecido el sombrío transitorio, mientras que puede iniciar la producción o aprovechamiento del sombrío permanente.

5.2.4. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de cacao

En la práctica de producción, procesamiento y transporte de alimentos se identifican un conjunto de principios, normas y recomendaciones conocidas como BPA, las cuales están orientadas en proteger la higiene, salud humana y el medio ambiente, aplicando métodos ecológicos y económicos factibles. Las BPA permiten: prepararse para entrar a un mercado exigente, obtener un producto diferenciador por su calidad, ofrecer un mayor control de los procesos por el manejo de información y desarrollar capital humano por medio de capacitaciones. Actualmente en Colombia existe la Norma Técnica ICONTEC 581, esta muestra de manera general las recomendaciones y las buenas prácticas agrícolas que orienten a los productores de cacao con el fin de mejorar las condiciones de la producción de cacao con un enfoque preventivo teniendo en cuenta los mercados internos y externos para la industria. (Instituto Colombiano Agropecuario, 2012)

5.2.5. Metodología de desarrollo

En el desarrollo de software se encuentra definidas una gran variedad de metodologías que cambian de acuerdo al enfoque que se aplique. Para la construcción del sistema que se desea realizar como apoyo al proceso productivo se implementara RUP, debido a que esta

proporciona un enfoque organizado para asignar tareas y responsabilidades. El objetivo principal es garantizar la producción de software que satisfaga las necesidades de los usuarios finales, teniendo en cuenta entregas y el presupuesto, asegurando que miembros del equipo comparten un lenguaje, un proceso y una vista comunes sobre cómo desarrollar software. (Process, 1998).

Se encuentra definido el diseño como actividad principal, para identificar, visualizar, especificar y documentar cada uno de los artefactos que construyen el diseño o planos del software. Para esto se aplica el *lenguaje de modelado unificado* (UML), este es un lenguaje muy expresivo, dirigido a todos los puntos de vista necesarios para desarrollar y luego desplegar tales sistemas (Jacobson, Booch, Rumbaugh, & Booch, 1999).

5.2.6. Aplicaciones móviles

De acuerdo a los tipos de usuarios que implementen una solución como sistema o plataforma para comunicar y notificar novedades respecto una situación, es oportuno la implementación de aplicaciones móviles, dichas aplicaciones pueden ser nativas o creadas por medio de Frameworks. Estas últimas son creadas para obtener un código ejecutable más de un de sistemas operativos disponibles en el mercado. Lo anterior es una de las consideraciones más importantes por tener la ventaja de acceder a las funciones del dispositivo, como, por ejemplo: almacenamiento, GPS (sistema de posicionamiento global), SMS (servicio de mensajes cortos), mails, etc. (Enriquez & Casas, 2014).

5.2.7. Plataforma Web

Otro tipo de usuario es el orientado al uso de plataformas en línea, desde un computador o bien conocidas como plataformas web, estas usan determinados lenguajes que permiten crear un entorno de ejecución. Para el desarrollo del sistema que apoye el proceso de producción se desea implementar ReactJS, la cual es una tecnología que permite crear aplicaciones web grandes y rápidas, esta es una librería de JavaScript que permite construir interfaces web para cualquier tipo de sistemas (React, 2018), o las propias herramientas otorgadas Ruby on Rails a través de las múltiples librerías que se encuentran disponibles para este framework que son fáciles, prácticas y los suficientemente robustas para implementar.

5.2.8. PostgreSQL

Para la correcta definición de todo sistema web o móvil, es necesaria la implementación de un gestor de datos ágil y escalable que permita la creación de aplicaciones que le otorguen al cliente una mejor experiencia de usuario, copias de seguridad, optimizador de consultas y reducción de costes. Para el cubrimiento de este aspecto durante el desarrollo del sistema plateado se usará PostgreSQL, este es un sistema de base de datos que brinda la posibilidad de hacerla escalable tanto por la cantidad de datos que pueden ser administrados como la cantidad de usuarios simultáneos (PostgreSQL, 2018). Para la realización del software que gestionará el proceso productivo del cacao, se conectará el sistema de base de datos con Ruby on Rails, este último permite crear API's que faciliten la comunicación con el modelo creado, esta tecnología es considerada un entorno de desarrollo de código abierto, formado por un conjunto de librerías que permitan construir aplicaciones de internet (Ruby on Rails, 2018), su característica es la disposición de plugins conocidos como Ruby Gems ayuda a que el proceso de desarrollo sea lo más eficiente posible.

6. ALCANCE

El proyecto se desarrolló en la subregión de Bolívar denominada Montes de María, en el cual se tomó como punto de investigación San Jacinto, como uno de sus municipios productivos; se realizaron estudios de campo que involucraron la cadena de suministro del cacao identificando los escenarios que intervienen en el proceso productivo de dicho recurso agrícola, teniendo en cuenta las diferentes etapas que hacen parte de él, las cuales son: planeación, establecimiento, manejo pre-producción y manejo o sostenimiento. Los dos principales actores que se identificaron dentro de las etapas que componen el proceso productivo son los agricultores y los acopiadores o personas encargadas en las centrales de acopio, el primer actor fue el agricultor, este es el encargado de que se cumpla de manera adecuada cada una de las etapas de producción en sus cultivos; el segundo actor fue la asociación, la cual maneja la información de cada uno de los productores asociados llevándole seguimiento a las actividades que han realizado o que actividades están pendientes por realizar. La investigación se llevó a cabo en 1 año, cubriendo las etapas de: análisis, diseño, construcción y pruebas del sistema.

El desarrollo del proyecto motivó a la creación de un sistema web y móvil para controlar adecuadamente el proceso productivo del cacao de acuerdo a la información obtenida de la cooperativa ASPROCAMM ubicada en San Jacinto, con la finalidad de seguir las actividades que componen las etapas de producción de este recurso agrícola, el objetivo era ofrecer una herramienta tecnológica que apoyara la labor, teniendo en cuenta las buenas prácticas agrícolas y las guía establecidas por entidades encargadas de estudiar los cuidados y técnicas que se deben aplicar a los cultivos, disminuyendo la serie de riesgos que pueden incidir por el incumplimiento de estos.

El software cuenta con dos tipos de interfaces, el primero se encuentra disponible solo para el centro de acopio o asociación productora, por medio de una plataforma web donde se visualizan los estados en los que se encuentra las etapas productivas del cacao, esto se logró realizar sincronizando la ejecución de actividades de los agricultores con el histórico manejado en los puntos de acopio, las funcionalidades que se encuentran disponibles para

este primer tipo de interfaz son: detección de problemas con los cultivos de los agricultores asociados, gestionar las fechas de recolección para cada agricultor, además de notificar alertas por incumplimiento de alguna etapa del proceso de producción. De igual manera, los agricultores podrán acceder a una interfaz implementada en dispositivos móviles, ya que estos recibirán las notificaciones pertinentes que informe el centro de acopio, teniendo acceso a los informes, alertas o actualizaciones en el sistema, de igual forma, podrán ingresar y llevar una trazabilidad de la ejecución de las etapas que componen el proceso productivo de cacao, el agricultor, por ejemplo, podrá enterarse cuándo debe realizar una poda o agregar fertilizante al árbol de cacao.

La implementación de un software para apoyar la gestión del proceso productivo del cacao, es un aporte que agrega valor a las actividades diarias para los encargados de esta labor, porque podrán mantener controlados los procesos que deben ser llevados a cabo hasta la cosecha final del cacao. El sector agrícola a pesar de ser uno de los más productivos para la economía nacional, es uno de los que menos aplica alternativas tecnológicas que mejoren su desempeño, por lo tanto, la investigación que se desarrolló, busca convertirse en el pilar a próximas implementaciones de herramientas TIC que permitan ayudar a toda la cadena de suministro del cacao en los Montes de María, apuntando a los demás procesos que esta involucra como lo es, almacenamiento, transporte, inventario y venta.

7. METODOLOGÍA

El problema se abordó como una investigación aplicada, donde se tomaron todos los aspectos conceptuales y teóricos teniendo en cuenta los indicadores de calidad definidos por entidades como el ICA y FEDECACAO, todos estos se reunieron en una herramienta capaz de apoyar las labores presentes en la producción de cacao. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo ya que los parámetros que se utilizaron manifestaban un comportamiento basado en mediciones y análisis estadísticos, los cuales definieron las etapas del proceso productivo agrícola, como lo es, la poda de formación, fertilización y controles sanitarios y de malezas, injertación del cacao, cosecha cultivo corto, entre otros.

7.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Se utilizaron *fuentes de información primaria* aplicadas en San Jacinto, municipio ubicado en los Montes de María, utilizando como instrumento la entrevista donde participaron:

- ✓ Experto en los procesos desarrollados dentro del área de suministro del cacao.
- ✓ Representante legal de la asociación de productores de cacao en San Jacinto.
- ✓ Investigadores relacionados con el sector, que han elaborado proyectos para fortalecer las actividades productoras de recursos agrícolas.

Además, se usaron como *fuentes de información secundaria* las siguientes:

- ✓ Bases de datos bibliográficas disponibles en la Universidad de Cartagena como lo son: IEEEExplore, ScienceDirect, Scopus, SCIELO-Scientific Electronic Library Online, Dialnet, E Libro.
- ✓ Libros y artículos relacionados con la logística y gestión de las cadenas de suministro, además de las etapas de producción del cacao.
- ✓ Libros o artículos orientados al desarrollo móvil y web

7.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizaron diferentes mecanismos o instrumentos como sustento para el desarrollo del proyecto, los cuales se relacionan con criterios de búsqueda teniendo en cuenta el área de estudio, identificación de datos y procedimientos tecnológicos y agrícolas sobre los cuales se realizarán operaciones dentro del sistema. Además, en aras de obtener mayor información de los actores involucrados en la cadena de suministro del cacao, se realizaron entrevistas para conocer los procesos que ejecutan dentro de su labor, permitiendo definir los requisitos que harán parte del desarrollo del proyecto, lo anterior permitió contextualizar la situación, obteniendo datos reales suministrados por la población objetivo donde se aplicó la investigación.

7.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La información obtenida fue procesada y analizada, permitiendo obtener una definición sobre el comportamiento de la actividad agrícola en los Montes de María. Las definiciones obtenidas de la interpretación realizada, permitió generar lo siguiente:

- ✓ **Esquema de negocios:** Ayudo a comprender cuál es el contexto sobre el que se trabajó, actores y actividades necesarias para la ejecución de las tareas agrícolas aplicadas sobre el cacao, todo esto obtenido de la información suministrada por las fuentes primarias.
- ✓ **Reporte sobre la problemática:** Definió el estado de la situación en el proceso productivo de cacao en los Montes de María, caracterizando variables, indicadores y demás criterios que definían una solución frente a la ejecución de actividades que completen las etapas que dicho proceder contiene.
- ✓ **Reportes de análisis de información:** Especifico cuál fue el criterio de elección sobre la manera en la que estuvo sustentado el funcionamiento del sistema, mostrando los resultados de la investigación recopilada en las fuentes de información secundarias.

Los ítems anteriores fueron consolidados a partir de los instrumentos de recolección de información primaria, los cuales orientaron las búsquedas en las fuentes secundarias,

permitiendo obtener los requerimientos necesarios para el desarrollo de software. El instrumento utilizado fue la entrevista, debido a que el desconocimiento del campo ameritaba un contacto más cercano a los expertos del tema, otorgando una serie de pasos que luego sería complementado con la teoría documentada en guías técnicas o libros especializados. Adicional a esto, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros rigurosos con el fin de asegurar la validez, confiabilidad y objetividad en la investigación, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010):

- ✓ *Nivel de participación:* Se estableció con cuidado el nivel de participación para facilitar el proceso de recolección de información en el campo de estudio
- ✓ *Recolección de información:* La información recolectada tiene relación con las variables establecidas para el control de los procesos productivos que dan razón a las necesidades de los sujetos en estudio, además enfocan la investigación a requisitos específicos, los cuales son la guía principal para el desarrollo de la herramienta tecnológica en cuestión. El tipo de información que se recolecto es: 1) Aplicación de la entrevista estructural al representante legal de la asociación ASPROCAMM. 2) aplicación de instrumentos de recolección de requisitos y arquitectura del sistema, teniendo en cuenta estándar para la especificación de requisitos (IEEE 830 1998), junto con la validación de la arquitectura usando el método ATAM (P. Szwed, S. Ernst y I. Wojnicki, 2013), permitiendo valorar las decisiones arquitectónicas contra los atributos de calidad. 3) Registros de archivos, documentos, artefactos e investigaciones nacionales e internaciones.
- ✓ *Nivel de objetividad.* La objetividad se alcanzó gracias la selección de las muestras con los sujetos de estudio que son los responsables de la actividad agrícola del cacao para lograr una buena confiabilidad y notable validez.
- ✓ La muestra de los sujetos, se seleccionó siendo representativos, miembros claves y privilegiados en cuando a su capacidad informativa, para luego ser representada en el desarrollo tecnológico en el marco donde se generó.
- ✓ Con relación a la confiabilidad se logró de dos maneras: una externa, cuando independiente de la (Montes de María) y periodo donde se realizó la investigación puede ser replicada en otros contextos similares de gran utilidad para procesos productivos agrícolas; y la confiabilidad interna, cuando varios observadores, al

estudiar la misma realidad concuerdan en diferentes investigaciones revisadas, llegando a la misma necesidad de desarrollo tecnológico para el control de procesos productivos agrícolas.

7.4. DESARROLLO GUIADO POR OBJETIVOS

La realización del proyecto estuvo dividida en 5 fases teniendo en cuenta la metodología de desarrollo de software RUP, de la siguiente forma:

7.4.1. Fase 1: Identificar las características y etapas que hacen parte del proceso productivo del cacao en los Montes de María, teniendo en cuenta la asociación y los agricultores que participan.

Fue necesario poseer un marco teórico o conceptual involucrado en el área de producción, enfocado al cacao, el cual se utilizó para la construcción del sistema cumpliendo con el objetivo principal de la investigación. La fundamentación que tuvo el marco se formuló a partir de las búsquedas en bases de datos, artículos y libros que permitieron obtener datos íntegros y confiables. Además, dentro de esta fase se crearon y aplicaron los instrumentos para la recolección de información, definiendo el estado en que se encuentra la situación o problema que se trató. La elaboración de esta fase se cubrió según lo establece la fase inicial de la metodología de desarrollo escogida.

7.4.2. Fase 2: Plantear los requisitos funcionales del software para el proceso productivo del cacao dentro de la subregión de los Montes de María.

Establecidos los parámetros y características de la investigación en curso, se identificaron aspectos puntuales como las etapas de producción del cacao, donde se pueden diferenciar las actividades que las comprenden, apoyando la gestión de la labor que deben realizar en el campo. Además, teniendo claro el foco central o contexto del proceso productivo en los Montes de María se determinaron las necesidades esenciales que definieron el proceder del sistema, estableciendo la funcionalidad de la herramienta.

De acuerdo a lo anterior, en esta fase se definieron la especificación de requisitos y funcionalidades con el objetivo de delimitar el desarrollo y no incidir en pérdida de recursos por el descuido que tengan sobre el área sembrada con cacao perteneciente a un agricultor.

7.4.3. Fase 3: Elaborar artefactos de diseño que permitan modelar la solución informática de acuerdo a los requisitos definidos para el proceso productivo del cacao.

En esta fase, ya se encontraban especificados los datos, el contexto real donde se lleva a cabo la producción de cacao y la manera en que los dos aspectos anteriores interactuaban en el sistema, de esta manera se abstraigo la problemática que sustentaba la investigación y de acuerdo a esta, se plantearon arquitecturas que proporcionaban una base lógica y procedimental adecuada, abarcando la mayoría de los criterios de desarrollo que se necesitaban para la construcción del software. Detallando lo anterior, se definieron los patrones arquitectónicos que se acoplaban mejor al tipo de solución que se deseaba desplegar, a partir de esto, se construyeron los artefactos de diseño del sistema especificados por la metodología de desarrollo que se implementó para la elaboración de la herramienta software.

7.4.4. Fase 4: Construir herramienta web para el control que tienen las asociaciones sobre cada uno de los agricultores que realizan actividades de producción.

Completado el proceso de elaboración de los artefactos de diseño del sistema, el paso o fase que se siguió fue la construcción de una de las herramientas que se encuentran disponibles, una de estas es la web la cual se elaboró para que cumpla con las funcionalidades y diseños trabajados en fases anteriores. Se logro visualizar las situaciones que se deben controlar ofreciendo a las asociaciones información actualizada que les permita realizar análisis con respecto a las actividades que los agricultores deben ejecutar durante todo el proceso de producción. Esta fase se cubrió en la fase de construcción y elaboración de la metodología de desarrollo definida para la construcción del sistema.

7.4.5. Fase 5: Construir herramienta móvil para el seguimiento de actividades productivas como siembra, abonado, cosecha y mantenimiento realizadas por los agricultores.

De igual manera que en la fase anterior, se continuó con la construcción de la herramienta móvil, la cual cumplía con las funcionalidades y diseños definidos en las fases completadas. En esta parte de la elaboración del proyecto, se visualizaron las operaciones que deben ejecutar cada agricultor, brindando un seguimiento a los cultivos que se encuentren trabajando, como es el caso de actividades de planeación del terreno, sembrado, mantenimiento o podas, que garantizan una cosecha bajo los criterios de buenas prácticas agrícolas. La información que cada agricultor suministre en la herramienta se actualizará a las asociaciones, para que puedan tener un estimado del cumplimiento hasta determinada fecha. Esta fase se cubrió en la fase de construcción y elaboración de la metodología de desarrollo definida para la construcción del sistema.

7.4.6. Fase 6: Realizar pruebas funcionales del software como metodología de retroalimentación para localizar posibles puntos que requieran mantenimiento.

Con las fases anteriores completas, se realizó un prototipo de herramienta o sistema el cual debía ser evaluado bajo criterios de funcionalidad, de esta manera se lograría obtener resultados sobre su funcionamiento, determinando qué aspectos debían evaluarse y mejorarse realizando la retroalimentación pertinente, obteniendo como consecuencia indicadores de funcionamiento que fueron el punto de partida para el análisis de resultados. Esta fase se cubrió en la fase de transición y construcción de la metodología de desarrollo definida para la elaboración de la herramienta software.

8. RESULTADOS

8.1. IDENTIFICACION DE CARACTERISTICAS Y ETAPAS DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO

8.1.1. Elaboración de un marco conceptual

La búsqueda realizada para la obtención de información que sustentó la investigación, se basó en términos o palabras claves que identifican la temática y su entorno. A continuación, en la Tabla 1 se especifican dicha terminología en español e inglés.

Tabla 1. Listado de términos clave en inglés y español.

TÉRMINOS O PALABRAS CLAVES DE BÚSQUEDA	
TERMINOLOGÍA EN ESPAÑOL	TERMINOLOGÍA EN INGLÉS
Trazabilidad en la producción de cacao	Traceability in cocoa production
Monitoreo en la producción agrícola	Monitoring agricultural production
E-Agricultura	E-Agriculture
Buenas Prácticas agrícolas para el cacao	Good agricultural practices for cocoa
Trazabilidad en la producción agrícola	Traceability in agricultural production
TIC's aplicada en la agricultura	ICT applied in agriculture
Guías técnicas para la producción agrícola	Technical guides for agricultural production
Técnicas para la producción de cacao	Techniques for the production of cocoa
Herramientas software para la producción de cacao	Software tools for the production of cocoa

Fuente: Diseñado por los autores

Luego de identificada la terminología, se usaron motores de búsqueda de diferentes bases de datos científicas, y el buscador de Google Académico enfocado al contenido científico. A continuación, en la Tabla 2 se relacionan los motores de búsqueda implementados.

Tabla 2. Bases de datos o Motores de Búsqueda aplicados

BASES DE DATOS O MOTORES DE BÚSQUEDA	
MOTOR DE BÚSQUEDA	DESCRIPCIÓN
GOOGLE ACADÉMICO	Buscador de Google que se especializa en literatura científica y académica, indiza editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros, con información en diversas disciplinas y fuentes: artículos de revistas, tesis, libros, ponencias, informes científicos.
SCIENCE DIRECT	Ofrece acceso a texto completo y búsqueda de artículos en aproximadamente 2.000 publicaciones, en las áreas científicas, médicas, Ciencias Sociales y Humanidades. Además, incluye revistas con alto factor de impacto y títulos con millones de artículos en texto completo disponibles en línea.

IEEE XPLORE	La base de datos IEEE Xplore es un recurso que permite el acceso a las publicaciones del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) e Institution of Electrical Engineers (IET). Contiene más de un millón de artículos provenientes de más de 12.000 publicaciones.
ENGINEERING VILLAGE	Base de datos bibliográfica enfocada en el área de la ingeniería, abarca todas sus disciplinas, millones de citas bibliográficas y resúmenes de miles de revistas de ingeniería, actas y congresos.

Fuente: Diseñado por los autores

En la mayoría de las bases de datos que se utilizaron se realizaron combinaciones de búsquedas en inglés, puesto que de esta manera se obtuvieron resultados más enfocados a la temática que se deseaba desarrollar. De manera general, al momento de seleccionar los artículos que harían parte del proceso de documentación y revisión del contexto investigativo, se tuvieron presentes aspectos como la coherencia de los títulos, resúmenes e introducción con respecto a las palabras claves anteriormente enunciadas. Específicamente para cada uno de los motores y bases de datos descritos en la tabla 3, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Búsqueda y selección preliminar de resultados

MOTOR DE BÚSQUEDA	RESULTADOS PRELIMINARES	RESULTADOS SELECCIONADOS
SCIENCE DIRECT	Se obtuvieron 8 páginas con 100 resultados en cada uno de ellas obteniendo aproximadamente 800 resultados preliminares	Luego de aplicar el filtro con respecto a la coherencia en títulos y demás aspectos se tomaron 52 Artículos relevantes para continuar la revisión literaria
IEEE XPLORE	Se obtuvieron 11 páginas con 25 resultados en cada una de ellas obteniendo aproximadamente 275 resultados preliminares	Luego de aplicar el filtro con respecto a la coherencia en títulos y demás aspectos se tomaron 55 Artículos relevantes para continuar la revisión literaria
ENGINEERING VILLAGE	Se obtuvieron 17 páginas con 25 resultados en cada una de ellas obteniendo aproximadamente 425 resultados preliminares	Luego de aplicar el filtro con respecto a la coherencia en títulos y demás aspectos se tomaron 34 Artículos relevantes para continuar la revisión literaria
GOOGLE ACADÉMICO	Se obtuvieron 10 páginas con 13 resultados en cada una de ellas obteniendo aproximadamente 130 resultados preliminares	Luego de aplicar el filtro con respecto a la coherencia en títulos y demás aspectos se tomaron 23 Artículos relevantes para continuar la revisión literaria

Fuente: Diseñado por los autores

Teniendo en cuenta los resultados, se realizó un análisis sobre los 164 resúmenes que describían las investigaciones recopiladas, de los cuales solo se aceptaron 54 que enfocaban la temática al contexto específico en el que se desarrolla la investigación en curso. Luego de esto, se clasificaron en 2:

1. Teniendo en cuenta la afinidad que tenían con la construcción del proyecto, por lo cual se definieron grados de aceptación o apreciación (Alto, medio y bajo)
2. Tipo de publicación o metodología, definido o limitada a tipo de resultado literario como artículo, tesis y sección de libro

Especificando los grados de aceptación que se definieron, es válido hacer énfasis que aspectos definieron cada uno de dichos grados, a continuación, en la tabla 4 se encuentran asociados:

Tabla 4. Descripción de grados de aceptación para los resultados obtenidos

GRADOS DE ACEPTACION O APRECIACION DE RESULTADOS	
Grado	Descripción
Alto	La temática trabajada en el artículo aborda soluciones tecnológicas de dispositivos y el desarrollo en la parte agrícola de cacao
Medio	La temática trabajada en el artículo aborda problemáticas, propuestas de solución y posibles tecnológicas de dispositivos que pueden ser aplicados en la agricultura
Bajo	La temática es similar a la que se desarrollara en la presente investigación, pero no aborda detalles específicos sobre procesos agrícolas o tecnologías.

Fuente: Diseñado por los autores

Según lo mencionado en la tabla anterior, de acuerdo a las búsquedas fueron aceptadas, 10 pertenecen al grado alto, 10 pertenecen a medio grado y por último 34 de grado bajo. De acuerdo a la información que las diferentes publicaciones contenían y la relevancia que cumplían estos dentro de la construcción de la investigación, se listaron en la tabla 5 para su rápida identificación solo los de grado alto y medio, los cuales contenían detalles o rasgos significativos que permiten comprender de que tratan y como estos aportaron a la ejecución del proyecto.

Tabla 5. Especificación de resultados obtenidos

PUBLICACIONES OBTENIDAS DE LA BUSQUEDA DE LA LITERATURA						
TIPO DE PUBLICACION	AUTORES	PROPOSITO DE LA INVESTIGACION	METODOLOGÍA	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	TENDENCIAS FUTURAS	CONCEPTOS CLAVES
Artículo	Fabrizio Dabbene, Paolo Gay, Cristina Tortia (2013)	Analizar cómo los conceptos, requisitos y tecnologías de trazabilidad influyen en la gestión de la cadena de suministro moderna y se manejan mediante los principios de optimización.	Revisión exhaustiva de la literatura sobre los aspectos de la gestión de la cadena de suministro que están influenciados por la trazabilidad	Análisis en profundidad del estado del arte, y está respaldado por indicadores precisos de la literatura sobre el tema. El segundo objetivo es destacar lo que podría ser, en opinión de los autores, las tendencias y perspectivas futuras en este campo de investigación.	La información, que puede impulsar la modernización agrícola y mejorar la calidad general de los agricultores, promover el desarrollo de áreas rurales y la realización de la sociedad acomodada.	✓ Trazabilidad en la gestión de la cadena de suministro de alimentos
Artículo	Wang Yi, Jiang Ping, Luo Yahui (2011)	Se presenta la idea de una toma de decisiones inteligente en la producción agrícola; además se presenta la estructura de la plataforma inteligente de toma de decisiones en la producción agrícola que ha sido construida.	La plataforma del sistema ha sido desarrollada por JADE para realizar la comunicación entre los agentes con el lenguaje JAVA y la tecnología de arquitectura SSH, que finalmente logran compartir la información agrícola y tomar decisiones grupales	Análisis, documentación y creación de un sistema que utilice la tecnología multi-agente para el apoyo a los agricultores a la hora de resolver problemas difíciles en la producción agrícola a tiempo y como esta juega un papel positivo en el aumento de la producción para los agricultores y la mejora de la eficiencia en la agricultura.	Beneficios para regular el cultivo y la cría de ganado, desempeña un papel positivo en la prevención de enfermedades animales y vegetales y la protección del medio ambiente. Tiene un significado especial en cambiar la condición de desarrollo económico de los hogares campesinos que es la	✓ Inteligencia en la toma de decisiones en los negocios agrícola

					dispersión y la pequeña escala.	
Artículo	Usha Rani Ahuja, Rajni Jain, Sonia Chauhan, Amarjit, Prem Narayan, K R Chaudhry (2015)	El presente estudio evalúa el impacto del uso del teléfono móvil para la coordinación y la gestión de las actividades agrícolas y el acceso a insumos agrícolas, productos, mercados y precios.	El estudio se basa en datos primarios recopilados a través de entrevistas personales en horarios bien estructurados. La muestra incluye 60 agricultores de diferentes grupos de tamaño de granja, 15 cada uno de granjas marginales, pequeñas, medianas y grandes	Análisis y documentación sobre como los agricultores usaban teléfonos móviles con el propósito de preparar la tierra, sembrar, fertilizar, regar, eliminar plaguicidas / pesticidas, cosechar / trillar, comercializar, incluyendo el mecanismo de precios y la tecnología, etc. Se ha observado que el uso del teléfono resulta en una operación agrícola rápida, disminuyendo los costos de producción y ahorrando tiempo para escapar de la actividad de transporte innecesaria.	Los servicios de telefonía móvil y teléfono móvil mejoran la disponibilidad de información específica del contenido, Ayudan a mejorar el conocimiento, la educación y la mejora. adopción de tecnología, mejor salud y eficiencia, menores costos de transacción, mayor eficiencia del mercado y una mejor gestión del riesgo vinculada al clima	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada
Artículo	Mohd Shavez Beg, Sameer Ahmad, Kulsum Jan, Khalid Bashir (2017)	Evalúa todos los procedimientos en la cadena de suministro del cacao, el impacto que este tiene y el estado comercial que mantiene de acuerdo a la zona o ubicación.	Se ha delineado el estado global, el escenario de mercado y el procesamiento del cacao en diferentes productos que pueden ser útiles para las comunidades afectadas. Según los informes, el mercado del cacao crece a un	Análisis y documentación de la demanda global de cacao y como está ha aumentado, a medida que el mundo continúa con su insaciable apetito por los productos de chocolate. Además de tratar el estado y las características futuras que este producto agrícola maneja.	El consumo de ingredientes de cacao en tabletas está aumentando a medida los consumidores cambian al chocolate negro premium, y el uso en helados aumenta a medida que aumenta la	✓ Cadena de suministro del cacao. Oportunidades, amenazas, fortalezas en la producción de cacao

			<p>ritmo del 18% -20% en la India y del 3% en todo el mundo. El análisis FODA se ha llevado a cabo para identificar la fuerza, las oportunidades y las amenazas mundiales. Principales hallazgos y conclusiones</p>		<p>demanda de productos indulgentes</p>	
<p>Artículo</p>	<p>M. K. Joseph ,T. N. Andrew (2008)</p>	<p>Discute cómo las TIC digitales desarrolladas mediante el aprendizaje participativo y la investigación-acción pueden estimular el desarrollo y erradicación de la pobreza mediante la prestación de servicios a los agricultores de las zonas rurales. Pueden empoderar a los grupos colectivos de agricultores y ayudar a poner la toma de decisiones en manos de ellos.</p>	<p>El documento se centra en diversos enfoques participativos como la comunicación participativa y el aprendizaje participativo para el uso efectivo de las TIC en el ámbito agrícola. Resalta cómo los enfoques participativos pueden ayudar en 'Desarrollo participativo de la tecnología de la información y la comunicación' para la comunidad agrícola rural.</p>	<p>Análisis y documentación que destaca los enfoques participativos que se utilizaron para desarrollar las TIC digitales que empoderaron a las comunidades agrícolas rurales.</p>	<p>Los productos agrícolas y los patrones climáticos y las condiciones del suelo pueden mejorar las condiciones de vida de los agricultores y mejorar el conocimiento de los investigadores y trabajadores del desarrollo</p>	<p>✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada</p>

<p>Artículo</p>	<p>Rolando Saltini, Renzo Akkerman, Stina Frosch (2013)</p>	<p>Revisar y clasifica la literatura disponible sobre el tema en términos de variables de proceso a lo largo de la cadena, y sus efectos sobre la calidad y los aspectos de sabor de los granos de cacao y el eventual producto de chocolate. Después de analizar la literatura, identifican los beneficios potenciales del uso de datos relacionados con las prácticas agrícolas en el proceso de producción de chocolate. Estos beneficios potenciales se refieren especialmente a la calidad del producto y al rendimiento de producción, dando instrucciones para el futuro de la producción de chocolate.</p>	<p>Se creó una matriz que relaciona cada variable en las prácticas agrícolas con su influencia en el eventual producto de consumo. Para cada una de estas relaciones, se discutió la literatura relevante</p>	<p>Análisis y documentación que identifica los beneficios potenciales de incluir información sobre las prácticas agrícolas utilizadas para producir los granos de cacao en el proceso de toma de decisiones operativas de un fabricante de chocolate. Esta información está cada vez más disponible a través de la implementación de sistemas de trazabilidad, que permiten dicho intercambio de datos.</p>	<p>Mejora la capacidad de rastreo y trazo al producir los granos de cacao</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prácticas Agrícolas en la calidad de la producción de cacao ✓ Trazabilidad en las etapas productivas de cacao
------------------------	---	--	---	---	---	--

<p>Artículo – Software</p>	<p>Tanuja R. Patil, Shamshuddin K, Rajashekhar Patil, Sadanand P (2016)</p>	<p>Discute sobre cómo se pueden usar las TIC para llegar a la información de agricultura de precisión para que los agricultores obtengan un alto rendimiento de los cultivos y obtengan altas tasas de producción. A través del software, las últimas tecnologías agrícolas se presentarán a los agricultores y se les recomendará la agricultura de precisión científica. El factor principal para obtener un alto rendimiento de los cultivos es la prueba del suelo.</p>	<p>El suelo de cada agricultor debe probarse y basarse en esa información de precisión específica relacionada con el suelo de cada agricultor, como el tipo de cultivo que se cultivará, la cantidad de fertilizante que se utilizará, el tipo de riego y los últimos equipos agrícolas enviados como SMS específicos a cada agricultor por ONG</p>	<p>Sistema basado en software sobre una base de datos que puede proporcionar información precisa sobre los cultivos. Se presta más atención a las pruebas del suelo y a cultivar los cultivos adecuados. El tipo de cultivos que se cultivarán en un suelo particular ayudará a obtener el máximo rendimiento. La entrega sistemática de información a través del sitio web, la aplicación y los SMS en el idioma local cuando sea necesario ayudarán a los agricultores a llevar a cabo los pasos necesarios a tiempo.</p>	<p>Este tipo de TIC definitivamente ayudará a los agricultores a obtener buenos rendimientos y facilitar la tarea de los agricultores, compradores y también del gobierno. y podemos esperar que el estilo de vida del agricultor mejore y que la economía de Nación también aumente.</p>	<p>✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada</p>
<p>Artículo</p>	<p>Dineshkumar Singh, Sonali Kulkarni, Dr. Arun Pande, Sanjay Kimbahune, Tushar Hanwate,</p>	<p>Generar una solución para la Implementación de Estándares de Procesos Agrícolas que beneficie holísticamente la calidad, la cantidad</p>	<p>Aplicar la experiencia de la industria de TI en la aplicación de estándares de calidad para ofrecer productos y servicios de calidad.</p>	<p>La herramienta de TI tiene la capacidad de determinar la ubicación física de la fuente del producto y también la secuencia de eventos para la rastreabilidad.</p>	<p>El uso de TI para introducir la calidad en la agricultura, contribuiría, aunque en pequeña medida, a la revolución de la calidad en la agricultura que se</p>	<p>✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada</p>

	Ankush Sawarkar (2015)	del producto y las necesidades de salud y medioambientales.			está produciendo silenciosamente en el país.	
Artículo	Stacy-Ann A. Anuli, Daniel T. Fokum (2016)	La falta de trazabilidad agrícola en los países del tercer mundo es un problema constante que afecta tanto la distribución local como el comercio internacional.	Para demostrar la trazabilidad interna y regresiva de los alimentos, se desarrolló una aplicación de software prototipo, BreadBasket, como guía para recopilar, almacenar, manipular, compartir y codificar datos de trazabilidad de alimentos usando tecnologías existentes	Esta aplicación proporciona a los agricultores / proveedores el poder de reconstruir la historia de un producto dado en consideración (trazabilidad interna) y determinar el origen de cada entrada individual (trazabilidad ascendente). Genera informes de datos de seguimiento que se componen de diferentes datos de varios aspectos de la base de datos BreadBasket, vinculados por una identificación única para lotes de productos en diversas etapas de producción.	La falta de rastreabilidad en países en desarrollo como Jamaica amenaza con reducir significativamente las oportunidades comerciales por la pérdida de las preferencias comerciales actuales y las oportunidades comerciales futuras. Una ayuda esto es la aplicación de más tecnología que contribuya con el avance agrícola	✓ Trazabilidad en la gestión de la cadena de suministro de alimentos
Informe	José Omar Pinzón Useche, Dr. Dr. Jacob Rojas Ardila, I.A. Fernando Rojas. (2007)	Como una prioridad mayor en los tiempos presentes, la necesidad de establecer el cacao bajo sistemas pluri-específicos, se	No se encontró referenciada en este tipo de documento	No se encontró referenciada en este tipo de documento	Aumentar los niveles de consumo de cacao, con la intervención de normas que regulen su producción	✓ Prácticas Agrícolas en la calidad de la producción de cacao.

		deriva de la posibilidad de diversificar el ingreso de la empresa cacaotera para fortalecer la economía del negocio del cacaocultor, con un flujo de caja activo durante la vida productora del sistema de cultivo.				✓ Trazabilidad en las etapas productivas de cacao
Artículo	Lilia Muños, Farrah Batista Jaime Acosta, Rodolfo Moreno Edgar Rios, Volker Vasquet (2016)	Este proyecto busca mejorar la gestión de los servicios municipales a la población a través de la inclusión de innovaciones y nuevas tecnologías, para ofrecer mejores servicios a la población	El sistema facilita el manejo eficiente de la información, el acceso inmediato a los estados de cuenta de los contribuyentes y el seguimiento de los ingresos del municipio, así como la disminución en los tiempos de respuesta a los contribuyentes, a la comunidad en general y a la administración municipal.	Discusión e implementación de las acciones para el desarrollo del software, complementando recursos existentes en las diferentes áreas y cooperando en la ejecución de las distintas líneas de alcance del proyecto.	Elevar el nivel de Cohesión Social en la región del oriente chiricano, por medio del apoyo a las políticas de disminución de la brecha digital	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada
Informe	I.A. Fernando Rojas, I.F. Edwin Javier	El documento muestra un panorama de la	No se encontró referenciada en este tipo de documento	La guía hace una descripción del proceso productivo del cacao desde	Minimizar los impactos ambientales negativos y al mismo	✓ Prácticas Agrícolas en la calidad de

	sacristán Sánchez (2013)	actividad cacao cultora y su relación con el medio ambiente, aclarar algunos términos y conceptos sobre el tema y dar algunas ideas, pautas alternativas de manejo ambiental del cultivo de cacao		la instalación del vivero hasta el beneficio del grano, resaltando la importancia de la siembra de este cultivo en sistemas agroforestales siendo este método en donde mejor se desarrolla la planta.	tiempo aumentar o potenciar los positivos, y contribuir de esta manera sencilla pero efectiva a mejorar nuestra actividad	la producción de cacao ✓ Trazabilidad en las etapas productivas de cacao
Informe	John Jairo Alarcón Restrepo, Emilio Arevalo Peñaranda, Ana Luisa Díaz Jiménez, Jose Roberto Galindo Álvarez, Alfonso Alberto Rosero (2012)	El documento muestra un panorama ambiental y dar algunas ideas, pautas alternativas de manejo ambiental del cultivo de cacao	Creación de una cartilla que ofrece información general sobre el cultivo de cacao, las enfermedades y plagas que se han acentuado durante la ola invernal y una guía práctica para su manejo y control.	Documentación de procedimientos que ofrece información general sobre el cultivo de cacao, las enfermedades y plagas que se han acentuado durante la ola invernal y una guía práctica para su manejo y control.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ Prácticas Agrícolas en la calidad de la producción de cacao ✓ Trazabilidad en las etapas productivas de cacao
Artículo - Software	Loes Witteveen, Rico Lie, Margriet Goris, Verina Ingram (2017)	Este artículo informa sobre el diseño y desarrollo de Digital Farmer Field School (DFFS). El DFFS ofrece un entorno de aprendizaje digital basado en tabletas para agricultores y agentes de extensión para el intercambio	El prototipo de DFFS se ha probado en Sierra Leona para evaluar su éxito al proporcionar un sustituto para la capacitación de certificación de estándares de sostenibilidad voluntaria cara a cara	El prototipo proporciona un sustituto para la capacitación de certificación de estándares de sostenibilidad voluntaria cara a cara para los productores de cacao. Los resultados muestran que el DFFS como plataforma de aprendizaje actualizada en línea, sin conexión telefónica y regular en línea	El desarrollo sostenible y el uso de las interfaces de capacitación y extensión digital requieren interdisciplinarios cruces, comunicación horizontal y responsabilidad	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada

		de conocimientos y la co-creación de conocimiento.	para los productores de cacao	ofrece un entorno apropiado en el que se estimula y facilita el aprendizaje individual y colectivo. Proporciona una alternativa al entrenamiento y la supervisión de la extensión agrícola convencional.	social de todas las partes interesadas involucradas, desde veterinarios hasta investigadores, cineastas, agricultores y pastores, personal de extensión y diseñadores web.	
Artículo	Sasmita Pani, Jibitesh Mishra (2015)	En este documento se está construyendo la ontología en el sistema de agricultura en el lenguaje de ontología web (OWL).	Este documento muestra varias clases y subclases usando OWL DL en protégé5.0 para una e-agricultura sistema de información. Este documento también proporciona varias clases y subclases y la relación entre las clases en el diagrama de clases UML para un sistema de información agrícola basado en la web o e-agriculture.	En este documento hemos recopilado datos de los diversos departamentos de agricultura y hemos analizado las diversas fases del sistema agrícola en India. Hemos analizado los requisitos de información de un agricultor al especificarlos en el diagrama de clases UML. Después de encontrar las diferentes clases, su subclase y sus relaciones, hemos construido una ontología para un sistema agrícola.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada
Artículo – Software	Diego Fabian Pajarito Grajales (2014)	Construir un ecosistema de información agrícola y ganadera complementado con datos sociales,	Software construido sobre tecnologías como PostGIS, Geoserver, OpenLayers y google maps, integradas a	Este conjunto de herramientas permite a los usuarios explorar y analizar la dinámica del área de cultivos, producción, inventario de ganado, clima	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información

		económicos y ambientales para apoyar los procesos nacionales de toma de decisiones y la formulación de políticas.	través de los servicios web RESTful de Java, JavaScript y las interfaces GeoExt.	e impacto de la política rural en los últimos 30 años.		que es manejada
Artículo – Software	Mayank Aggarwal, Apoorv Kaushik, Arpit Sengar, Aarju Gangwar, Ambuj Singh, Vivek Raj (2014)	Documentación de Agro-App, aplicación móvil creada teniendo en mente a los agricultores y también a un hombre común que quiere cultivar vegetales para sus necesidades diarias.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	Software que mantiene a un agricultor actualizado con toda la información relacionada con cultivos, pesticidas, insecticidas, sector financiero, etc. Proporciona información detallada sobre qué cultivo cultivar en qué estación y qué cultivo es adecuado para esa área en particular en la que vive el agricultor.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada
Artículo – Software	René Jordan, Gaius Eudoxie, Kiran Maharaj, Renaldo Belon, Margaret Bernard (2016)	Este artículo documenta como la aplicación de software permitirá mejorar las decisiones de planificación del uso de la tierra y la adopción de técnicas de gestión agrícola. Proporciona los marcos teóricos y técnicos necesarios para desarrollar	No se encontró referenciada en este tipo de documento	Aplicación móvil que utiliza un enfoque basado en la evidencia para hacer recomendaciones de gestión de cultivos y mitigación. La aplicación es una plataforma para la visualización de datos espaciales y proporciona una mayor gama de información geoespacial de la que actualmente está disponible para las partes interesadas en la comunidad agrícola	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada

		herramientas TIC similares en otros territorios.				
Artículo	Muniba Khudadad, Yasir Hafeez Motla, Sohail Asghar, Syeda Ayesha Anwar, Zahid Iqbal (2014)	En este documento se resalta la importancia del marco Scrum para el sistema agrícola y sugirió un marco que respaldará el desarrollo del sistema de agricultura.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	El documento presenta un sistema de servicios de E-Agricultura para los agricultores. El sistema existente se estaba desarrollando mediante el uso del enfoque de cascada, que tiene algunos defectos. Para superar estos problemas, Scrum se utiliza para el desarrollo del sistema E-Agriculture.	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ TIC's en la agricultura para la precisión de la información que es manejada
Libro	K.P. Prabhakaran Nair (2010)	Documentar los diferentes productos agrícolas enunciando las oportunidades, amenazas, fortalezas que se manifiestan en la cadena de suministro de determinado producto	No se encontró referenciada en este tipo de documento	Analizar y documentar toda la información referente a los cultivos de diferentes productos agrícolas	No se encontró referenciada en este tipo de documento	✓ Cadena de suministro del cacao. ✓ Oportunidades, amenazas, fortalezas en la producción de cacao

Fuente: Diseñado por los autores

La tabla anterior, otorga una visión de las investigaciones que aportaron teóricamente al desarrollo de la aplicación, puesto que diferentes fuentes permitieron comprender de manera general el contexto sobre el que se trabajó, además, permitió comparar el avance a nivel nacional del sector agrícola con respecto al progreso internacional. Por último, para finalizar la elaboración del marco conceptual que cubría el desarrollo de la herramienta, se debía comprender que herramientas similares teniendo en cuenta la tecnología y funcionalidad ya se encontraban implementadas y como estas se diferencian a la que propuesta.

Para este estudio de mercado era necesario identificar que softwares ya se habían implementado, luego se iban a comparar de acuerdo a determinadas características funcionales que se consideraron relevantes, en la tabla 6 se encuentran asociadas cinco herramientas tecnológicas con varios aspectos a considerar:

Tabla 6. Estudio de mercado

ESTUDIO DE MERCADO PARA APLICACIONES SIMILARES A LA PROPUESTA					
CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	AGROMAPAS	AGRO APP	AGRIMAPS	KRUSHI SAMRIDDHI	CULTIVANDO FUTURO
Aplicación Móvil	✗	✓	✓	✗	✗
Aplicación Web	✓	✗	✗	✓	✓
Aplicación de Escritorio	✗	✓	✗	✗	✗
Geolocalización	✓	✗	✓	✗	✗
Conexión a internet	✓	✓	✓	✓	✓
Notificaciones/Alertas	✗	✗	✗	✗	✗
Actualización de actividades en tiempo real	✗	✗	✗	✓	✓
Comunicación con otros actores	✗	✓	✗	✗	✓
Sincronización	✓	✗	✓	✗	✓
Trazabilidad de actividades	✗	✗	✓	✓	✗
Monitoreo de actividades	✗	✓	✓	✓	✗
Gestión y análisis de datos.	✓	✓	✓	✓	✓
Uso de base de datos en la nube	✓	✓	✗	✗	✓
Soporte e interacción con diferentes bases de datos	✓	✗	✓	✓	✗

ESTUDIO DE MERCADO PARA APLICACIONES SIMILARES A LA PROPUESTA					
CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	AGROMAPAS	AGRO APP	AGRIMAPS	KRUSHI SAMRIDDHI	CULTIVANDO FUTURO
Uso de herramientas de código abierto (Open source)	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Diseñado por los autores

Como se puede apreciar en la tabla anterior, ya se han adelantado varias implementaciones que involucran al sector agrícola, sin embargo, las aplicaciones desarrolladas en Colombia son solo dos, Agro Mapas y Cultivando futuro, las cuales aún no cubren en totalidad el proceso agrícola, puesto que una se enfoca solo en la localización de diferentes cultivos sin importar el tipo de producto y el ultimo se centra en la comercialización de lo producido.

8.1.2. Caracterización del problema

La producción de cacao puede ser manejado análogamente a un sistema, donde se obtienen buenos rendimientos económicos aprovechando eficientemente los recursos, sin afectar negativamente el entorno, lo que en el caso agrícola se refiere al ambiente, por esto, el proceso productivo del cacao cuenta con una serie de procedimientos rigurosos repartidos en etapas para garantizar plantaciones de alto rendimiento.

Cada una de las etapas, fue definida tomando como referencia la recolección de información sobre los procesos de producción agrícola para el cacao, junto con las experiencias suministradas luego de la elaboración de la entrevista y las conclusiones que se lograron obtener de esto, cada una de las etapas se describe teniendo en cuenta la rigurosa labor que debe ser monitoreada por parte de los diferentes actores que se encuentran involucrados. Por lo cual, es ideal asignar un apoyo a través de fuentes tecnológicas que permitan conocer la situación que se presente en el área cultivada para determinado agricultor, de igual manera las cooperativas o asociaciones puedan mantenerse informadas de los procedimientos realizados.

Con el debido apoyo tecnológico, se pueden prevenir ciertas irregularidades que el proceso productivo puede tener, que afectan la calidad del grano final que desea ser obtenido y como consecuencia, bajar los estándares que pueden abrir puertas a un mercado comercial externo. Por lo anterior, es pertinente realizar consultas que le permita a los actores conocer los procedimientos elaborados, lo que aún falta por ser realizado o si se han presentado irregularidades dentro de las labores a cumplir, para de esta manera lograr tener clara la situación que rodea los cultivos que poseen los agricultores vinculados a determinada asociación y se pueda tomar medidas que contrarresten cualquier problema que se presente antes de que este trascienda y afecte la producción.

A continuación, en la tabla 7, se asocian las principales labores del sistema a una etapa con su respectiva descripción:

Tabla 7. Descripción de etapas productivas para el cacao

ETAPA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
Mantenimiento del terreno y riesgos ambientales	Dentro de esta etapa productiva se realiza un estudio del terreno que permita determinar si no existen posibles causas ambientales que luego de cierto tiempo afecten la productividad.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Selección del terreno. ✓ Análisis del terreno. ✓ Mantenimiento
Instalación de cultivos	Dentro de esta etapa se prepara el terreno para iniciar las labores, además de realizar el manejo de todas las especies del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparación del terreno ✓ Siembra de un cultivo de ciclo corto ✓ Trazado ✓ Ahoyado de sombríos transitorios y permanentes ✓ Siembra de sombrío transitorio ✓ Siembra de sombrío permanente ✓ Construcción de Viveros para el cacao ✓ Ahoyado para el cacao ✓ Trasplante del cacao ✓ Injertación en sitio definitivo
Levante del cultivo	Comprende desde que el cultivo queda instalado hasta que inicia su producción, es decir, el manejo durante la etapa improductiva.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desyerbas ✓ Labores de podas ✓ Control Sanitario ✓ Fertilización ✓ Riegos y drenajes ✓ Cosecha de sombrío transitorio
Sostenimiento o manejo del cultivo en producción	Desarrollo de labores que garantizan una producción abundante de cacao, duradera y permanente, además del manejo y	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Labores de podas ✓ Control de plagas ✓ Control de malezas ✓ Fertilización ✓ Riegos y drenajes

	desarrollo normal de las especies de sombrío.	✓ Cosecha del grano
--	---	---------------------

Fuente: Diseñado por los autores

Con el estudio de las fuentes primarias, se determinó el interés de contar con tecnología que ayude a un mejor control de las actividades que se realizan, puesto que aún no se encuentra en el mercado herramientas informáticas que les permita generar la trazabilidad adecuada y requerida. A continuación, se describió el entorno y las necesidades que limitaran el desarrollo de la aplicación:

- ✓ Una aplicación Web para que las asociaciones o cooperativas encargadas de vigilar y monitorear los procedimientos puedan tener acceso a la información relacionada con las labores que estos han realizado los agricultores vinculados sobre los cultivos.
- ✓ Una aplicación Móvil para que los agricultores puedan actualizar la información de las actividades que realizan para determinada etapa del proceso productivo, de esta manera se sincronizara el sistema y las asociaciones puedan realizar consultas.
- ✓ El alcance sobre el cual se implementará la herramienta para el control y seguimiento del proceso productivo del cacao, es el dispositivo que posea las aplicaciones descritas en los ítems anteriores, teniendo en cuenta que los dispositivos deben tener un punto de acceso a internet

8.1.3. Aplicación de instrumentos de recolección de información a fuentes primarias

Para la obtención de información que permitiría una contextualización sobre el área donde se trabajaría era necesario conocer aspectos, términos y procedimientos desde la experiencia de los actores principales que ejecutan las actividades productivas, para esto era necesario definir la metodología o instrumentos que se aplicarían para lograr obtener todo lo necesario que ayudara a comprender las necesidades y de esta manera generar una solución que apoyara la labor que realizan.

El instrumento aplicado fue la entrevista, la cual para su construcción se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- ✓ *Elaboración de procesos de siembra:* Implica la aplicación de normas o reglamentaciones que definan como se deben llevar a cabo dichos procesos

- ✓ *Productividad*: Implica información sobre las temporadas de mayor y menor productividad, cual es la cantidad aproximada que pueden obtener y de qué forma las cooperativas acompañan sus labores
- ✓ *Tecnologías de la información y comunicación*: Implica la información referente a como diversas tecnologías como computadores o celulares inteligentes pueden ser utilizados por los agricultores, además de que medios de comunicación poseen actualmente
- ✓ *Trazabilidad en la producción*: Implica información sobre las metodologías y recursos implementados para el seguimiento de las actividades de producción.
- ✓ *Logística de distribución*: Implica información general sobre las vías o medios de transporte que usan actualmente para que lo producido sea distribuido y se mueva en toda la cadena de suministro para el cacao
- ✓ *Asociaciones o cooperativas en la producción*: Implica las funciones que desempeñan las cooperativas dentro del proceso productivo.

En el Anexo 1 se puede visualizar con mayor detalle la definición de la entrevista como instrumento de obtención de información.

8.2. DEFINICION DE REQUISITOS FUNCIONALES DEL SOFTWARE PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CACAO.

8.2.1. Interpretar los resultados obtenidos por medio de los instrumentos que permitan definir funcionalidades detalladas de la herramienta

La formulación de la entrevista como instrumento para la comprensión y análisis del problema, se formalizo dependiendo a unas variables que referenciaban determinados indicadores, los cuales garantizaron el entendimiento de la necesidad y principal preocupación que los actores involucrados percibían. Dichos indicadores se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Variables e indicadores determinados para la entrevista

VARIABLE	INDICADORES
	Seguimientos de normas o definiciones sobre el cultivo

VARIABLE	INDICADORES
ELABORACIÓN DE PROCESOS DE SIEMBRA	Valoración del desempeño del agricultor
PRODUCTIVIDAD	Temporadas de alta y baja productividad
	Plantas que cumplen el ciclo de producción satisfactoriamente
	Cantidades aproximadas (unidad de medida) son recogidas
	Acompañamiento de entidades o cooperativas
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	Manejo de tecnologías
	Poseen tecnologías
	Conocimiento y uso las tecnologías
	Formas y vías de Comunicación
TRAZABILIDAD EN LA PRODUCCION	Metodologías o recursos para el seguimiento de las actividades productivas
	Identificación de las Etapas de siembra
	Recolección y sus tiempos estimados
LOGISTICA DE DISTRIBUCIÓN	Envío de cosecha de cacao a los centros de acopio o asociaciones
	Sistemas de transporte que los agricultores usan para llevar la cosecha
	Problemas de distribución sobre la producción
ASOCIACION O COOPERATIVAS EN LA PRODUCTIVAS	Funciones de las asociaciones dentro de la producción
	Procedimientos y mercado de comercialización son el objetivo

Fuente: Diseñado por los autores

Luego de aplicados los instrumentos que permitieron la comprensión general del problema y de los cual se tomaron las decisiones pertinentes con respecto al software que se desarrolló, fue posible analizar las necesidades y definir el producto, donde se identificaron las perspectivas, funcionalidades, características de los usuarios que le darían uso al sistema, entre otras definiciones cruciales para el cumplimiento general del objetivo.

Con respecto a los problemas de siembra en donde según la entrevista, los actores afirman que a pesar de que las normas o definiciones técnicas si existen están no son aplicadas de manera regular y formal, por lo cual no tienen manera de valorar o determinar el desempeño

que cada uno de los productores realiza con sus cultivos, lo cual provoca descontrol y poco seguimiento a los beneficios que están obteniendo de los cultivos, además esto podría ser aún más complejo.

Para la variable de productividad existen diferentes factores que intervienen en el proceso productivo, como son las épocas donde se obtiene más beneficios de los cultivos, la cantidad de plantas que cumplen su ciclo con respecto a las sembradas inicialmente y el acompañamiento que las cooperativas productoras o asociaciones llevan a cabo de todo el proceso. La conclusión a la que llegaron los actores del problema fue que los factores anteriores son procedimientos deteriorados, por la inexperiencia y falta de seguimiento que ocasiona pérdidas iguales o mayores a lo invertido, hecho que es aún más preocupante teniendo en cuenta que el cultivo de cacao después de un largo periodo de siembra mayor a 3 años logra obtener los primeros granos.

Las tecnologías de la información y la comunicación fueron un indicador que ayudo a medir que tan avanzado o en qué estado se encontraban los productores con respecto a los procedimientos que realizan, además, a partir de esto se lograría entender los tipos de usuario a los que iba dirigida la aplicación. En las tablas 9 y 10 se detallan los tipos de usuario identificado a partir de la entrevista aplicada.

Tabla 9. Descripción de tipo de usuario Asociaciones

TIPO DE USUARIO	ASOCIACIONES PRODUCTORAS
FORMACIÓN	Especialistas en aspectos propios al manejo de cultivos, organizaciones y administración de recursos
HABILIDADES	Desarrollo de actividades de acompañamiento a los procesos de los agricultores asociados y la toma de decisiones sobre los recursos, problemáticas o situaciones presentes en la organización. Uso de la herramienta desde manejo de computador con clicks o gestionando toques en equipos móviles
ACTIVIDADES	Responsabilidad en el acompañamiento con los agricultores que pertenezcan a la asociación, llevar control y seguimiento a cada una de las actividades que implique producción de cacao, para que los agricultores con la información y la asesoría adecuada cumplan con el objetivo de su labor.

Como perspectiva del producto, a partir de las conclusiones obtenidas de los actores que incurren en la producción de cacao, se identificó principalmente este sistema se sugiere como un producto independiente de otros, que abarca detalles específicos de la producción de cacao, en este caso de las etapas que esta contiene como: planeación, establecimiento, mantenimiento y cosecha, las cuales son realizadas por los agricultores encargados de sus cultivos y vigilados por las asociaciones productoras encargadas de supervisar o acompañar a los productores que se encuentren bajo su cargo para que obtengan cacao que pueda ser comercializado bajo criterios aprobados de calidad.

Tabla 10. Descripción del tipo de usuario para agricultores.

TIPO DE USUARIO	AGRICULTORES
FORMACIÓN	Agricultores que se especializan en la ejecución de las actividades de producción.
HABILIDADES	Comprensión de cada uno de los procesos que implica la actividad productiva, conociendo las buenas prácticas agrícolas con las que deben ser ejecutadas, las herramientas y procedimientos rigurosos que deben ser atendidos para el cultivo de cacao. La herramienta se usará a través de gestos provocados en el equipo móvil, es decir se manejará de manera táctil
ACTIVIDADES	Responsabilidad en el cumplimiento de las actividades de producción, podas de formación, establecimiento, abonados, entre otras que garantizan el desarrollo del cultivo de cacao.

Con respecto a las funcionalidades que se definieron para el producto, esta se accedería desde web y móvil, de acuerdo al tipo de usuario que usara el sistema, conectado a internet permitiendo a los diferentes actores que lo usen consultar la información contenida cualquier momento que lo requieran. Una parte importante que fue necesario restringir era la disponibilidad, puesto que solo podrían darle uso los usuarios que se encuentren en él, es decir, aquellos que se encontraran correctamente registrados e identificados como asociación productora o agricultor encargado de un cultivo.

Luego de todo lo anterior se definieron los requisitos funcionales con los que contaría el producto.

Requisito funcional 1

Crear cronograma de planeación: El sistema deberá diligenciar la información que implica planear el terreno, donde se especifican actividades como siembra de la semilla en vivero, ahoyado de la tierra, esto se podrá visualizar como un formulario que estará disponible para que especifique exactamente que realizo y cuál fue el responsable de esta labor.

Requisito Funcional 2

Notificar actividad pendiente: El sistema deberá controlar los tiempos específicos sobre los que se debe realizar determinada actividad (Podas, abonados, podas de formación), el sistema deberá darles seguimiento a estas fechas dispuestas en el año.

Registros de actividad en etapa de establecimiento: el sistema permitirá el diligenciamiento de la información correspondiente a la actividad que realizo, es decir, si realizo una poda de formación, especificar las herramientas usadas, responsables, estado en el que se encuentra el cultivo.

Requisito funcional 3

Registros de actividad en etapa de mantenimiento: el sistema permitirá el diligenciamiento de la información correspondiente a la actividad que realizo, es decir, si realizo la cosecha temprana, cuantas mazorcas obtuvo de este procedimiento, quienes realizaron la actividad, en qué fecha fue realizada, si se realizó el abonado y limpiezas sobre el cultivo, además de visualizar si hay un desagüe pertinente para el cultivo y no afecte el cultivo porque no se drene el exceso de agua.

Requisito funcional 4

Registrar información de cosecha: luego de cumplidos el tiempo de cosecha, se debe diligenciar la información pertinente a esta, es decir, registrar la cantidad de mazorcas obtenidas, si todas se encuentran en un estado adecuado de distribución, como fueron clasificadas estas, específicamente categorizar cuantas están aptas para ser comercializadas a un mercado más competitivo y cuáles serán llevadas a la industria de chocolate.

Registrar información sobre actividades posteriores a cosecha: Para que el cultivo de cacao se mantenga en producción se deben realizar actividades similares a las de establecimiento, por lo tanto, estas deben ser registradas, especificando si se realizaron podas, abonado y quienes se encargaron de estas actividades.

Requisito funcional 5

Notificar problemas críticos: El sistema debe controlar las notificaciones que realiza el agricultor hacia la asociación, sobre cualquier anomalía en el cultivo que traerá como consecuencia la tardanza en la producción.

Requisito funcional 6

Listado de agricultores asociados: el sistema debe diligenciar las consultas que realice determinada asociación sobre los agricultores que pertenezcan a ella, con la finalidad de poder enterarse que tan avanzado se encuentra el proceso productivo para determinado productor. Estas consultas se podrán filtrar dependiendo de aspectos como periodo de asociación, capacidad de producción y ubicación.

Requisito funcional 7

Notificar incumplimiento de actividades: El sistema permite a las asociaciones verificar que actividades han cumplido hasta determinada fecha los agricultores, al determinar que aún no se han ejecutado algunas, la asociación debe estar en la capacidad de notificar al productor específico que está atrasado en el cumplimiento de su labor. Luego de enviada dicha alerta, la asociación podrá realizar un seguimiento del caso hasta que este sea atendido.

Requisito funcional 8

Notificación solicitud de acceso: En el caso que un agricultor desee pertenecer a determinada asociación, desde el sistema deberá estar en la capacidad de enviar dicha solicitud con sus datos básicos para que se verifiquen los datos y se formalice el proceso.

Requisito funcional 9

Registro de agricultores: De acuerdo a una solicitud de ingreso realizada por los agricultores, las asociaciones deberán verificar la información sobre sus cultivos y sus actividades y proceder a realizar el registro.

Notificar registro y usuario: el sistema debe permitir diligenciar a las asociaciones la creación de un usuario para el agricultor registrado, esto podrá ser con el correo o con el teléfono celular que este maneje.

En el Anexo 2 se puede visualizar con mayor detalle la definición de los requisitos funcionales para la aplicación desarrollada.

8.2.2. Modelo de negocio del contexto o situación problema.

Comprendida la necesidad de intervenir para mejorar los procedimientos del cultivo, se procedió a determinar el flujo o las características que el sistema debía cubrir, por lo cual, se tomó como punto de partida los requisitos funcionales definidos en el ítem anterior. En primer lugar, se definió un esquema general de la solución donde se logrará entender las actividades y cuál es el orden en que deben ser llevadas a cabo, esto con el fin de visualizar mejor como interactúan los actores entre sí, junto con la elaboración de procesos en el cultivo. En la ilustración 2, se puede observar el esquema general de la solución.

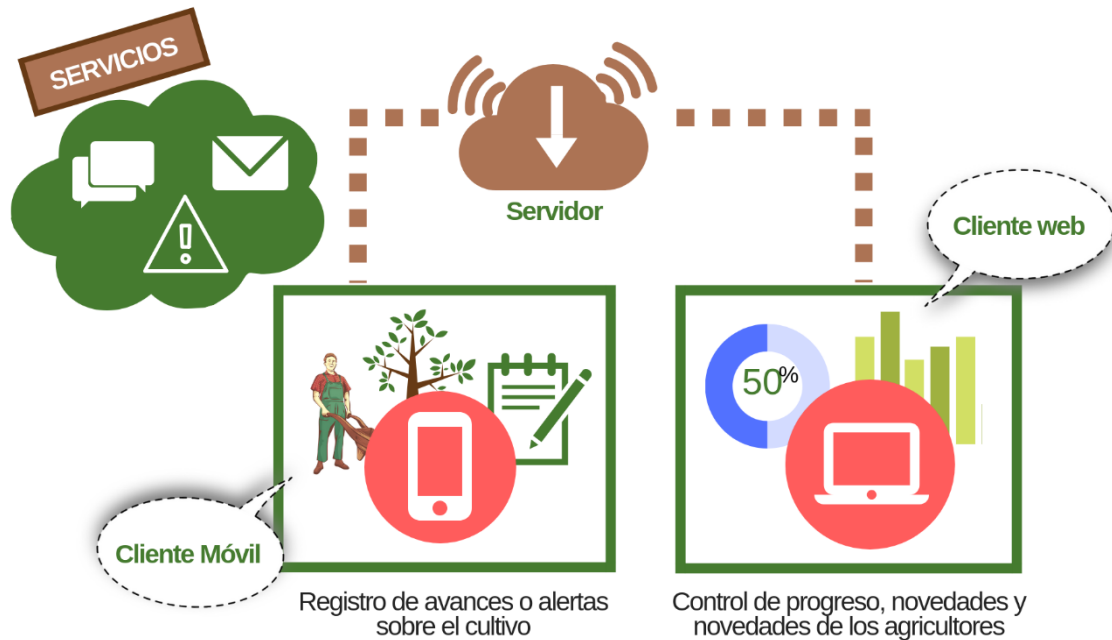
Ilustración 2. Diseño del esquema general de la solución.



Fuente: Diseñado por los autores

De acuerdo con la interacción que se tendrá con la tecnología, fue necesario elaborar un esquema donde se identifique los dos diferentes accesos que se definieron, es decir, el acceso desde un cliente móvil y otro desde un cliente web, puesto que cada uno cumple funciones diferentes dentro de la trazabilidad en el cultivo de cacao. En la ilustración 3, se observa los diferentes componentes que se manejaron, además de resaltar la importancia de utilizar servicios externos que proporcionen dinamismo y estabilidad al sistema.

Ilustración 3. Diseño del esquema de interacción con la tecnología desde los accesos disponibles para los usuarios



Fuentes: Diseñado por los autores

8.3. ARTEFACTOS DE DISEÑO QUE MODELAN LA SOLUCIÓN.

8.3.1. Modelar la arquitectura del aplicativo teniendo como fundamento los requerimientos establecidos como resultado de los objetivos anteriores

Los datos recolectados en la fase de recolección de información, donde se implementó como instrumento la entrevista, se puede concluir que el producto final será utilizado por usuarios no tan familiarizados con las nuevas tecnologías, o por lo menos, un porcentaje muy pequeño, debido a esto, las restricciones tecnológicas deben ser pocas, de manera que ayuden a abarcar un gran número de usuarios finales.

De acuerdo a lo anterior, fue fundamental que determinadas características se encontraran implementadas en la mayoría de los dispositivos, dándole prioridad a la **portabilidad** como atributo de calidad dentro del desarrollo de software, de esta manera, se apoyaría la actividad agrícola sin agregar aún más limitantes a las herramientas que se ofrecen como solución. Teniendo en cuenta lo anterior, en los siguientes párrafos se describirán como se aplicaron ciertos conceptos y bajo que arquitectura fue más oportuno elaborar el software:

Los sistemas distribuidos permiten tener implementaciones de software separados, tanto lógica como físicamente, de manera que dichos módulos cumplan con el principio de abierto-cerrado. La arquitectura cliente-servidor permite al software los beneficios de los sistemas distribuidos, de manera que como se puede observar en el diagrama de componentes de la vista lógica situado en el manual del sistema, el software está centrado en tres módulos separados con funcionalidades diferentes, *un servidor y dos clientes* (móvil, web), los cuales permiten tener implementaciones que trabajan entre sí para un mismo fin, lo anterior es beneficioso, puesto que se tiene un servidor que permite tener toda la lógica del negocio en la nube, donde los usuarios tienen la posibilidad de acceder al contenido desde cualquier lugar a través de su dispositivo móvil o un navegador.

Además, el *servidor* está basado en un sistema en capas que ofrece unos componentes como servicio, centrándose en una implementación del patrón SOA, puesto que ofrece unos servicios bien definidos para consumo tanto para los clientes como para el mismo. Adicionalmente, se dio lugar a la implantación el patrón publicación / suscripción para la gestión de notificaciones mediante un server WebSocket, el cual permite el envío de mensajes más ligeros que ayudan al rendimiento del software.

Con respecto a las tecnologías usadas, se basó la estructura del proyecto en servicios en la nube, las cuales brindan flexibilidad al momento de administrar e implementar funcionalidades propensas a escalar. Dentro de dichos servicios de Storage y Push Notification, con los cuales se puede implementar y administrar la capacidad de las aplicaciones sin preocuparse por la infraestructura sobre la que se ejecuta, estos servicios reducen la complejidad puesto que gestiona automáticamente la capacidad, escalabilidad o monitorización de la aplicación alojada.

Para alojar el servidor y la base de datos se utilizó Heroku, la cual tiene disponible la construcción, manejo y operación de las aplicaciones, esto no es restrictivo, puesto que pueden usarse otro tipo de PaaS para alojar las aplicaciones, es decir, la aplicación no es restrictiva con la plataforma en la nube implementada, se aplica servicios de AWS o Azure. Dentro de la instancia que se oferta en Heroku se encuentra la base de datos, en la cual, dicha

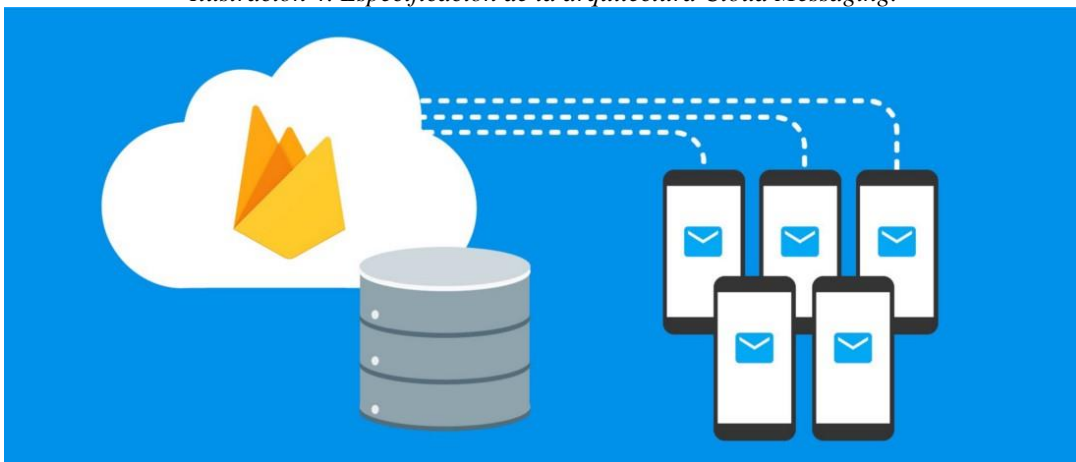
instancia de base de datos ejecuta un motor de base de datos con el que la aplicación sea compatible, en este caso se utilizó postgresSQL

Con respecto a la implementación de las Push Notifications, se implementó Firebase, puesto que su costo y modo de uso es bastante apropiado para coordinar las notificaciones disponibles en el sistema. Este servicio es capaz de distribuir mensajes a la aplicación cliente en cualquiera de las siguientes tres formas:

1. Dispositivos individuales.
2. Grupos de dispositivos.
3. Dispositivos suscritos a temas

Este servicio agrega administración de mensajes, lógica de suscripción a temas y otras funciones opcionales a las aplicaciones cliente.

Ilustración 4. Especificación de la arquitectura Cloud Messaging.



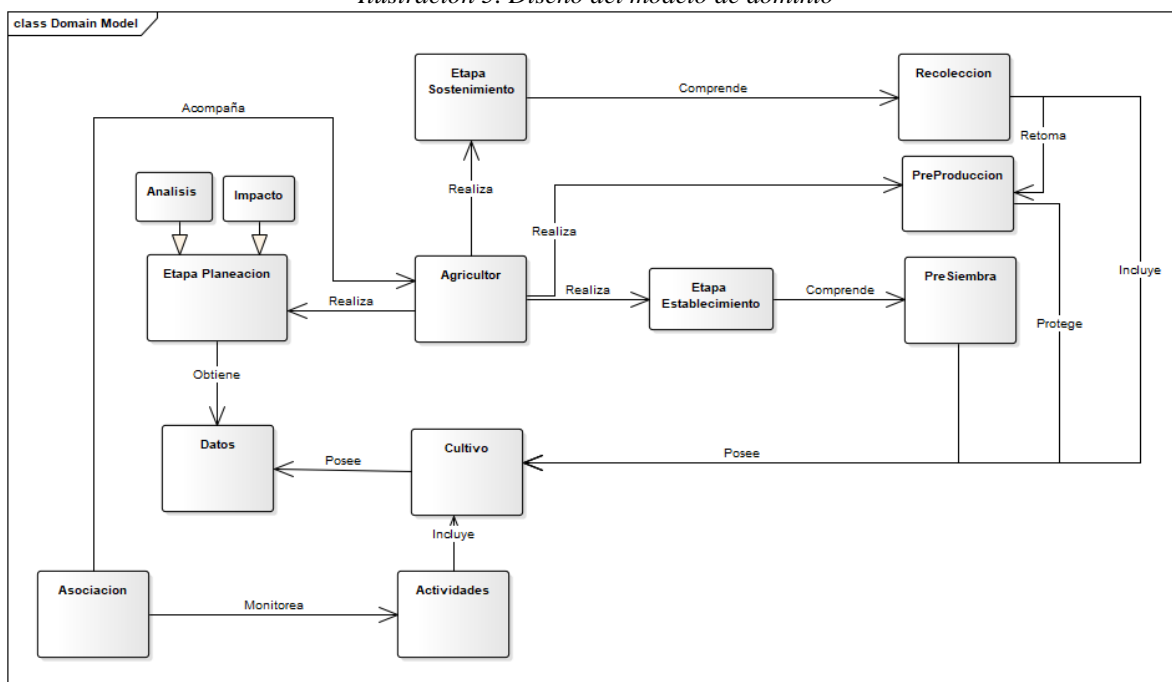
Fuente: Elaborado por Firebase

De acuerdo a lo anterior, se determinaron los modelos y diagramas que la vista 4 + 1 define, a continuación, se verá con detalle las decisiones tomadas y la construcción de cada uno de ellos. En el anexo 3, se podrá visualizar con más detalle la definición de la arquitectura.

8.3.1 Modelo De Dominio

Principalmente se puede visualizar los dos actores que interactúan directamente con el cultivo el agricultor y la asociación, el primero es el encargado de realizar las etapas de producción en el cultivo, en el cual, se logran relacionar los conceptos de planeación, sostenimiento establecimiento y recolección haciendo referencia a las cuatro etapas del proceso productivo. Igualmente se puede ver la asociación, encargada de vigilar las actividades que se le realizan al cultivo y de acompañar al agricultor en todos los procesos y colaborar con sus necesidades sobre el cultivo, en caso de ser necesario.

Ilustración 5. Diseño del modelo de dominio



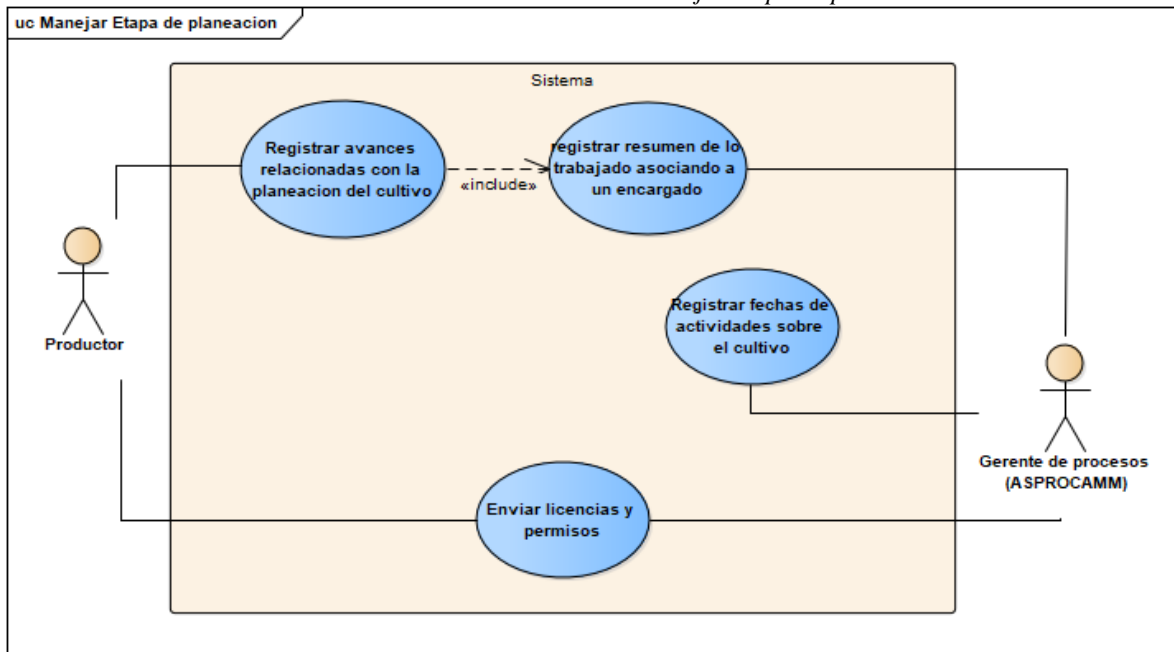
Fuentes: Diseñado por los autores

8.3.2 Casos De Uso Del Sistema

Requisito Funcional 1.

Manejar etapa de planeación: El sistema deberá diligenciar la información que implica planear el terreno, donde se especifican actividades como siembra de la semilla en vivero, ahoyado de la tierra, esto se podrá visualizar como un formulario que estará disponible para que especifique exactamente que realizo y cuál fue el responsable de esta labor. En la ilustración 6 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 6. Diseño del caso de uso Manejar etapa de planeación.

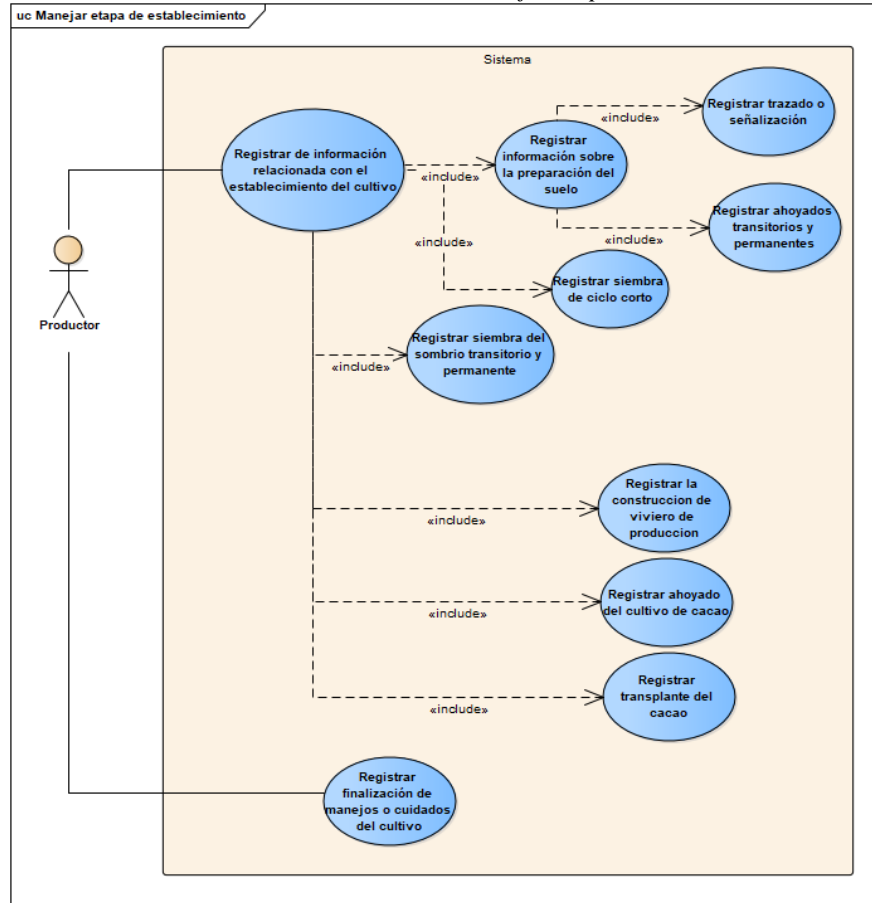


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 2.

Manejar etapa de establecimiento: el sistema permitirá el diligenciamiento de la información correspondiente a la actividad que realizó, es decir, si realizó una poda de formación, especificar las herramientas usadas, responsables, estado en el que se encuentra el cultivo. En la ilustración 7 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

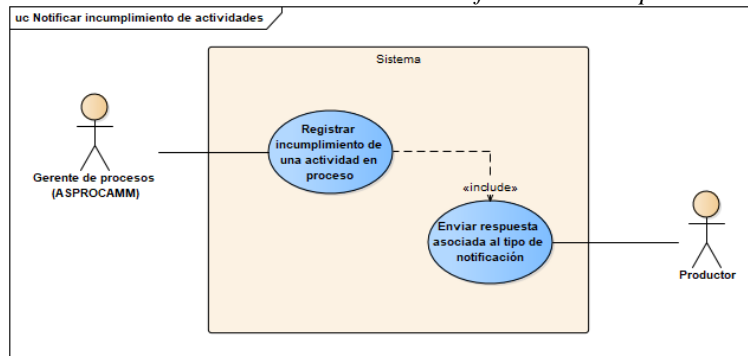
Ilustración 7. Diseño del caso de uso Manejar etapa de establecimiento.



Fuente: Diseñado por los autores

Notificar actividad pendiente: El sistema deberá controlar los tiempos específicos sobre los que se debe realizar determinada actividad (Podas, abonados, podas de formación), el sistema deberá darles seguimiento a estas fechas dispuestas en el año. En la ilustración 8 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 8. Diseño del caso de uso Notificar actividad pendiente

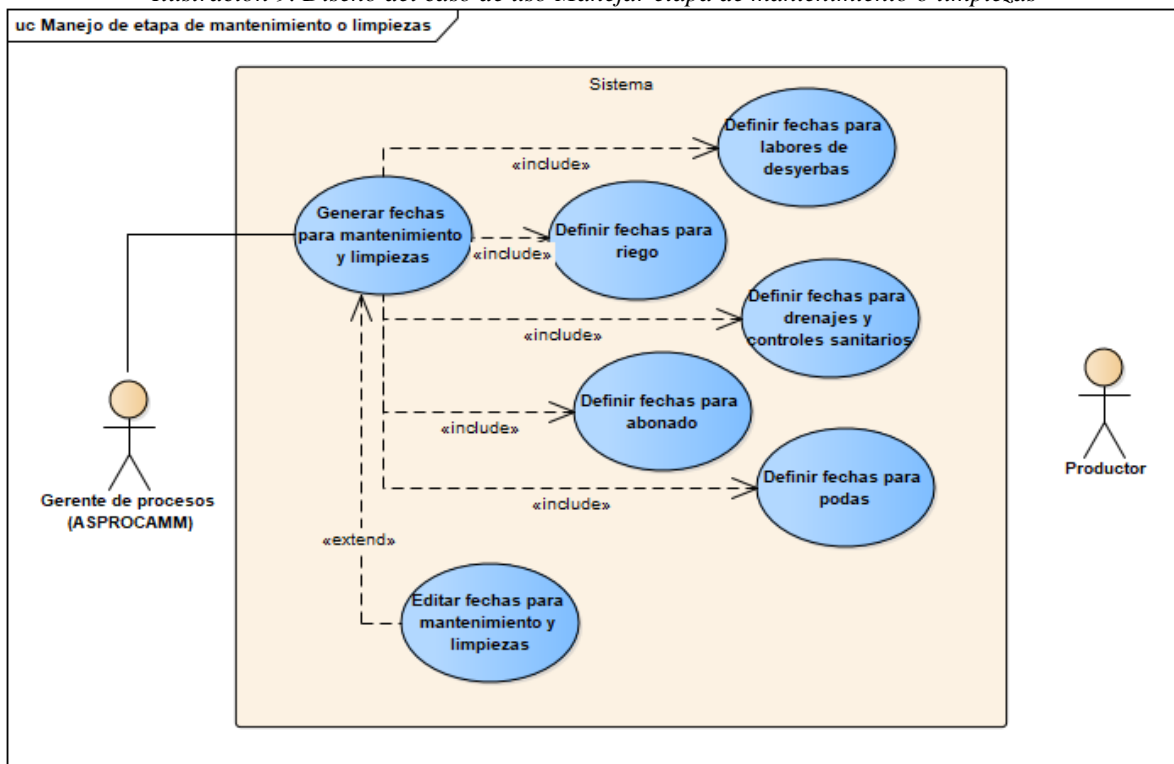


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 3

Registros de actividad en etapa de mantenimiento: el sistema permitirá el diligenciamiento de la información correspondiente a la actividad que ejecutó, es decir, si realizó la cosecha temprana, cuantas mazorcas obtuvo de este procedimiento, quienes realizaron la actividad, en qué fecha fue realizada, si se realizó el abonado y limpiezas sobre el cultivo, además de visualizar si hay un desagüe pertinente para el cultivo y no afecte el cultivo porque no se drena el exceso de agua. En la ilustración 9 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 9. Diseño del caso de uso Manejar etapa de mantenimiento o limpiezas

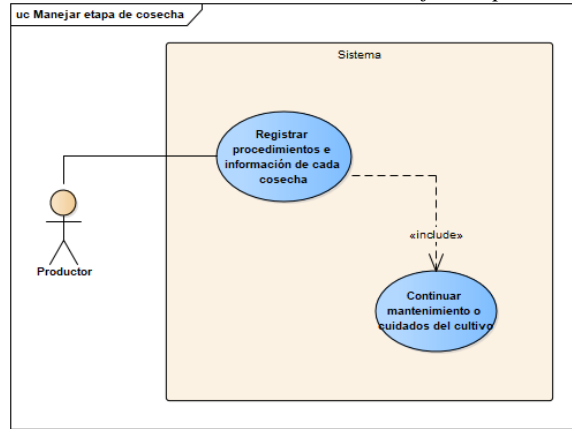


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 4

Registrar información de cosecha: luego de cumplidos el tiempo de cosecha, se debe diligenciar la información pertinente a esta, es decir, registrar la cantidad de mazorcas obtenidas, si todas se encuentran en un estado adecuado de distribución, como fueron clasificadas estas, específicamente categorizar cuantas están aptas para ser comercializadas a un mercado más competitivo y cuáles serán llevadas a la industria de chocolate. En la ilustración 10 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 10. Diseño del caso de uso Manejar etapa de cosecha

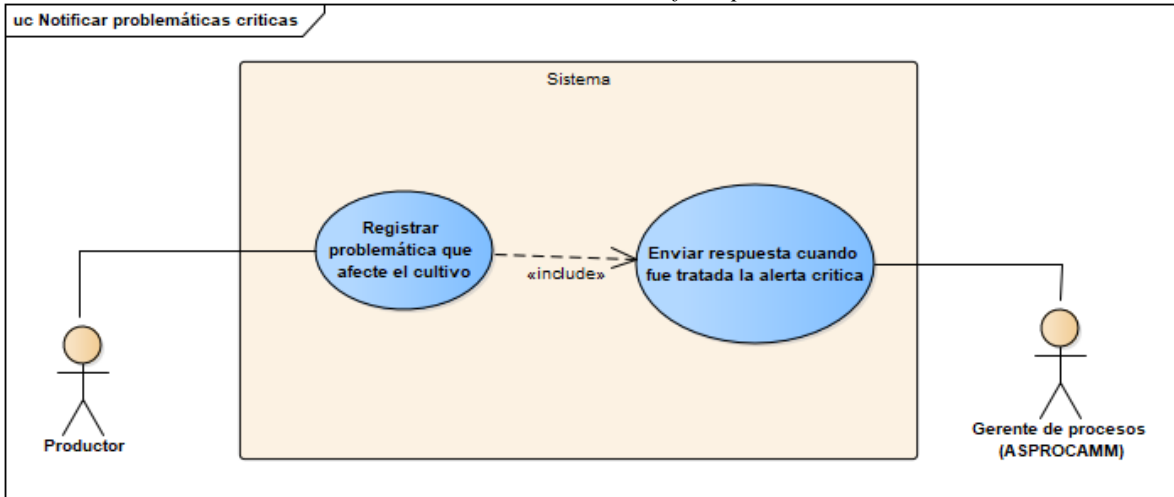


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 5

Notificar problemas críticos: El sistema debe controlar las notificaciones que realiza el agricultor hacia la asociación, sobre cualquier anomalía en el cultivo que traerá como consecuencia la tardanza en la producción. En la ilustración 11 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 11. Diseño del caso de uso Notificar problemáticas críticas



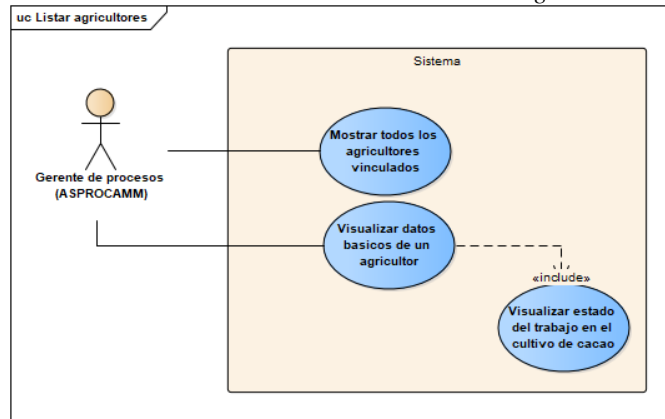
Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 6

Listado de agricultores asociados: el sistema debe diligenciar las consultas que realice determinada asociación sobre los agricultores que pertenezcan a ella, con la finalidad de

poder enterarse que tan avanzado se encuentra el proceso productivo para determinado productor. Estas consultas se podrán filtrar dependiendo de aspectos como periodo de asociación, capacidad de producción y ubicación. En la ilustración 12 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 12. Diseño del Caso de uso listar agricultores

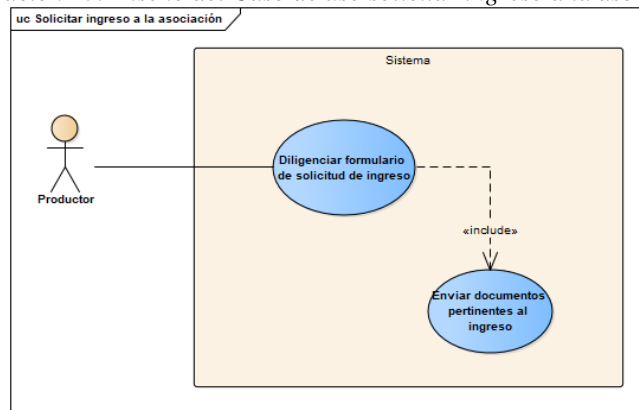


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 7

Notificación solicitud de acceso: En el caso que un agricultor desee pertenecer a determinada asociación, desde el sistema deberá estar en la capacidad de enviar dicha solicitud con sus datos básicos para que se verifiquen los datos y se formalice el proceso. En la ilustración 13 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.

Ilustración 13. Diseño del Caso de uso solicitar ingreso a la asociación

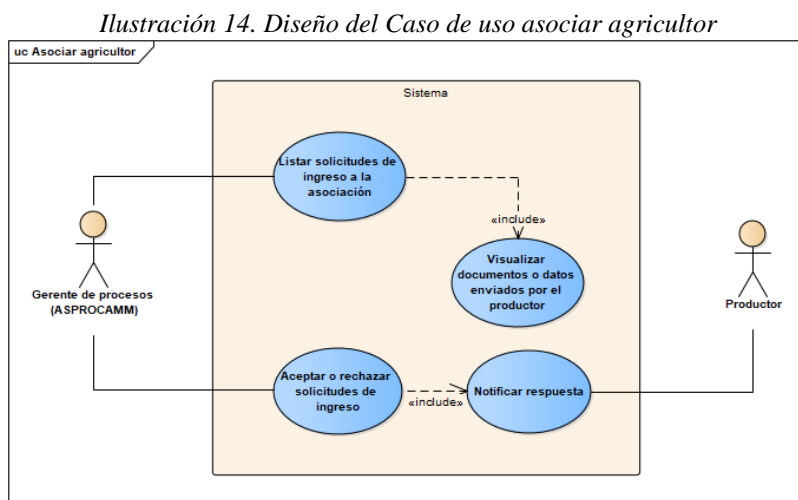


Fuente: Diseñado por los autores

Requisito Funcional 8

Registro de agricultores: De acuerdo a una solicitud de ingreso realizada por los agricultores, las asociaciones deberán verificar la información sobre sus cultivos y sus actividades y proceder a realizar el registro.

Notificar registro y usuario: el sistema debe permitir diligenciar a las asociaciones la creación de un usuario para el agricultor registrado, esto podrá ser con el correo o con el teléfono celular que este maneje. En la ilustración 14 se puede apreciar los casos de uso relacionados con el requisito descrito.



Fuente: Diseñado por los autores

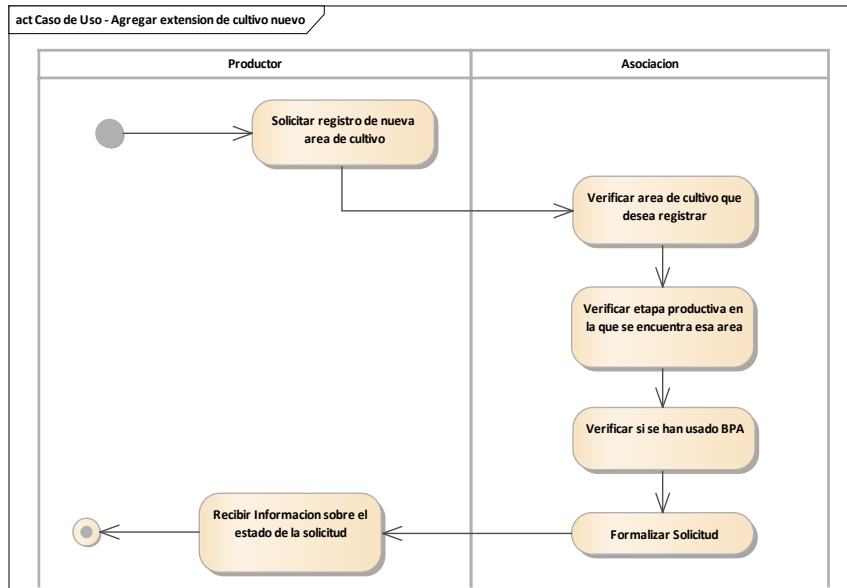
8.3.3 Procesos De Negocio

Los diagramas de actividades se utilizan para representar las actividades o procesos que se llevan a cabo para ejecutar un caso de uso en específico, en las siguientes imágenes se representara cada uno de los procedimientos para los casos de usos representados en el ítem anterior. de este documento.

1. Agregar Extensión De Cultivo Nuevo

En la ilustración 15, se muestra el flujo de proceso entre los diferentes actores para agregar una nueva extensión de cultivo.

Ilustración 15. Definición del proceso para Agregar extensión de cultivo nuevo

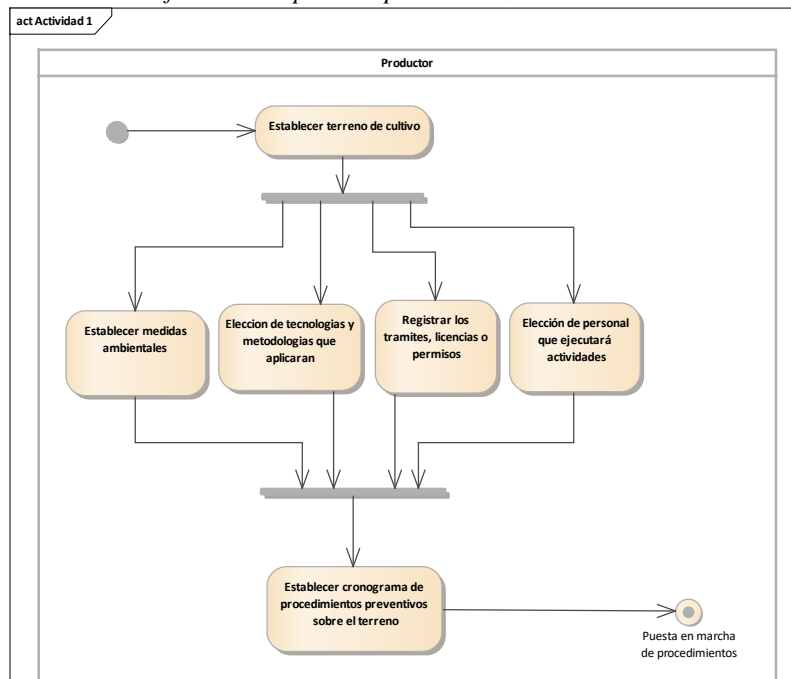


Fuente: Diseñado por los autores

2. Actividades De La Etapa 1

En la ilustración 16, se aprecia el flujo de proceso entre los diferentes actores para realizar las actividades de la etapa inicial del proceso productivo.

Ilustración 16. Definición del proceso para Realizar las actividades de la etapa 1

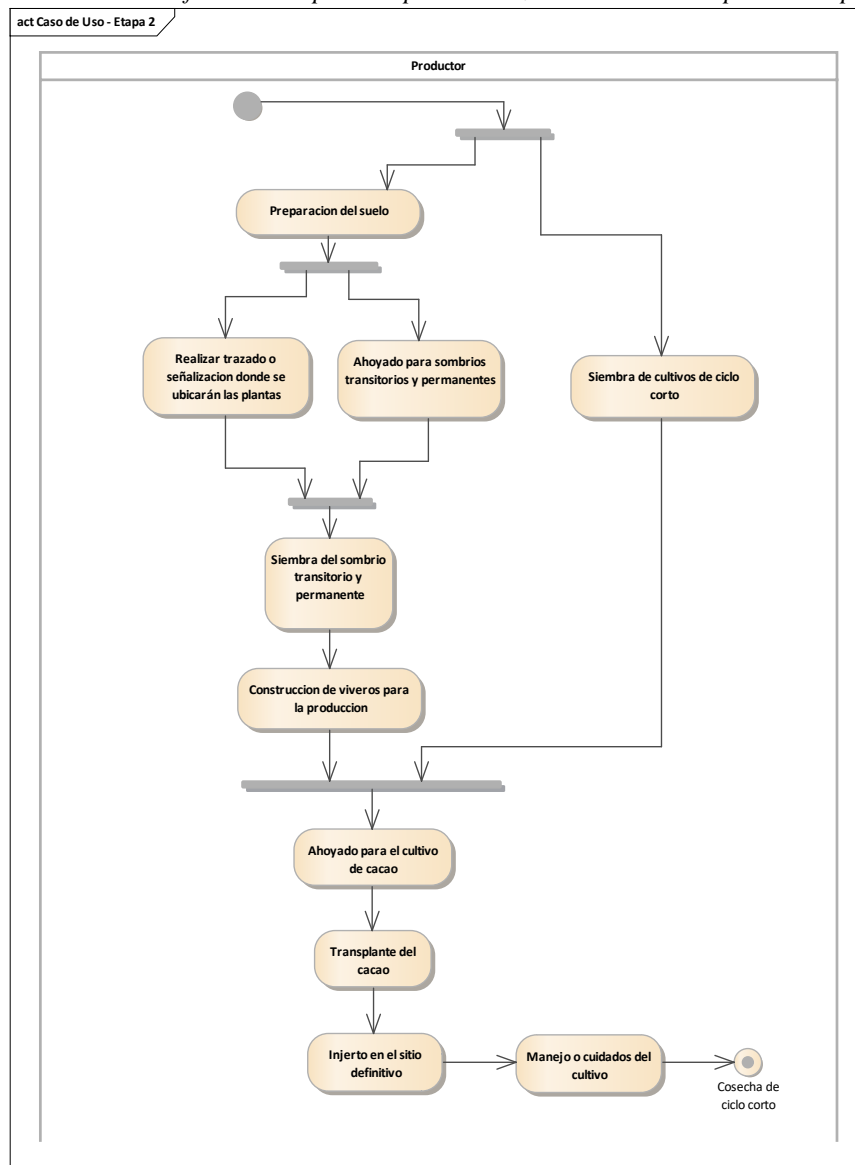


Fuente: Diseñado por los autores

3. Actividades De La Etapa 2.

En la ilustración 17, se aprecia el flujo de proceso entre los diferentes actores para ejecutar las actividades de la etapa 2.

Ilustración 17. Definición del proceso para Realizar las actividades para la etapa 2

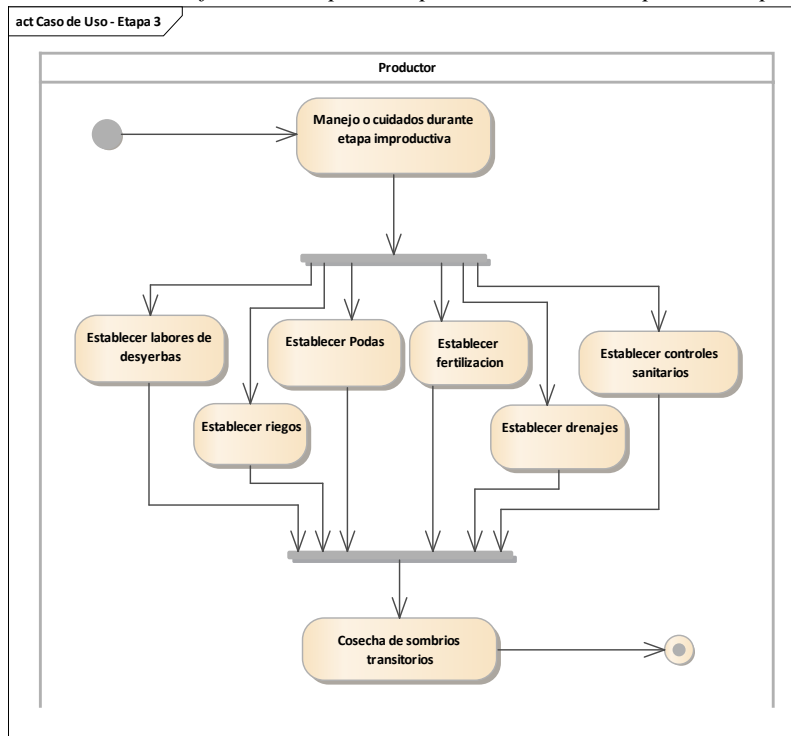


Fuente: Diseñado por los autores

4. Actividades Etapa 3

En la ilustración 18, se aprecia el flujo de proceso entre los diferentes actores para ejecutar las actividades de la etapa 3 de producción.

Ilustración 18. Definición del proceso para las actividades para la etapa 3

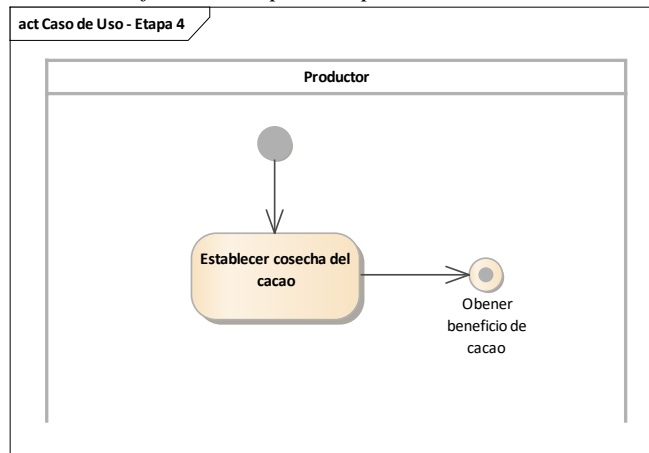


Fuente: Diseñado de los autores

5. Actividades Etapa 4

En la ilustración 19, se muestra el flujo de proceso entre los diferentes actores para ejecutar las actividades de la etapa 4 de producción.

Ilustración 19. Definición del proceso para las actividades de la etapa 4

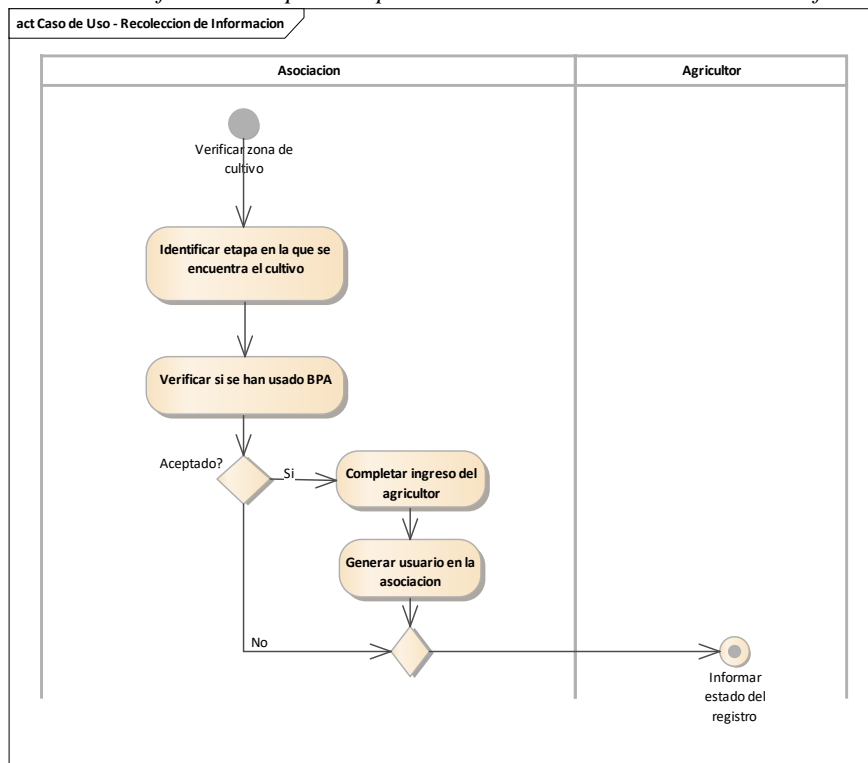


Fuente: Diseñado de los autores

6. Recolección De Información

En la ilustración 20, se encuentra el flujo de proceso entre los diferentes actores durante la recolección de información al momento de registrar un nuevo productor.

Ilustración 20. Definición del proceso para las actividades de recolección de información

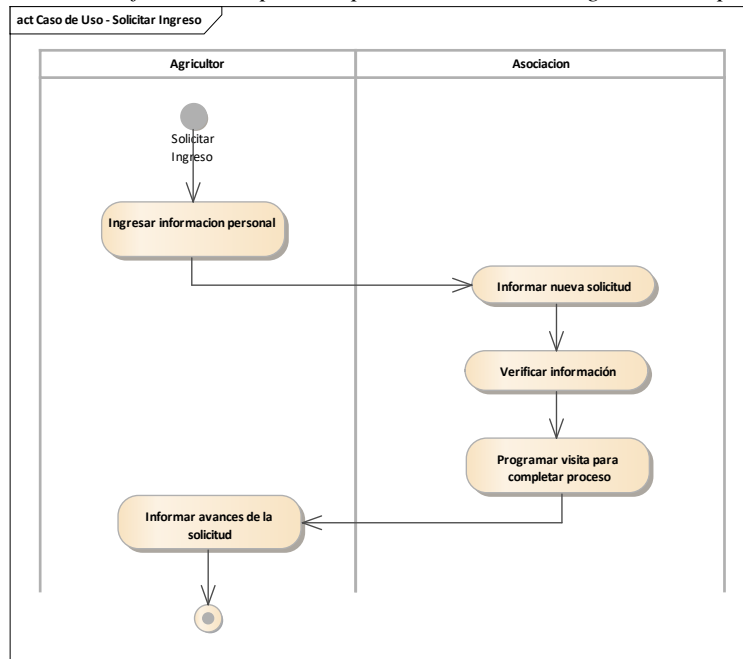


Fuente: Diseñado por los autores

7. Solicitar Ingreso

En la ilustración 21, el flujo de proceso entre los diferentes actores durante solicitud de ingreso que es realizada por un productor

Ilustración 21. Definición del proceso para la solicitud de ingreso de un productor

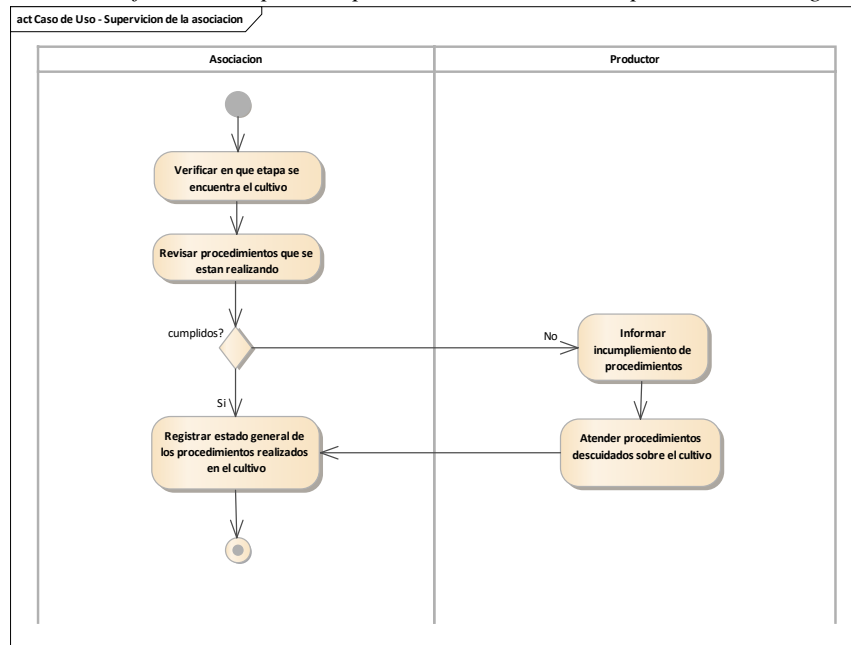


Fuente: Diseñado por los autores

8. Supervisión De La Asociación

En la ilustración 22, se puede apreciar cual es el flujo de proceso entre los diferentes actores durante la supervisión de las actividades ejecutadas por los productores.

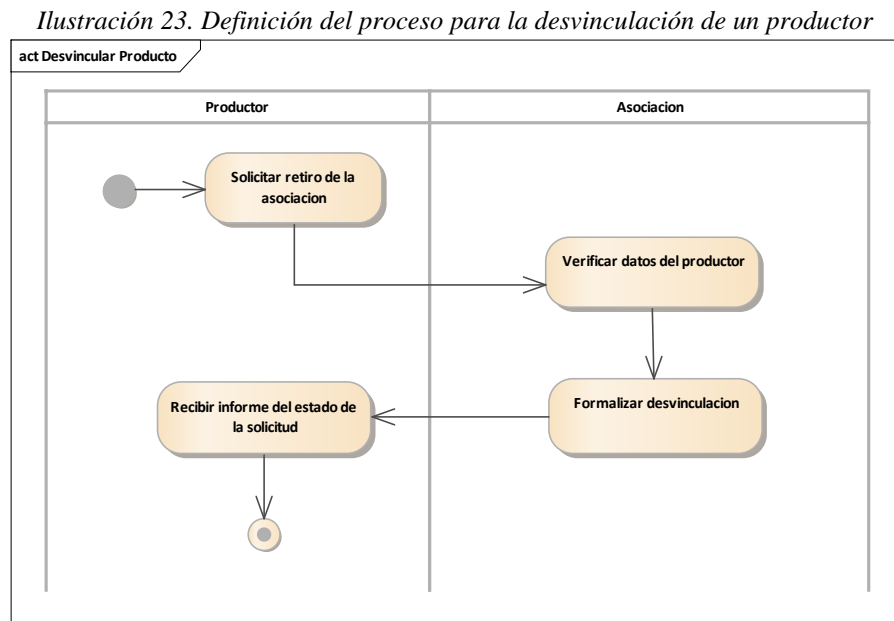
Ilustración 22. Definición del proceso para las actividades de supervisión a los agricultores



Fuente: Diseñado de los autores

9. Desvincular Productor

En la ilustración 23, se puede apreciar cual es el flujo de proceso entre los diferentes actores durante solicitud de ingreso que es realizada por un productor



Fuente: Diseño de los autores

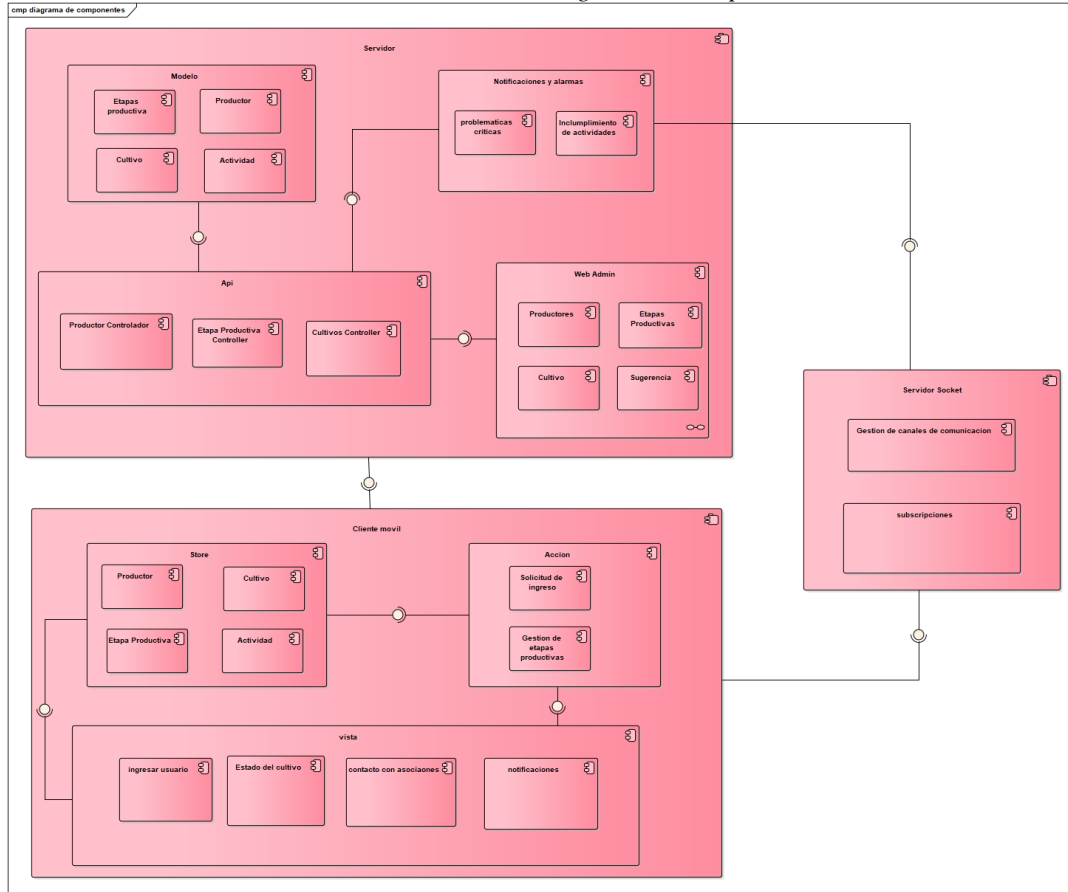
8.3.4. Vista lógica

En esta vista se presenta las funcionalidades del sistema software a desarrollar, es decir, lo que el sistema debe hacer y los servicios que ofrece se encuentran representadas por los diagramas de clase y de componentes presentados a continuación.

1. Diagrama de componentes

En la siguiente imagen se presenta el diagrama de componentes del sistema donde se logra observar el servidor con módulos implantados por capas y servicios basados en el patrón SOA, con la pequeña implementación de un servidor socket basado en el patrón publicación / suscripción para la gestión de las notificaciones de todo el software, del mismo modo, se presentan dos conjuntos de componentes que representan los clientes que consumirán el servidor.

Ilustración 24. Diseño del Diagrama de componentes.

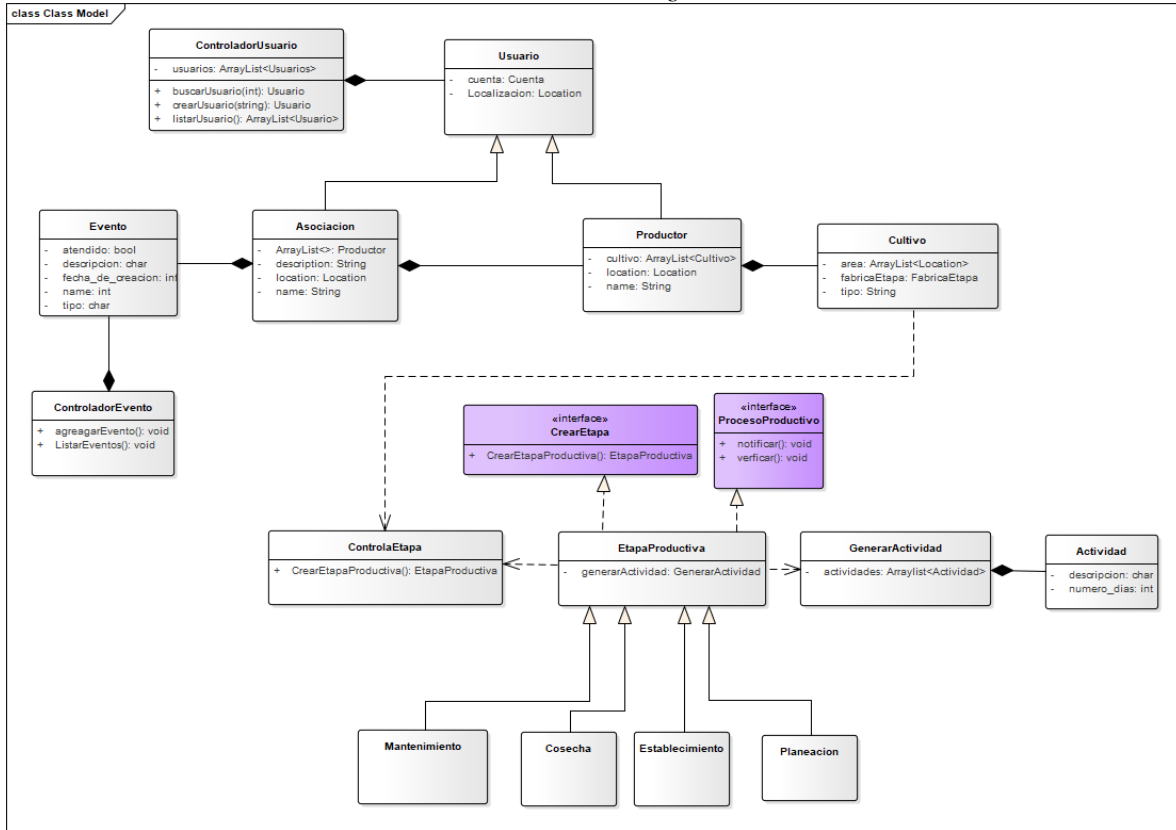


Fuente: Diseñado por los autores

2. Diagrama de Clases

En la siguiente imagen se puede observar el diagrama de clase, las clases fueron creados basándose en los patrones propuestos por GRASP para la correcta asignación de responsabilidades, asegurar el bajo acoplamiento y la alta cohesión.

Ilustración 25. Diseño del Diagrama de clases.

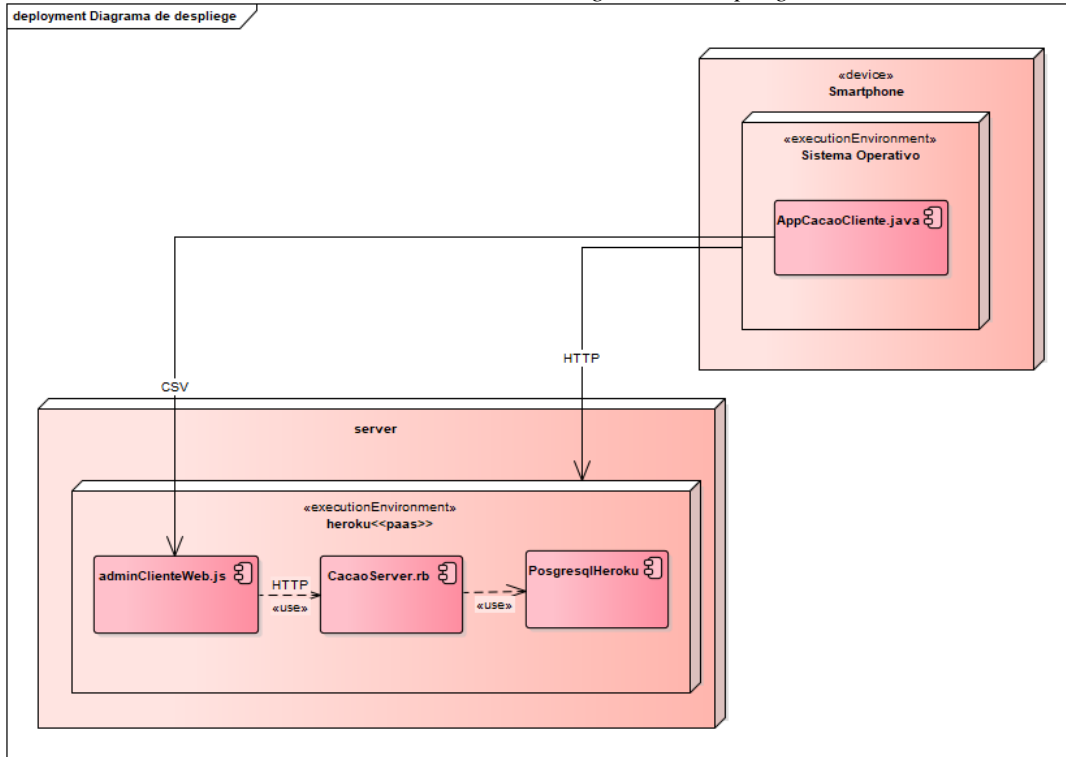


Fuente: Diseñado por los autores

8.3.5 Vista Física

La arquitectura física toma en cuenta primeramente los requisitos no funcionales del sistema tales como la disponibilidad, confiabilidad (tolerancia a fallas), performance (throughput), y escalabilidad. El software se ejecuta sobre una red de computadores o nodos de procesamiento (o tan solo nodos). De acuerdo a lo anterior, en la siguiente imagen se plantea un diagrama que representa el despliegue de la solución software a desarrollar, se define los nodos necesarios para la ejecución de la aplicación, en este diagrama puede visualizar de manera más clara el patrón cliente servidor con el que se logra garantizar una mayor portabilidad para los usuarios. En la ilustración 26 se puede visualizar el diagrama de despliegue.

Ilustración 26. Diseño del Diagrama de despliegue



Fuente: Diseñado por los autores

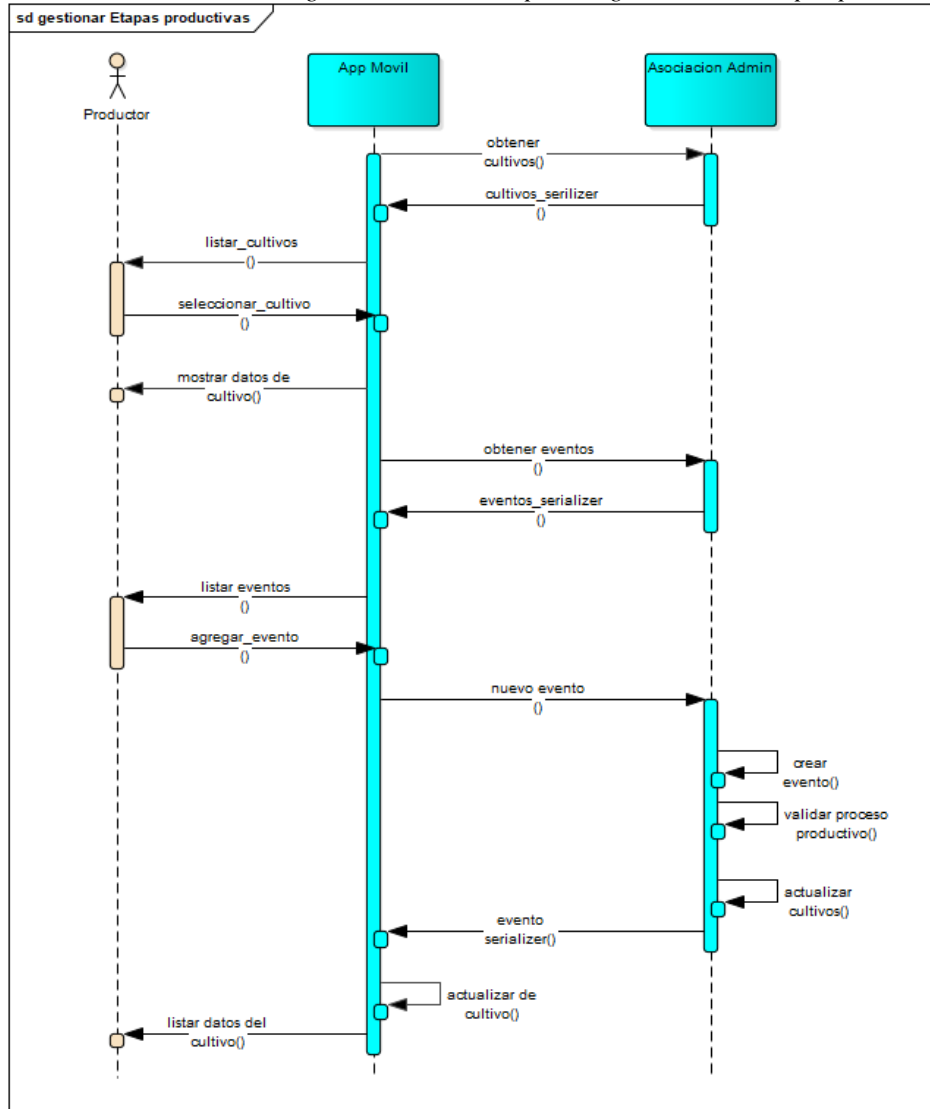
8.3.6. Vista de procesos

Basado en los diagramas diseñados para los casos de uso, se procedió a crear los de secuencia mostrando tres de los procesos transversales que se implementan en la aplicación.

Gestión de las etapas productivas:

En este diagrama de secuencia, se logra observar el flujo de acciones que se disparan para administrar los eventos o actualizaciones que realiza el agricultor sobre cada una de las etapas productivas que se encuentren activas. En la ilustración 27 se encuentra el diagrama creado.

Ilustración 27. Diseño del Diagrama de secuencia para la gestión de las etapas productivas

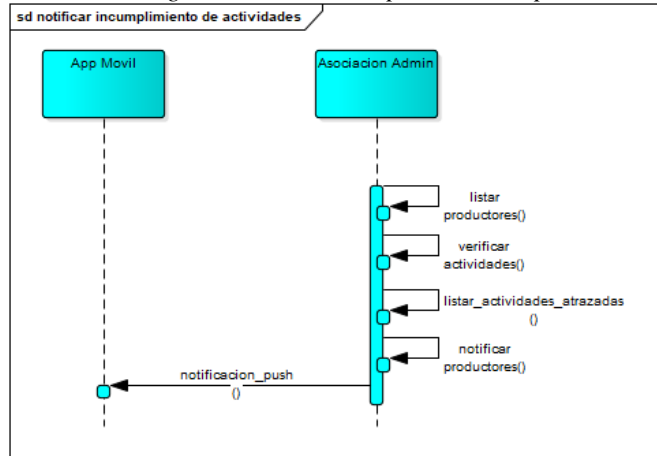


Fuente: Diseñado por los autores

Notificar incumplimiento de las actividades:

En este diagrama de secuencia, se logra observar es el flujo de acciones que se disparan para cambiar de estado cuando el agricultor se encuentra atrasado por el incumplimiento de los tiempos definidos para su ejecución, además de mostrar el flujo de creación de la notificación que es enviada al agricultor. En la ilustración 28 se encuentra el diagrama creado

Ilustración 28. Diseño del Diagrama de secuencia para el incumplimiento de las actividades

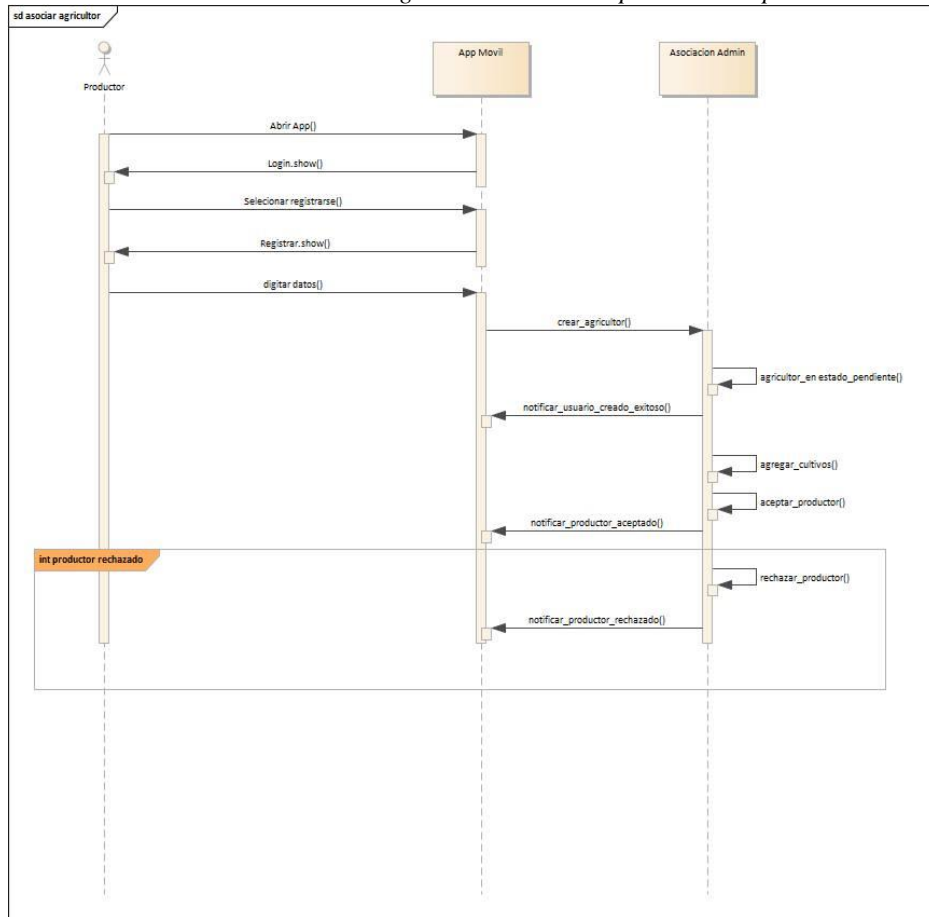


Fuente: Diseñado por los autores

Asociar agricultor:

En este diagrama de secuencia, se logra observar es el flujo de acciones que se disparan para asociar un nuevo agricultor que diligencia el formato de solicitud desde la aplicación móvil, además de mostrar el flujo desde el administrador para aceptar o rechazar dicha solicitud. En la ilustración 29 se encuentra el diagrama creado.

Ilustración 29. Diseño del Diagrama de secuencia para asociar productor



Fuente: Diseñado por los autores

8.4 DESCRIPCIÓN DE LAS APLICACIONES

8.4.1. Configuración de los servicios utilizados

Dentro de la aplicación se utilizaron ciertos servicios que permitieron el cumplimiento funcional requerido para la aplicación, a continuación, se describirán cuales fueron esos servicios y como se configuraron para poder ser implementados en el desarrollo de la aplicación.

Principalmente el servicio que gestiona la notificación a los usuarios es Firebase Cloud Messaging (FCM), la cual permite el envío de mensajes de manera segura y gratuita. Para implementarla fue necesario configurar el entorno del cliente en este caso el aplicativo móvil y el API donde se maneja la lógica del envío de notificaciones, en párrafos siguientes se describirá como se realizó la configuración inicial, sin embargo, antes es oportuno mencionar porque se implementó FCM como servicio de mensajería y no alguno otro.

Es claro que dentro del mercado existen otras plataformas que ofrecen el servicio de notificaciones, pero estas pueden variar en rapidez, seguridad y primordialmente en costo. Se realizará la comparación entre dos servicios, el que fue implementado (Firebase Cloud Messaging) y el disponible por AWS (Amazon Simple Notification Service).

El servicio que ofrece AWS cuenta con diferentes tipos de entrega de notificaciones, lo cual es un punto diferenciador puesto que se puede enviar notificaciones desde diferentes funciones, es decir, puede ser implementado para enviar notificaciones push, mensajes de texto (SMS), emails, consultas HTTP/s y comunicarse directamente con otros servicios disponibles en esta plataforma como Simple Queue Service (SQS) o Funciones Lambda facilitando su comunicación.

La idea principal se basaba en el envío de mensajes de texto (SNS) puesto que se quería cubrir alguna posible desconexión por parte del cliente móvil y la ventaja de los mensajes de texto es que no depende de la conexión a internet, sin embargo, durante el desarrollo y las conversaciones con el cliente final se llegó a la conclusión que el mantenimiento de este servicio es muy costoso. Amazon SNS maneja los cobros dependiendo de la cantidad de

mensajes que se entreguen, este costo es bastante bajo por mensaje, pero las asociaciones productoras manejan un gran número de productores vinculados lo que hace que aumente el precio a una escala que puede llegar a ser inmanejable, a continuación, en la tabla 11 se logrará apreciar dicha conclusión.

Tabla 11. Costos de servicio de mensajes en AWS

TIPO DE PUNTO DE ENLACE	CAPA GRATUITA	PRECIO
Notificaciones push móviles	1 millón	0.50 USD por millón
Envío internacional de mensajes SMS	100	0,0038 USD por mensaje
email/email-JSON	1000	2,00 USD por 100 000
HTTP/s	100 000	0,60 USD por millón
Simple Queue Service (SQS)	Las entregas a colas de SQS se realizan sin cargo	
Funciones de Lambda	No se cobran las entregas realizadas a Lambda	

En el ítem 2 de la tabla se puede apreciar que el costo por mensaje es de 0,0038 USD lo que en peso colombiano se redondea a 12.05 pesos, partiendo de la información inicial que brinda la asociación ASPROCAMM, la cual cuenta con 200 productores aproximadamente, se estimó que estas envíen un mensaje diario informando sobre las sugerencias que deben tener en cuenta, además de los mensajes que se envían aceptando o rechazando las solicitudes que personas independientes envían para participar dentro de la cooperativa, redondea el número a aproximadamente 7.000 mensajes por mes, llevando a un costo total por mes de 84.350\$ lo que sería anualmente 1.012.200\$, este valor sería únicamente en el mantenimiento del servicio de mensajería, lo que excluye el mantenimiento del servidor, base de datos, entre otros aspectos que son requeridos para que el sistema continúe funcionando. A pesar de lo anterior, AWS maneja otros tipos de entrega de notificaciones como las Push, y como se apreció en la tabla es bastante económico, puesto que su valor es de 0.50 USD por 1 millón de notificaciones y según lo planteado aproximadamente por mes las asociaciones pueden estar enviando 7000 mensajes lo que estaría incluido dentro del millón disponible en AWS. Luego de analizado lo anterior, se encuentra firebase, que cuenta con diferentes planes de pago y cuenta con las mismas características suministradas por AWS, sin embargo, un punto en contra es que no tiene disponible el envío de mensajes de texto (SMS) solo se encuentran las notificaciones Push, a pesar de esta desventaja, firebase proporciona este servicio sin ningún tipo de cargo, lo que permite implementar notificaciones en tiempo real sin generar cobros y su implementación es más simple en los clientes móviles. De acuerdo a las pequeñas

diferencias en costo y modo de implementación, se tomó la decisión de implementar firebase como proveedor para el envío de notificaciones.

A continuación, se retomará la introducción a las configuraciones iniciales necesarias para poder implementar servicios externos en la aplicación, en primer lugar, se mencionarán los pasos aplicados para asociar el cliente móvil con Firebase Cloud Messaging, la ampliación de esta documentación se encuentra disponible en la página original de firebase:

1. El cliente móvil es nativo en Android, por lo que se deben instalar ciertas dependencias y aceptar permisos para que el usuario pueda recibir o manejar este servicio

Ilustración 30. Configuración de nueva dependencia en el gradle

```
implementation 'com.google.firebase:firebase-messaging:17.3.4'
```

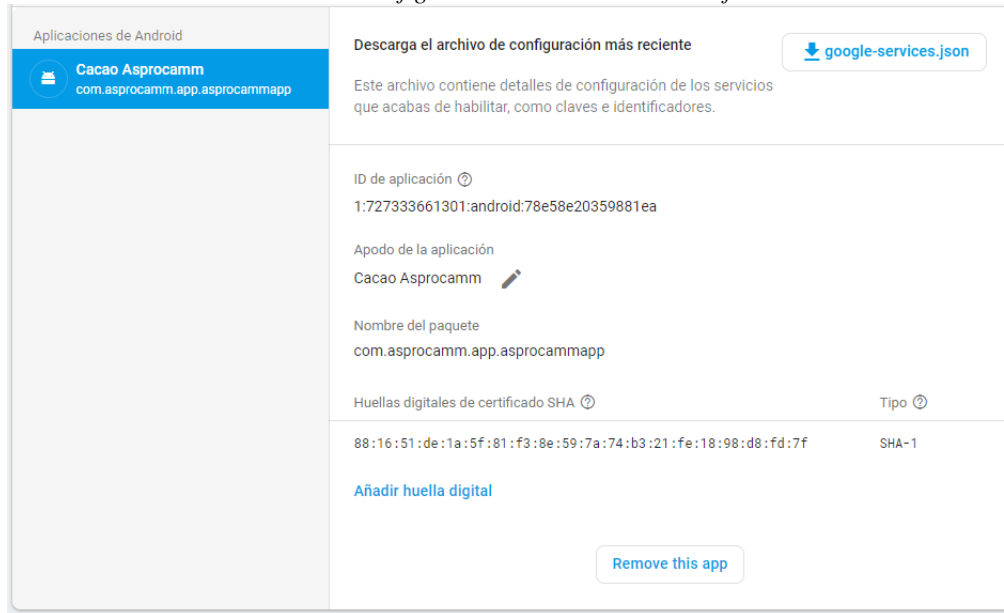
Ilustración 31. Configuración de permisos en el Manifest.xml

```
<service android:name=".java.MyFirebaseMessagingService">  
  <intent-filter>  
    <action android:name="com.google.firebase.MESSAGING_EVENT" />  
  </intent-filter>  
</service>
```

Lo que se visualiza en la ilustración 30, permite que el cliente móvil pueda recibir o incluso enviar notificaciones, este último no se implementó en el aplicativo, el usuario solo será capaz de recibir notificaciones provenientes de la asociación. En la ilustración 31, se muestran los permisos otorgados al aplicativo, así como el envío de mensajes, también deben habilitarse la conexión a internet, lectura y escritura de archivos, el de acceso a la cámara entre otros, esto es obligatorio para administrar las funcionalidades disponibles en la aplicación.

2. Completado lo anterior, es necesario agregar un archivo de configuración en el cliente Android para que todo los cambios o actualizaciones sobre el envío de mensajes se realicen allí en dicho archivo, para esto se deben generar las claves SHA1, lo cual es como una huella dactilar para el proyecto que se creó, por último, se completan los pasos sugeridos por la plataforma y se genera el archivo google-services.json donde se encontraran las configuraciones pertinentes relacionadas con el cliente móvil.

Ilustración 32. Configuración del servicio de Notificaciones



3. Configuración de la API: Para el API se implementa un framework llamado Ruby on Rails, este framework utiliza gemas o librerías externas para manejar los servicios a los que accederá el cliente móvil y web, para el manejo de notificaciones es necesario instalar la gema que permita la gestión de estos, para este caso en específico, se implementó la gema “FCM” con el comando *gem install fcm* se habilitara la facultad de aplicar el servicio de Firebase Cloud Messaging en el api con rails.

Otro de los servicios implementados es el de S3 para la gestión de almacenamiento de archivos en cualquier formato (JPG, XLS, CSV, PDF, etc.), el manejo de este servicio se hizo directamente en el API puesto que la gestión de subida o descarga de archivos se hace de acuerdo a las peticiones HTTP/s realizadas por el cliente, para esto es necesario instalar el SDK de AWS, similar a lo realizado en pasos anterior con los servicios de firebase, en el caso de S3 se instaló la gema específica para este servicio “aws-sdk-s3” permitiendo la subida y descarga de archivos en cualquier formato.

8.4.2. Desarrollo de la API y el cliente Móvil.

Para el desarrollo del API era necesario tener claro qué tipo de información debía recibir el cliente móvil, para actividades que pudieran diligenciarse y observarse adecuadamente en la aplicación, por lo tanto, a partir de allí se definieron los endpoints donde se realizarían las

peticiones HTTP. A continuación, en la tabla 12 se describirá la lista de endpoints disponibles que función cumple cada uno, además de describir como retornará la respuesta y que parámetros necesita.

Tabla 12. Peticiones HTTP/s disponibles en el sistema

URL HTTP/S	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS
<i>/auth/sign_in</i>	Permite la autenticación del usuario en el sistema, permitiéndole acceder a las funcionalidades disponibles dentro de el	No se envían
<i>/auth/sign_out</i>	Permite que el usuario cierre sesión en la aplicación, internamente esta borra el método de autenticación y el token generado por el teléfono para usar los servicios de firebase	No se envían
<i>/producer</i>	Permite obtener toda la información referente a un productor registrado en el sistema	No se envían
<i>/cultivos/{cultivo_id}</i> <i>/etapas_productivas</i>	Permite obtener todas las etapas productivas de un cultivo que se encuentre correctamente registrado en el sistema	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{cultivo_id}</i>), este es para indicar el id del cultivo dentro de la base de datos
<i>/cultivos/{cultivo_id}</i> <i>/registro_actividad</i>	Permite obtener todos los registros de actividad almacenados por cultivo	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{cultivo_id}</i>), este es para indicar el id del cultivo dentro de la base de datos
<i>etapa_productivas/{etapa_id}</i> <i>/registro_actividades/eventos</i>	Permite obtener todos los eventos asociados a una etapa productiva y un cultivo en específico	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{etapa_id}</i>), este es para indicar el id de la etapa productiva dentro de la base de datos
<i>etapa_productivas/{etapa_id}</i> <i>/registro_actividades/eventos</i> <i>{evento_id}</i>	Permite obtener la información de un evento en específico	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{etapa_id}</i>), este es para indicar el id de la etapa productiva y (<i>{evento_id}</i>) indica el id de un evento dentro de la base de datos
<i>etapa_productivas/{etapa_id}</i> <i>/actividades/{actividad_id}/sugerencias</i>	Permite obtener la información de las sugerencias asociadas a través de la etapa y la actividad	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{etapa_id}</i>), este es para indicar el id de la etapa productiva y (<i>{actividad_id}</i>) indica el id de una actividad dentro de la base de datos
<i>cultivos/{id}/finalizar_actividad</i>	Permite actualizar el registro de la actividad actual y colocarla como completada, dentro de esta petición se envían documentos o imágenes que comprueben la actividad ejecutada	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{etapa_id}</i>), este es para indicar el id del cultivo dentro de la base de datos

URL HTTP/S	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS
<i>productor/data_graficas</i>	Permite obtener las métricas calculadas a partir de la base de datos con respecto al progreso que ha realizado el productor	No se envía
<i>asociacion/{asociacion_id}</i>	Permite obtener información de la asociación a la cual determinado productor se vinculo	Dentro de la ruta se envía un número (<i>{asociacion_id }</i>), este es para indicar el id de la asociación dentro de la base de datos

Para el desarrollo móvil, se implementaron componentes acordes con el concepto de Material Design, lo cual es un concepto de diseño que organiza las vistas adecuadamente y visiblemente más ordenado y armónico, dentro de la aplicación se utilizaron componentes como CardView, RecyclerView, StepperView entre otros.

Con las peticiones que se realiza al api se llena la información en cada uno de los componentes que se crearon en el cliente móvil.

1. Se creo un menú donde se encuentran las opciones disponibles para los usuarios, una de ellas es la opción cultivos, donde podrá visualizar la lista de los cultivos que el agricultor registrado tiene asociado, otra opción disponible es la de sugerencias donde se listan todos los mensajes que crea la asociación, allí podrá buscar por cada una de las actividades que diligencia la cooperativa y leer los consejos que agregan, otra opción es la de gráficas, allí vera un estimado de avance que lleva hasta el momento el productor registrado, por último se encuentran las opciones Perfil y Detalles de la asociación, donde podrá configurar o actualizar la información básica con la que se registró en el sistema, además de ver los datos básicos de la asociación.
2. Cada uno de los menús descritos en el ítem 1, redireccionan a funciones específicas donde se podrá ver la lista de cultivos por ejemplo y de allí desencadenar otras funciones como ver la lista de las etapas productivas que debe cumplir, agregar registros sobre los avances que cada productor a realizado, finalizar las actividades que esté llevando a cabo, adjuntar archivos donde se visualizar mejor el progreso sobre su cultivo.

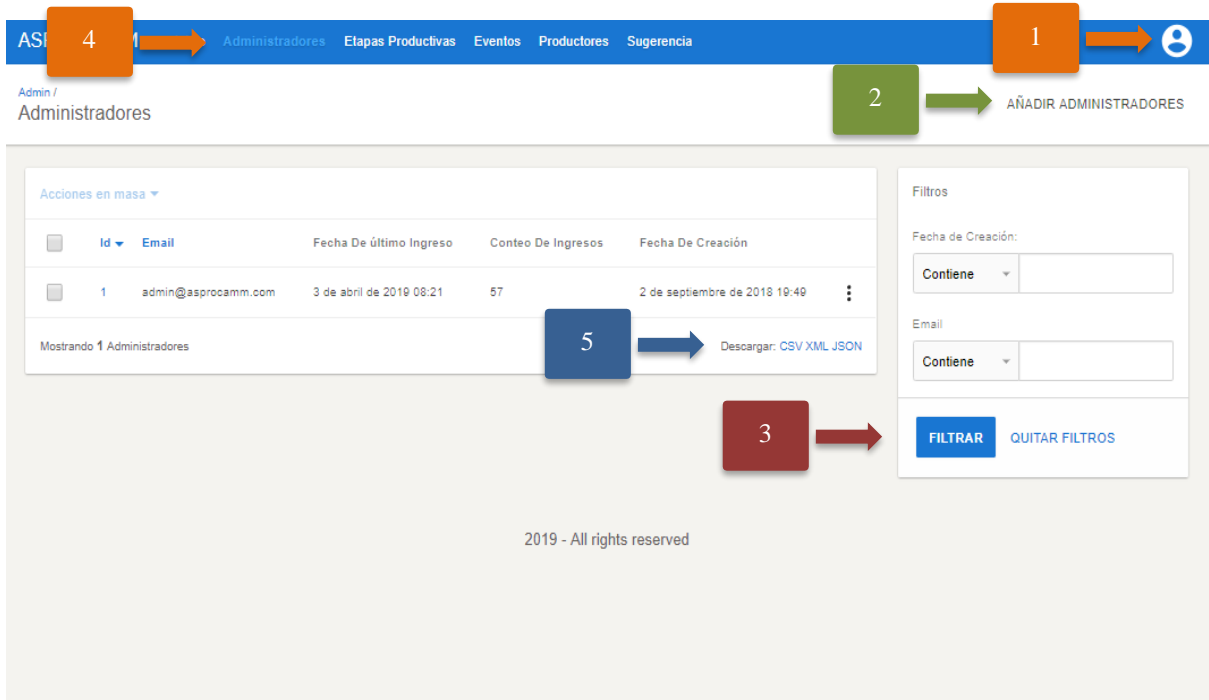
8.4.3. Implementación de Active Admin para la gestión del avance de los productores.

El desarrollo de la aplicación, cuenta con un cliente móvil para cada uno de los productores vinculados a una cooperativa determinada y una API para el manejo de las peticiones donde se gestiona acciones de obtención, actualización y creación de información para los mismos productores y para las asociaciones productoras. Sin embargo, hasta el momento no se ha descrito de qué manera es posible para las asociaciones gestionar la información de los agricultores y tomar decisiones con respecto al avance que estos llevan. De esta manera, se consideró necesario crear un cliente web para las cooperativas donde se pudiera visualizar de manera más clara el avance de los productores.

Hasta el momento, se ha descrito que las tecnologías usadas es Java para el desarrollo móvil y Ruby a través del framework Ruby on Rails para la creación de la API, además de los diferentes servicios acoplados a dichas tecnologías, a partir de esto, se tomó la decisión de continuar con la implementación de Ruby on Rails para la creación del cliente web, debido a que la gestión o desarrollo de herramientas es bastante robusto y cuenta con herramientas útiles que al ser integradas facilitan y mejoran la integridad y seguridad de los datos.

Teniendo en cuenta que la herramienta base es Ruby on Rails, se agregó una gema, es decir, un paquete de librerías para ser aplicadas en Ruby que integran funcionalidades, por ejemplo, la utilización de servicios externos a este framework como Firebase o S3, vistos en ítems anteriores, son manejados a través de paquetes que otorga la posibilidad de interactuar con dichos servicios. La gema instalada se llama Active Admin, este es un marco que permite la creación de interfaces de estilo de administración, donde la generación de diseño e intervención de patrones se facilita para solo preocuparse por la integración de características que hagan más robusta la aplicación que se esté desarrollando. En la ilustración 33 se logrará apreciar una de las vistas creadas a partir de la gema Active Admin, donde se listan los administradores creados, a continuación, se explicarán algunas de las características que esta gema gestiona al momento de crear interfaces.

Ilustración 33. Implementación de Active Admin



1. Autenticación: Dentro de Ruby on Rails se integra métodos de autenticación para solo dar acceso a las personas registradas correctamente en la base de datos.
2. Acciones: Es posible agregar botones para agregar contenidos, eliminar o editar sobre la información que se encuentre disponible para el usuario
3. Filtros: Las tablas que son creadas cuentan con el uso de filtros para solo visualizar la información de acuerdo a criterios específicos, por ejemplo, la fecha en que fue creado un registro, el estado en el que esta u otras características propias a la lista que se esté renderizando.
4. Navegación global: Permite agregar interfaces para cada una de los registros en la base de datos que considere debe ser visualizados, los cuales serán administrados desde el menú global.
5. API y descargas: Cada una de las interfaces que es creada a partir la información almacenada en la base de datos, se encuentra disponible para descargar en tres tipos de formato diferentes JSON, XML y CSV

8.5 PRUEBAS FUNCIONALES

A continuación, se describirán los casos de prueba aplicados, describiendo que datos fueron ingresados al sistema y como este se comportó positiva o negativamente.

8.5.1 Caso 1. Ingreso al administrador web

Caso positivo

Tabla 13. Prueba funcional para verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña validos

Identificador: ADMIN_01		Descripción: Verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña validos		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba:		
1	El usuario debe estar creado con anterioridad en el sistema	1	Correo: admin@gmail.com	
		2	Contraseña: Password	
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Visualizar Landing-Page	El usuario puede iniciar en la aplicación	El usuario puede iniciar en la aplicación	Pasa
2	Enrutar la aplicación al Inicio de Sesión	La redirección de la página funciona correctamente	La redirección de la página funciona correctamente	Pasa
3	Ingresar credenciales validas (Usuario/Contraseña)	Las credenciales se pueden diligenciar	Las credenciales se pueden diligenciar	Pasa
4	Clickear Botón de inicio de sesión	Usuario Registrado	Usuario Registrado	Pasa

En el caso descrito en la tabla anterior, los datos ingresados no tenían ningún error, puesto que el usuario existía con anterioridad en el sistema y correspondía con lo que se encontraba almacenado en la base de datos, por lo tanto, luego de completar el flujo de inicio de sesión los resultados estimados y el resultado final coinciden habilitando el acceso del usuario a sus datos de administrador.

Caso Negativo

Tabla 14. Prueba funcional para verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña inválidos

Identificador: ADMIN_02		Descripción: Verificar el Inicio de sesión con nombre de usuario y contraseña inválidos		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba:		
1	El usuario debe estar creado con anterioridad en el sistema	1	Correo: admin@gmail.com	
		2	Contraseña: testfailed	
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Visualizar Landing-Page	El usuario puede iniciar en la aplicación	El usuario puede iniciar en la aplicación	Pasa
2	Enrutar la aplicación al Inicio de Sesión	La redirección de la página funciona correctamente	La redirección de la página funciona correctamente	Pasa
3	Ingresar credenciales validas (Usuario/Contraseña)	Las credenciales se pueden diligenciar	Las credenciales se pueden diligenciar	Pasa
4	Clickear Botón de inicio de sesión	No puede iniciar sesión	No puede iniciar sesión	Pasa

A diferencia del primer caso expuesto, este segundo no tiene una respuesta satisfactoria para el usuario, debido a que este cometió un error al momento de diligenciar su información, la contraseña es errada por lo tanto el sistema genera un mensaje de alerta, enunciando que las credenciales no coinciden y debe intentar de nuevo.

8.5.2 Caso 2. Listado de productores asociados

Caso positivo

Tabla 15. Prueba funcional para verificar los agricultores registrados en el sistema

Identificador: ADMIN_03	Verificar los agricultores registrados en el sistema	
Creado por:	Revisado Por:	Versión: 1.0

Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla				
Prerrequisitos				
1	El usuario debe estar creado con anterioridad en el sistema	NA		
2	Conexión a internet	NA		
Pasos				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Visualizar en el menú, el tab de productores	Se visualiza el menú	Se visualiza el menú	Pasa
2	Clickear el tab para visualizar productores	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	Pasa
3	Se debe llenar la tabla con la información de los agricultores	Se visualiza la lista de productores	Se visualiza la lista de productores	Pasa
4	Clickear un productor en específico para visualizar su información básica	Redirige a un productor en específico y se visualizan datos como (Nombre, apellido, Email, estado)	Redirige a un productor en específico y se visualizan datos como (Nombre, apellido, Email, estado)	Pasa

En el caso descrito, el usuario podrá visualizar la lista de productores asociados al sistema con claridad, siempre que tenga una conexión estable de internet, para esta prueba era necesario comprobar que los datos básicos del productor se pudieran visualizar, por lo cual el sistema realizo las redirecciones establecidas y renderizo la información pertinente.

8.5.3 Caso 3. Aceptación o rechazo de solicitudes

Caso positivo

Tabla 16. Prueba funcional para verificar la aceptación o rechazo de los agricultores a la asociación

Identificador: ADMIN_04	Verificar la aceptación o rechazo de los agricultores que envían solicitudes de ingreso a la asociación	
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla	Revisado Por:	Versión: 1.0

Prerrequisitos				
1	El productor solicitante debió diligenciar el registro correctamente	NA		
2	El productor solicitante debe tener un cultivo asociado	NA		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Visualizar en el menú, el tab de productores	Se visualiza el menú	Se visualiza el menú	Pasa
2	Listar productores pendientes por aprobación	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	Pasa
3	Visualizar la información del productor solicitante	Se visualiza la lista de productores pendientes por aprobación	Se visualiza la lista de productores pendientes por aprobación	Pasa
4	Clickear botón en la parte superior derecha llamado “Aprobar”	El productor debe ser aprobado correctamente	El productor debe ser aprobado correctamente	Pasa
5	Se debe generar un mensaje de texto dirigido al productor confirmando la respuesta de la asociación	El mensaje de texto se debe crear exitosamente	El mensaje de texto se debe crear exitosamente	Pasa

En el caso descrito, el usuario podrá visualizar la lista de productores pendientes por aprobación con claridad, siempre que tenga una conexión estable de internet, para esta prueba era necesario comprobar que el productor que esta por ser aprobado cuente con un cultivo correctamente diligenciado.

Caso Negativo

Tabla 17. Prueba funcional para verificar la aceptación o rechazo de los agricultores falla

Identificador: ADMIN_05	Verificar la aceptación o rechazo de los agricultores Falla		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla	Revisado Por:	Versión: 1.0	
Prerrequisitos			

1	El productor solicitante debió diligenciar el registro correctamente	NA		
2	El productor solicitante no tiene un cultivo asociado	NA		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Visualizar en el menú, el tab de productores	Se visualiza el menú	Se visualiza el menú	Pasa
2	Listar productores pendientes por aprobación	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	El menú de productores redirige a la lista complete de ellos	Pasa
3	Visualizar la información del productor solicitante	Se visualiza la lista de productores pendientes por aprobación	Se visualiza la lista de productores pendientes por aprobación	Pasa
4	Clickear botón en la parte superior derecha llamado “Aprobar”	El productor no puede ser aprobado	El productor no puede ser aprobado	Fallo
5	Se genera un mensaje informativo mostrando el error mostrando que la transacción fallo por que el agricultor no tiene cultivos asociados	El mensaje de texto no se genero	El mensaje de texto no se genero	Fallo

En este caso, a diferencia del anterior no podrá tener éxito al momento de intentar aprobar un agricultor, puesto que este no cuenta con un cultivo correctamente diligenciado, por lo cual se genera un mensaje alertando al usuario que antes de aprobar a un agricultor, este último debe tener al menos un cultivo asociado.

8.5.4 Caso 4. Verificación de creación de registro de actividad

Caso positivo

Tabla 18. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la etapa de planeación, mantenimiento y establecimiento

Identificador: CLIENTE_01		Verificar la creación de registros asociados a la etapa de planeación, mantenimiento y establecimiento		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:	Versión: 1.0	
Prerrequisitos		Información de prueba		
1	El productor debió iniciar sesión en la aplicación	1. Tipo de registro: Informativo		
2	El productor solicitante debe tener un cultivo asociado	2. Descripción: Selección del terreno y verificación de variables ambientales		
		3. Fecha: 12/03/2019		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Ingresar en el menú desplegable en la opción Cultivos	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Pasa
2	Presionar el cultivo que desea visualizar	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y más claramente la etapa en progreso	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y más claramente la etapa en progreso	Pasa
3	Desplegar las opciones ocultas en el componente expandible	Se deben visualizar dos posibles acciones	Se deben visualizar dos posibles acciones	Pasa
4	Elegir opción Agregar nuevo registro	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Pasa
5	El registro debió listarse porque se creó satisfactoriamente	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Pasa

En este caso, se verifica que la creación de registros de actividad en el sistema se realice correctamente, en estos registros se maneja la información de las etapas productivas como mantenimiento, planeación, cosecha, entre otros.

8.5.5 Caso 5. Verificación de creación de registro asociados a la cosecha

Caso positivo

Tabla 19. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la cosecha

Identificador: CLIENTE_02		Verificar la creación de registros asociados a la cosecha		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba		
1	El productor debió iniciar sesión en la aplicación	1. Descripción: Se finaliza la cosecha para los cultivos		
2	El productor solicitante debe tener un cultivo asociado	2. Cantidad en kilos recolectados: 10Kg		
		3. Adjuntar archivos que comprueben lo cosechado		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Ingresar en el menú desplegable en la opción Cultivos	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Pasa
2	Presionar el cultivo que desea visualizar	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y más claramente la etapa en progreso	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y más claramente la etapa en progreso	Pasa
3	Desplegar las opciones ocultas en el componente expandible	Se deben visualizar dos posibles acciones	Se deben visualizar dos posibles acciones	Pasa
4	Elegir opción Finalizar etapa	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Pasa

5	El registro debió listarse porque se creó satisfactoriamente	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Pasa
---	--	--	--	------

En este caso, se verifica que la creación de registros de actividad referentes a la cosecha correctamente, en estos registros se maneja la información de la cantidad de kilos recolectados, en la cual solo se validó que lograra ingresar valores numéricos, los cuales son los únicos validos en el sistema para este tipo de función.

8.5.6 Caso 6. Verificación de creación de notificaciones críticas

Caso positivo

Tabla 20. Prueba funcional para verificar la creación de registros asociados a la cosecha

Identificador: CLIENTE_03		Verificar la creación de registros asociados a la cosecha		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba		
1	El productor debió iniciar sesión en la aplicación	1. Opciones: Critico		
2	El productor solicitante debe tener un cultivo asociado	2. Tipo de evento critico: Muerte de plantas		
		3. Descripción: Varias hectáreas de plantas murieron por sequia		
		4. Fecha: 12/03/2019		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Ingresar en el menú desplegable en la opción Cultivos	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Se deben visualizar los cultivos asociados del productor	Pasa
2	Presionar el cultivo que desea visualizar	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y	Se debe visualizar las etapas productivas que el cultivo posee y más claramente la etapa en progreso	Pasa

		más claramente la etapa en progreso		
3	Desplegar las opciones ocultas en el componente expandible	Se deben visualizar dos posibles acciones	Se deben visualizar dos posibles acciones	Pasa
4	Elegir opción Nuevo Evento	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Se debe permitir diligenciar una descripción de lo trabajado	Pasa
5	Escoger Evento Critico, donde se despliega un ítem adicional para verificar que tipo de problema crítico es	Debe permitir seleccionar una nueva propiedad	Debe permitir seleccionar una nueva propiedad	Pasa
6	El registro debió listarse porque se creó satisfactoriamente	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Se crea el registro diligenciado correctamente en la base de datos	Pasa

En este caso, se verifica que la creación de eventos críticos, que actualizan a los encargados de las asociaciones sobre las problemáticas más críticas que presentan los cultivos, donde además se puede mencionar si ya fue tratada o no. De acuerdo a todo el flujo que la aplicación móvil permite, el productor con la información de prueba suministrada logro crear un evento satisfactoriamente.

8.5.7 Caso 7. Creación de una cuenta

Caso positivo

Tabla 21. Prueba funcional para creación de una cuenta

Identificador: CLIENTE_04		Creación de una cuenta		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba		
1	El productor no debe estar registrado con anterioridad	1. Email: productor@gmail.com		
		2. Nombre y Apellido: Productor Testing		
		3. Teléfono/celular: 3004331919		
		4. Contraseña: Password		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Ingresar en la vista de inicio de sesión y presione el botón registrarse	Se debe redirigir a un formulario para diligenciar la información personal del agricultor	Se debe redirigir a un formulario para diligenciar la información personal del agricultor	Pasa
2	Se debe diligenciar todos los datos	Debe permitir escribir en todos los campos del formulario	Debe permitir escribir en todos los campos del formulario	Pasa
3	Se Presiona el botón crear Cuenta	Se debe generar un mensaje informativo, además de recibir un mensaje de texto donde se especifique que la solicitud está pendiente	Se debe generar un mensaje informativo, además de recibir un mensaje de texto donde se especifique que la solicitud está pendiente	Pasa

En este caso se verifica que un productor pueda crear una cuenta en el sistema, para esto no se puede reutilizar un correo electrónico que ya se encuentre registrado en el sistema. Para el

caso de prueba anterior, el usuario cumplía con todas las validaciones y logro crear la cuenta satisfactoriamente.

Caso Negativo

Tabla 22. Prueba funcional para creación de una cuenta que falla

Identificador: CLIENTE_05		Creación de una cuenta falla		
Creado por: Willian de la Espriella Ávila Astrid Vanegas Chinchilla		Revisado Por:		Versión: 1.0
Prerrequisitos		Información de prueba		
1	El productor esta registrado con anterioridad	1. Email: productor@gmail.com		
		2. Nombre y Apellido: Productor Testing		
		3. Teléfono/celular: 3004331919		
		4. Contraseña: Password		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados Finales	Paso/Fallo/No se Ejecuto
1	Ingresar en la vista de inicio de sesión y presione el botón registrarse	Se debe redirigir a un formulario para diligenciar la información personal del agricultor	Se debe redirigir a un formulario para diligenciar la información personal del agricultor	Pasa
2	Se debe diligenciar todos los datos	Debe permitir escribir en todos los campos del formulario	Debe permitir escribir en todos los campos del formulario	Pasa
3	Se Presiona el botón crear Cuenta	Se muestra un mensaje de error confirmando que la cuenta ya se encuentra registrada con el email registrado	Se muestra un mensaje de error confirmando que la cuenta ya se encuentra registrada con el email registrado	Pasa

A diferencia del caso anterior, el usuario ya se encontraba anteriormente en el sistema, por lo que deberá lanzar el error avisando que el correo electrónico ingresado ya está en uso.

9. CONCLUSIONES

En conclusión, la elaboración del software para la gestión productiva del cultivo del cacao en los Montes de María, ofreció una medida de solución a la falta de trazabilidad en los procesos que realizaban los agricultores. Lo cual, contribuyó a obtener un mayor beneficio de la producción, sabiendo que en condiciones actuales no contaban con métodos tecnológicos que les permitan tomar decisiones oportunas frente a las necesidades latentes en el sector.

Dentro de los factores que se consideraron pertinentes desarrollar y que marcaron el punto de partida para realizar la investigación fue el flujo que se debía mantener al producir cacao y los agricultores que debían solventar determinados problemas para mantener estable la producción. Sin embargo, durante el proceso de documentación se encontraron más problemas que aquejan estos procesos, debido a que la organización de los agricultores junto con las asociaciones productivas está muy deteriorada, dando lugar a dificultades con la obtención de beneficios. En otras palabras, el plazo de obtención de beneficios a partir de la labor productiva del cacao es a largo plazo, puesto que después de 5 – 7 años se logra generar un producto maduro que puede ser ofertado en el mercado.

Es importante mencionar, que mientras se avanzaba en la investigación y desarrollo de la herramienta tecnológica propuesta, se encontraban ciertos problemas que eran fundamentales y no debían pasarse por alto, uno de ellos era la falta de conectividad, este caso predominaba dentro de las preocupaciones que pudieran impedir la implementación de este sistema, puesto que los lugares comunes donde se realizan estas actividades son en espacios rurales donde no se tiene acceso a internet de manera estable. Sin embargo, durante las conversaciones con el cliente, este aseguraba que se podía evitar involucrando a las familias de los productores, puesto que estos podían contribuir a mantener al día los registros de los agricultores. Otro factor fue el manejo de equipos que no soportaran el sistema, es decir, el manejo de equipos móviles que no tuvieran las especificaciones necesarias para poder implementar el sistema, a pesar que dentro de la investigación se había concluido que actualmente los agricultores manejaban Smartphone o que parientes cercanos los tenían, esto no garantizaba que la

información proveniente de la asociación pudiera serles administrada oportunamente. Por lo que se tomó como decisión aplicar servicios de mensajería de texto que permitiera cubrir dicho problema y no excluir este tipo de usuarios para lograr obtener mejores resultados. No obstante, esta solución ocasionaba que el mantenimiento de la aplicación se elevara en cuestiones de costos, debido a que los servicios de envío de mensajes de texto cobran por cada uno de los mensajes que es enviado lo que aumenta a un grado bastante alto el cargo por cubrir esta problemática, esta decisión depende principalmente de la cooperativa que desee implementar la aplicación, puesto que esta es la que debe asumir el pago por los servicios extra que deban implementarse.

En resumen, el proyecto cumplió con el objetivo principal de desarrollar una aplicación móvil y web para el seguimiento del proceso productivo del cacao, determinando que lo más importante para los encargados de la producción de este producto es atender, controlar y aplicar soluciones a los posibles factores de riesgo que podían afectar su producción. Con ello, se logró desarrollar un prototipo viable de acuerdo a las necesidades expuestas, ejecutando las pruebas iniciales y ajustes necesarios para su funcionamiento en diferentes entornos. Cabe anotar que, se identificó para el caso de algunas asociaciones que logra tener más de 200 asociados, no es fácil manejar la toma de decisiones, puesto que no abordan en su totalidad a la cantidad de agricultores asociados. Por tal motivo, gestionar estos procesos tan rigurosos que se han definido a lo largo del documento con herramientas tecnológicas podría mitigar los efectos negativos de los problemas organizativos, mentalizando a cada productor que debe realizar un trabajo eficiente para obtener mejores beneficios. Por lo anterior, con el uso de esta herramienta TIC, se busca soportar el monitoreo de los procesos de producción agrícola, para disminuir los índices de error que no son atendidos de manera oportuna en cada fase de la cadena productiva.

10. BIBLIOGRAFIA

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Beg, M. S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 108 - 116.
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food control*, 33(1), 32-48.
- Correa Espinal, A., & Gómez Montoya, R. A. (2009). Tecnologías de la información en la cadena de suministro. *Dyna*, 75(157), 37-48.
- De Bolívar, G. (2010). *Plan Regional de Competitividad Cartagena y Bolívar 2008-2032, "Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar"*. Cartagena: ISO 690.
- Delgado, S. C., & Dietz, K. (2013). Controlando territorios, reestructurando relaciones socio-ecológicas: La globalización de agrocombustibles y sus efectos locales, el caso de Montes de María en Colombia. *Iberoamericana*, 93-115.
- Díaz, M. A. (2013). *Montes de María: Una subregión de economía campesina y empresarial*. Banco de la República, Economía Regional.
- Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 5(2), 25-47.
- Fonseca Rodríguez, S. L., Arraut Camargo, L. C., Contreras Pedraza, C. A., Correa Cantillo, Z., & Castellanos Domínguez, Ó. F. (2011). Balance tecnológico de la cadena productiva y agroindustrial del cacao en el departamento de Bolívar.
- García Cáceres, R. G., & Olaya Escobar, É. S. (2006). Caracterización de las cadenas de suministro de valor y abastecimiento del sector Agroindustrial del Café. *Cuadernos de Administración*, 19(31), 197-217.
- Hakanson, B. (2003). Manejo de la Cadena de Abastecimiento: donde compiten los negocios de hoy. *Administración de la cadena de suministros*, 4-5.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) medidas para la temporada invernal*. Bogota.

- Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J., & Booch, G. (1999). *The unified software development process* (Vol. 1). Addison-wesley.
- Macías, R. G., Robles, F. S., & Benítez, E. O. (2016). Diseño de la logística en las cadenas de suministro agroalimentaria. *Ingenio y Conciencia. Boletín Científico de la Escuela Superior de Cd*, 3(6).
- Perdomo Rosas , M. (2012). *Caracterización de la cadena de abastecimiento y la cadena de valor del cacao en Colombia*. Bogota.
- PostgreSQL. (2018). *PostgreSQL*. Obtenido de <https://www.postgresql.org>
- Process, R. U. (1998). *Best practices for software development teams*. A rational Software Corporation White paper.
- React. (2018). *React*. Obtenido de <https://reactjs.org/>
- Rojas, F., & Sacristán Sánchez, E. J. (2013). *Guía ambiental para el cultivo de cacao* .
- Ruby on Rails. (2018). *Ruby on Rails*. Obtenido de <http://rubyonrails.org.es>
- Saltini, R., Akkerman, R., & Frosch, S. (2013). Optimizing Chocolate Production through Traceability: A Review of the influence of Farming practices on cocoa bean Quality. *Food Control*, 167-187.
- Von Bertalanffy, L. (1993). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de cultura económica.
- P. Szwed, S. Ernst y I. Wojnicki, (2013), Application of New ATAM Tools to Evaluation of the Dynamic Map Architecture.
- IEEE 830 (1998). IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications – IEEE Std 830-1998.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista aplicada a la asociación de cultivadores ASPROCAMM.

Proyecto de Grado HERRAMIENTA WEB Y MOVIL PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CACAO EN LOS MONTES DE MARIA	
Ciudad de realización:	Cartagena de Indias - Colombia
Fecha de realización:	3 de diciembre de 2017
Nombres y Apellidos del Entrevistador:	Moderador: Plinio Puello Marrugo
	Participantes: Willian De la Espriella Avila, Astrid Vanegas Chinchilla
Nombres y Apellidos del Entrevistado:	Pedro Lora Vasquez
Empresa del Entrevistado:	ASPROCAMM
Cargo del Entrevistado:	Representante Legal
Tipo de Instrumento	Entrevista
INDICADORES	PREGUNTAS
Seguimientos de normas o definiciones sobre el cultivo	¿La nacional de chocolate tiene definida una norma sobre el cacao que reciben?
Valoración del desempeño del agricultor	¿Qué tipo de recursos tecnológicos puede tener a su alcance para llevar los registros de los agricultores y sus cultivos de cacao?
Temporadas de alta y baja productividad	¿Después del séptimo año cuanto es productivo?
Plantas que cumplen el ciclo de producción satisfactoriamente	¿Cuál es el estimado de plantas que se llevan al trasplante exitoso?
Cantidades aproximadas (unidad de medida) son recogidas	¿Cuál es el nivel satisfactorio en kilos o toneladas?
Acompañamiento de entidades o cooperativas	¿Cuáles son sus necesidades generales?
	¿Cuántos puntos de acopio y en donde quedan estos?
Manejo de tecnologías	¿Los cultivadores tendrán acceso a alguna herramienta de comunicación como celular, telefonía fija o algún otro?
Poseen tecnologías	¿Cuántos cultivadores aproximadamente poseen celulares o Smartphone o computadores?
Conocimiento y uso las tecnologías	¿Usan algunos de estas herramientas mencionadas para apoyar el proceso de la logística de transporte desde el productor hasta el cliente?
	Si se desarrollara una herramienta web, que le sirviera en el centro de acopio con los computadores y le sirviera a quien tuviera Smartphone, ¿Usted cree que se pueda apoyar estos procesos de la logística del cacao?, ¿Cuántos cree que sean los beneficiados con eso?

Formas y vías de Comunicación	¿Qué otra cosa cree usted que se puede hacer desde el celular, como alertas del abono o del cultivo?
Metodologías o recursos para el seguimiento de las actividades productivas	¿Qué tipo de recursos tecnológicos puede tener a su alcance para llevar los registros de los agricultores y sus cultivos de cacao?
	¿Los libros que deben llevar los agricultores es una labor que se encuentra implementada, o está apenas por implementar?
Identificación de las Etapas de siembra	¿Cómo se inicia el proceso de sembrado? ¿Bajo qué nombre se conoce este proceso?
	¿Cómo escogen la semilla que siembran?
Recolección y sus tiempos estimados	¿Al año cuantas recolecciones se hacen?
	¿Cómo se hace la recolección de lo producido en las fincas de los cultivadores?
Envío de cosecha de cacao a los centros de acopio o asociaciones	¿Cómo llega el producto hasta la asociación o centro de acopio?
	¿Conoce la distancia aproximada y el tiempo que tarda transportar el producto hasta el punto de acopio?
Sistemas de transporte que los agricultores usan para llevar la cosecha	¿Qué sistemas de transporte utilizan los campesinos cultivadores de cacao para sacar la mercancía del campo hasta el centro de acopio, por ejemplo, animales de tracción, lancha, canoa, vehículo, a pie, camioneta de carga o algún otro?
	¿Conoce los tiempos y costos de cada proceso logístico de este transporte?
Problemas de distribución sobre la producción	¿Si los hay, qué problemas cree que afecta el traslado del producto hasta el centro de acopio?
	¿Si los hay, qué problemas cree que afecte el traslado del producto, desde el centro de acopio hasta el cliente final?
Funciones de las asociaciones dentro de la producción	¿Cuál es el objetivo principal o las funciones de ASPROCAMM?
Procedimientos y mercado de comercialización son el objetivo	¿Qué procesos realiza actualmente ASPROCAMM?

Anexo 2 Documento de requisitos

El documento de especificación de requisitos donde se definen diferentes criterios y funcionalidades que posee el sistema desarrollado, se encuentra en el documento ubicado en la carpeta “Objetivo 2 – Requisitos del sistema”

Anexo 3 Manual del sistema o arquitectura

El documento donde se definen las decisiones tomadas con respecto a la arquitectura, donde se especificaron patrones de diseño y arquitectónicos, junto con los diagramas que evidencian dichas decisiones se encuentra ubicado en la carpeta “Objetivo 3 – Arquitectura del sistema”