



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño de una herramienta para la gestión de procesos agrícolas con base en indicadores de eficiencia

Carlos Humberto Atehortúa Millán

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Administración
Palmira, Colombia
2019

Diseño de una herramienta para la gestión de procesos agrícolas con base en indicadores de eficiencia

Carlos Humberto Atehortúa Millán

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Administración de Empresas

Directora:
Dra Margot Cajigas

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Administración
Palmira, Colombia
2019

Agradecimientos

El autor del presente trabajo expresa sus agradecimientos:

- A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida
- A Mi familia
- A La Dra Margot Cajigas por su aporte como directora del presente trabajo
- A La Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira por aceptarme en este programa que ha contribuido a mi crecimiento tanto en el ámbito profesional como personal.

Contenido

	Pág.
1. Problema de Investigación	5
2. Objetivos de la Investigación	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos Específicos	7
3. Antecedentes	8
4. Justificación	12
5. Metodología	14
5.1 Tipo de estudio	14
5.2 Método de investigación	14
5.3 Fuentes y técnicas para recolección de información	14
5.3.1 Fuentes secundarias	15
5.3.2 Fuentes primarias.....	15
5.4 Tratamiento de la información	15
5.4.1 Técnicas estadísticas.....	15
5.4.2 Presentación de la información	16
5.5 Metodología para el diseño.....	18
5.5.1 Cascada.....	18
5.5.2 Codificar y corregir	19
5.5.3 Espiral	20
5.5.4 Prototipos.....	21
5.5.5 Extreme programming (XP – Programación extrema)	21
5.5.6 SCRUM.....	22
5.5.7 Metodología seleccionada.....	22
5.6 Marco espacial	23
5.7 Delimitación	23
5.8 Marco temporal	23
6. Marco de Referencia	25
6.1 Marco Teórico	25
6.1.1 indicadores de Gestión.....	25
6.1.2 Competitividad	27
6.1.3 Ingeniería de Software	29
6.2 Marco conceptual.....	31
6.3 Marco legal	33
7. Resultados	35
7.1 Fundamentación para el diseño de la herramienta	35
7.1.1 Historia y evolución de los dispositivos móviles.....	35
7.1.2 Sistemas operativos	38
7.1.2.1 GPS	39
7.1.2.2 APP.....	41
7.1.3 Desarrollo WEB	42
7.1.3.1 SIG.....	42

7.1.4	Base de datos.....	44
7.1.5	Elección infraestructura tecnológica	45
7.2	Etapas de desarrollo del diseño	48
7.2.1	Definición del problema	48
7.2.1.1	Tabla de requerimientos	49
7.2.1.2	Casos de Uso.....	52
7.2.1.3	Diseño de la arquitectura Cliente Servidor	53
7.2.1.4	Diagrama Entidad – Relación (E-R)	54
7.2.1.5	Aplicación en los dispositivos móviles	55
7.2.1.6	Diccionario de datos.....	56
7.3	Relación bases de datos sistema propuesto y Sistemas de Información Gráficas (SIG)	57
7.4	Indicadores que Impactan en la productividad de un Cultivo	61
7.5	Integración de variables que se miden en el campo con un sistema gráfica que permita hacer análisis espaciales.....	62
7.6	Factores que permiten hacer comparables los datos Que se obtienen al medir las labores agrícolas	63
8.	Conclusiones	65
	Bibliografía	67

Lista de gráficas

	Pág.
Gráfica 5-1. Indicadores labor subsuelo (horas / ha). Datos de ejemplo.....	17
Gráfica 5-2. Lotes con indicador mayor al estimado (horas / ha). Datos de ejemplo.	18
Gráfica 5-3. Modelo desarrollo en cascada	19
Gráfica 5-4. Modelo de desarrollo en espiral.....	20
Gráfica 5-5. Modelo basado en prototipos	21
Gráfica 5-6. Proceso de mejoramiento.....	24
Gráfica 6-1. Enfoque sistémico para el desarrollo de indicadores de gestión.	26
Gráfica 7-1. Porcentaje de envío globales de Smartphones por plataforma (sistema operativo).....	39
Gráfica 7-2. Calculo satelital de las coordenadas.	40
Gráfica 7-3. Plano Hacienda La Italia con distribución por variedad	43
Gráfica 7-4. Cuadro mágico de bases de datos relacionales	45
Gráfica 7-5. Logos de herramientas seleccionadas.	48
Gráfica 7-6. Diagrama de uso del sistema	53
Gráfica 7-7. Estructura cliente / servidor	54
Gráfica 7-8. Diagrama entidad relación del sistema.....	55
Gráfica 7-9. Diseños de pantalla dispositivos móviles.	56
Gráfica 7-10. Software QGis con tabla de atributos.	58
Gráfica 7-11. Atributos de polígonos.	59
Gráfica 7-12. Atributos alfanuméricos vinculada a la tabla espacial.	59
Gráfica 7-13. Diagrama de entidad relación con la tabla que vincula el sistema de información Gráfica.....	60

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1. Estudios que sirvieron de antecedentes	8
Tabla 3-2. Tabla Indicadores de eficiencia labores agrícolas mecanizadas en Caña de Azúcar por Cultivador año 2018	10
Tabla 3-3. Tabla indicadores consolidados labores mecanizadas año 2018	11
Tabla 5-1 Indicadores por labor. Datos de ejemplo.....	17
Tabla 6-1. Resumen marco legal del proyecto.....	34
Tabla 7-1. Mercado mundial de los smartphones.....	37
Tabla 7-2. Distribución porcentual de propietarios de Smartphones por sistema operativo y país en Latino América.....	38
Tabla 7-3. Comparación entre desarrollo de aplicaciones Web o en los dispositivos.	41
Tabla 7-4. Comparación lenguajes de programación	46
Tabla 7-5. Requerimientos funcionales: Usuarios.....	50
Tabla 7-6. Requerimientos funcionales: Administrador del sistema	50
Tabla 7-7. Requerimientos NO funcionales	51
Tabla 7-8. Formato de requerimiento detallado: Registro del usuario	51
Tabla 7-9. Formato de requerimiento detallado: Acceder a la base de datos para confirmar existencia.....	52
Tabla 7-10. Diccionario de datos Tabla Cultivador y Cultivo	57

Resumen

El presente documento tiene como propósito el diseño de una herramienta tecnológica que facilite la administración de labores agrícolas lo cual le permita a los cultivadores alcanzar mayores niveles de productividad. Para la administración y visualización de los resultados, el diseño se apoya en el uso de dispositivos móviles, computación en la nube así como los sistemas de información geográficos.

Para alcanzar el objetivo, se hizo un análisis de los sistemas operativos de los dispositivos existentes en el mercado ponderando los que tuvieran una mayor demanda así como una mayor curva de tendencia en el uso. En cuanto a la metodología para el desarrollo, se hizo una descripción de las más usadas, entre ellas SCRUM, identificando sus ventajas y desventajas para una selección más precisa de las que se requiere. Un análisis similar se realizó para las bases de datos que van a contener los datos, así como el comparativo de los sistemas de información geográfico (GIS por sus siglas en inglés) buscando siempre el equilibrio entre costo y eficiencia en las herramientas.

Una vez se seleccionaron las herramientas tecnológicas el esfuerzo se centró en la relevancia de los indicadores de eficiencia para la búsqueda de una mayor productividad. El análisis se basó en diferentes estudios que muestran que una mayor eficiencia en labores impacta positivamente en el costo beneficio favoreciendo el bienestar de los cultivadores y por ende para la sociedad.

Estos resultados mostrados versátilmente en dispositivos móviles y relacionados con los sistemas de información geográficos le permitirá a los cultivadores herramientas de análisis para buscar de manera permanente las eficiencias en las labores que redunden en control de costos y mayor productividad.

Palabras clave: Eficiencia, Productividad Dispositivos móviles, Sistemas de información geográficos, desarrollo de software, SCRUM, indicadores de eficiencia.

Abstract

The purpose of this document is to design a technological tool that facilitates the administration of agricultural work, which allows growers to reach higher levels of productivity. For the administration and visualization of the results, the design relies on the use of mobile devices, cloud computing as well as geographic information systems.

To achieve the objective, an analysis was made of the operating systems of the existing devices in the market, weighing those with the highest demand as well as a greater trend of use trend. Regarding the methodology for development, a description was made of the most used, including SCRUM, identifying its advantages and disadvantages for a more precise selection of those required. A similar analysis was carried out for the databases that will contain the data, as well as the comparison of geographic information systems (GIS), always seeking a balance between cost and efficiency in the tools.

Once the technological tools were selected, the effort focused on the relevance of the efficiency indicators for the search for greater productivity. The analysis was based on different studies that show that greater work efficiency positively impacts the cost benefit, favoring the well-being of the growers and therefore for society.

These results shown versatilely on mobile devices and related to geographic information systems will allow growers analysis tools to permanently search for efficiencies in the work that results in cost control and increased productivity.

Keywords: Efficiency, Productivity Mobile devices, Geographic information systems, software development, SCRUM, efficiency indicators.

Introducción

El sector agrícola es un componente relevante en la economía de los países, pues además de suplir las necesidades de alimentación y de suministros para la industria es un generador de fuentes de trabajo. Por lo tanto, diseñar herramientas que permitan un aumento en la productividad del sector influye en el crecimiento económico gracias a una mayor competitividad que se debe reflejar en el bienestar de los cultivadores y su entorno. Lo que conduce que los cultivadores aumenten el área cultivada impactando favorablemente en la sociedad, pues se genera demanda de mano de obra para atender esta nueva área.

El auge de las nuevas tecnologías donde se incluye el acceso a dispositivos móviles y a internet, brinda una oportunidad para que de una manera sencilla los cultivadores (grandes, medianos y pequeños) puedan gestionar sus actividades con un grado mayor de certidumbre. Considerando la importancia del sector para la economía y el auge de las nuevas tecnologías, se planteó el objetivo de este trabajo orientado a la elaboración del diseño de una aplicación que le permita a los cultivadores, de una manera sencilla y con alta disponibilidad, la gestión de labores agrícolas con base en indicadores de eficiencia.

Para el desarrollo de este proyecto se decidió acometerlo desde dos enfoques: inicialmente el enfoque estuvo dirigido al análisis de los indicadores de eficiencia en las labores agrícolas, pues era indispensable establecer las variables que deben ser tenidas en cuenta al calcular un indicador, así como establecer las bases de comparación que permitan tomarse como indicadores iniciales o semilla para validar el modelo propuesto, pues el proyecto incluye el diseño de una herramienta (aplicación), el otro enfoque se dio

en el diseño del sistema de información partiendo de la selección de las herramientas tecnológicas, además de las etapas que el desarrollo de un sistema de información debe cumplir.

Finalmente se concluye, que cualquier herramienta que sirva de apoyo al sector agrícola presenta impacto positivo en el crecimiento económico y bienestar social. Este tipo de instrumentos permite a los cultivadores gestionar la eficiencia de sus labores permitiendo comparar sus indicadores con otros cultivadores que tengan características similares. De igual manera, el identificar que existen maneras más eficientes permite cuestionar la manera en que se trabaja y si se implementa alguna mejora debe conllevar a un aumento de la productividad.

Problema de Investigación

La falta de herramientas para la recopilación y administración de los datos de las labores agrícolas que se realizan en los cultivos no permite evaluar el uso que se da a los diferentes recursos que poseen algunas compañías al ejecutar las labores de campo.

Las empresas agrícolas administran diferentes recursos como son: personal, maquinaria, implementos, equipos de riego, etc. pero a la hora de medir objetivamente la gestión de los mismos se encuentran con que no existen datos para analizar o los que existen generan tantas dudas que deciden no tomarlos en cuenta.

Esta situación de no poder medir el uso de los recursos, conlleva a incurrir en altos costos ya que es posible que se tengan más recursos de los necesarios. Esto impacta directamente la rentabilidad de los negocios porque obliga a incurrir en inversiones en equipos además de incurrir en costos adicionales por tiempos muertos.

Esta incertidumbre en la ejecución de procesos agrícolas se puede minimizar si se construye una herramienta que permita gestionar indicadores para medir el uso de los recursos. Dicha herramienta debe brindar la posibilidad de tener una clasificación de los indicadores como son los de eficacia y de eficiencia. Una definición que puede explicar la diferencia entre estos dos tipos de indicadores puede ser: "El indicador de eficacia mide el logro de los resultados propuestos. Indica si se hicieron las cosas que se debían hacer. Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el cómo se hicieron las cosas y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso. Tienen que ver con la productividad". (Calidad, 2017).

Como el objetivo final de realizar labores en el campo es obtener la mayor productividad de los cultivos maximizando el uso de los recursos, la correcta gestión de los índices de eficiencia permite alcanzar esta meta. En síntesis, se busca comparar lo invertido en un proceso contra lo que se obtuvo.

Las dificultades en el cálculo de los índices de eficiencia en procesos agrícolas, se empiezan a tener al intentar gestionar las múltiples variables como son: diferentes labores de campo, variedad de equipos, diferentes cultivos, además de la variabilidad en la disponibilidad de recursos como puede ser el agua, el personal, etc. Cada una de estas variables obliga a tener una metodología para la toma de datos que permitan analizar el uso eficiente de lo que se dispone.

Es así como surge la pregunta base de estudio:

¿Cómo debe ser el diseño de una herramienta para la recopilación y administración de los datos de las labores agrícolas para evaluar el uso recursos al ejecutar las labores de campo?

Adicionalmente es necesario responder los siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los indicadores que realmente impactan en la productividad de un cultivo?

¿Cómo integrar las diferentes variables que se miden en el campo con un sistema Gráfica que permita hacer análisis espaciales?

¿Cuáles son las factoras que permiten hacer comparables las cifras que se obtienen al medir las diferentes labores agrícolas?

Objetivos de la Investigación

1.1.1.1 Objetivo general

Diseñar una herramienta para la recopilación y administración de los datos de las labores agrícolas para evaluar el uso recursos al ejecutar las labores de campo

1.1.1.2Objetivos Específicos

Establecer los indicadores que impactan en la productividad de un cultivo.

Indicar la integración de variables que se miden en el campo con un sistema Gráfica que permita hacer análisis espaciales.

Identificar los factores que permiten hacer comparables los datos que se obtienen al medir las labores agrícolas.

Antecedentes

Alrededor del tema de estudio son varios los trabajos que se han desarrollado, y especialmente aquellos que permiten identificar metodologías, así como tipos de indicadores agrícolas que se pueden calcular. La tabla 3-1 sintetiza algunos estudios que sirvieron de antecedentes:

Tabla 0-1. Estudios que sirvieron de antecedentes

Titulo	Resumen	Conclusiones	Autores
Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators	El objetivo del estudio es establecer una metodología que permitiera evaluar de manera práctica la sostenibilidad de las haciendas ubicadas en el norte de España mediante el uso de indicadores compuestos.	De este estudio se destaca la importancia de segmentar para calcular los indicadores. Dentro de la segmentación sugiere incluir las características del suelo, las estructurales, las productivas y la tecnología que se disponga para ejecutar las labores de campo.	José A. Gómez-Limón, Gabriela Sanchez-Fernandez,2010
Los sistemas de control de gestión estratégica de las organizaciones	El objetivo del trabajo es caracterizar los Sistemas de Control de Gestión. Valora la importancia en la toma de la alimentación del sistema de información así como también en la retroalimentación que se genere para actuar sobre las variaciones.	Este estudio muestra la relevancia de la retroalimentación que permite hacer las correcciones necesarias para que las actividades que se estén midiendo tengan un valor cercano a las metas establecidas.	Oliek González Solán, Jorge Luis de la Vega Yabor, 2007

Indicadores De Gestión Para Empresas Agrícolas Y Ganaderas	Este trabajo señala la importancia de los indicadores como instrumentos relevantes para la administración de las compañías agropecuarias. Identifica patrones generales para los indicadores como son la ubicación, la naturaleza, uso y valor o impacto que generan.	El estudio muestra la importancia del manejo de indicadores para lograr la mejor gestión de los recursos. Hace énfasis en la caracterización de lo que se va medir así como en las variables que involucra.	Juan Pablo Gil Ruíz, Julián David Parra Pinto, Diego Francisco Ocampo Tobar, 2007
Indicadores de rentabilidad y eficiencia económica de la producción de manzanas cv. Gala en Chile.	En este estudio se evaluaron los indicadores que afectan el cultivo de Manzanas cv Gala en Chile en lo referente a la rentabilidad y eficiencia económica de la producción. Para el cálculo de los valores de las inversiones en plantación y los costos de producción se emplearon las cifras de 2003-2004.	El estudio después del análisis de los indicadores económicos y de producción concluye que los esfuerzos de los productores de la variedad de Manzana cv. Gala deben enfocarse al mercado externo. Esto debido a la alta susceptibilidad a los cambios de los precios.	Lobos A, G., & Muñoz I, T. (2005).

De igual manera, como elemento importante en los antecedentes y para el inicio del diseño del cálculo de los indicadores se tomó como base los generados por el sistema de información Tool Manager el cual es un software agrícola desarrollado y comercializado por la compañía Proterra Colombia S.A.

Es importante indicar que para preservar la privacidad de las compañías que han compartido su información sea cambiado el nombre de esas empresas por uno genérico. La siguiente tabla presenta los indicadores históricos del cultivo de caña de azúcar del año 2018, para algunas de las labores mecanizadas. Estos indicadores sirven de base para el diseño de la herramienta como valores iniciales o semilla con los cuales hacer las comparaciones preliminares y se incluyen las labores que generan un impacto económico en el costo de producción de los cultivos. Tabla 3-2.

Tabla 0-2. Tabla Indicadores de eficiencia labores agrícolas mecanizadas en Caña de Azúcar por Cultivador año 2018

Cultivador	Labor	Indicador
Cultivador 1	Control químico manual	0.70
Cultivador 1	Cultivo Aporque	0.90
Cultivador 2	Cultivo Aporque	0.71
Cultivador 3	Cultivo Aporque	1.22
Cultivador 1	Descepada Mecánica	1.00
Cultivador 2	Descepada Mecánica	1.19
Cultivador 4	Descepada Mecánica	1.60
Cultivador 2	Encalle Despaje Mecánico	1.01
Cultivador 3	Encalle Despaje Mecánico	1.71
Cultivador 4	Encalle Despaje Mecánico	2.00
Cultivador 2	Escarificación	0.69
Cultivador 1	Escarificación	0.85
Cultivador 4	Escarificación	0.98
Cultivador 1	Fertilización Mecánica	0.45
Cultivador 2	Fertilización Mecánica	1.01
Cultivador 1	Micro nivelación	0.50
Cultivador 1	Rastrillada	0.94
Cultivador 2	Rastrillada	0.96
Cultivador 4	Rastrillada	1.50
Cultivador 2	Rastro arada	1.05
Cultivador 1	Rectificación de acequias	0.60
Cultivador 1	Rodeo mecánico	0.40
Cultivador 4	Subsolación y/o Cincelada	1.40
Cultivador 2	Subsolación y/o Cincelada	1.14
Cultivador 1	Subsolación y/o Cincelada	1.20
Cultivador 4	Subsuelo	0.70
Cultivador 1	Subsuelo	0.70
Cultivador 2	Subsuelo Socas	0.74
Cultivador 4	Subsuelo Socas	0.80
Cultivador 4	Subsuelo Socas	0.80
Cultivador 1	Surcada	0.80
Cultivador 2	Surcada	0.75
Cultivador 4	Surcada	0.60
Cultivador 1	Tapada Acequias de Riego	1.20
Cultivador 4	Tapada Acequias de Riego	0.90

Fuente: Software agrícola Tool Manager – Proterra Colombia S.A.

De la tabla anterior se generó la siguiente tabla que agrupa los indicadores (calculados con promedio aritmético ya que no se contaba con el área trabajada o neta por cultivador) de cada una de las labores.

El objetivo de agrupar las cifras es poder hacer el cargue inicial en la base datos con unos indicadores que contengan de alguna manera el, dato histórico, real y consolidado de varios cultivadores. Tabla 3-3.

Tabla 0-3. Tabla indicadores consolidados labores mecanizadas año 2018

Labor	Indicador Promedio
Control químico manual	0.70
Cultivo Aporque	0.94
Descepada Mecánica	1.26
Encalle Despaje Mecánico	1.57
Escarificación	0.84
Fertilización Mecánica	0.73
Micro nivelación	0.50
Rastrillada	1.13
Rastro arada	1.05
Rectificación de acequias	0.60
Rodeo mecánico	0.40
Subsolación y/o Cincelada	1.25
Subsuelo	0.70
Subsuelo Socas	0.78
Surcada	0.72
Tapada Acequias de Riego	1.05

Con estos indicadores promedio de labores agrícolas mecanizadas se debe hacer el cargue inicial en las bases de datos para que el sistema, a medida que se obtengan datos de otros cultivadores, muestre la comparación de cada cultivador versus este indicador promedio inicial.

Justificación

El desarrollo del proyecto permite a los administradores de empresas agrícolas identificar si la gestión que están haciendo de los diferentes recursos que tienen a su cargo es eficiente o no.

El lograr identificar sus ineficiencias permitirá tomar decisiones que puedan contribuir con una mayor productividad (hacer más con lo que se tiene) o evitar incurrir en inversiones que es probable que no se requieran.

De igual manera, la implementación de los indicadores puede o debe conllevar a cambios culturales en las empresas, ya que desde la base de la compañía que son los trabajadores que realizan las labores hasta los niveles superiores, se debe tener conciencia de la importancia en la obtención de los datos que al final van a permitir hacer los análisis. Esta premisa se valida a la luz de Beltrán (1998), quien manifiesta que un análisis detallado el cálculo de los índices, sirven para medir el cumplimiento de las metas en las compañías.

Desde el punto de vista económico cuando se finalice el proceso de desarrollo de la herramienta de gestión de indicadores y además se establezcan los indicadores semilla (indicadores meta), los cultivadores podrán ingresar los datos requeridos para que con los cálculos que se presenten puedan implementar mejoras que redundarán en mayor productividad la cual debe impactar directamente en una mayor rentabilidad.

En el frente social, el uso de la herramienta permite a los cultivadores, especialmente los medianos y pequeños que no poseen una infraestructura tecnológica robusta, el lograr sus metas productivas que les debe permitir un mayor nivel de bienestar, así como abrir la posibilidad de ampliar las áreas de cultivo ya que se tendrá mayor control en el uso de

los recursos lo que se refleja directamente con los costos de producción. Si se da el aumento del área cultivada se tiene un impacto importante en la sociedad ya que el sector agrícola es uno de los sectores que requiere mayor cantidad de mano de obra para su operación.

Según el documento de la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Política de desarrollo agrícola: conceptos y principios, en el capítulo 1.2 que trata el tema del sector agrícola y el crecimiento económico, se menciona que “existe en la actualidad un creciente acuerdo en que el crecimiento agrícola es la clave para la expansión de la economía global”.

El argumento anterior se apoya en lo escrito por John Mellor: “cuando la agricultura crece rápidamente, se alcanzan normalmente altas tasas de crecimiento económico. Esto se debe a que los recursos utilizados para el crecimiento agrícola son sólo marginalmente competitivos con otros sectores y, por eso, el crecimiento agrícola tiende a ser adicional al de los demás sectores lo mismo que un estímulo al desarrollo de los bienes no transables, normalmente con mano de obra desocupada... el modelo de muestra que los multiplicadores del crecimiento agrícola son tres veces más grandes que los del crecimiento no agrícola”.

Es importante resaltar que en el mismo artículo se menciona el tema de la distribución de la riqueza basándose en un tratado de Mellor (1966) donde se indica que “ha habido una tendencia a generalizar que el crecimiento económico reduce la pobreza, cuando de hecho son los efectos directos e indirectos del crecimiento agrícola los responsables de virtualmente toda la disminución de la pobreza...se nota que el crecimiento agrícola reduce las desigualdades entre los pobres y los lleva por encima de la línea de pobreza...”. Además de los beneficios mencionados existe otro muy importante por destacar y es que los cultivadores al compartir su información tendrán una herramienta que impulsará su desarrollo, así como el del sector agrícola y la región.

Metodología

1.2 Tipo de estudio

El tipo de estudio de este proyecto se enmarca en el tipo de estudio descriptivo y explicativo ya que, entre otros temas, se hizo una selección de las principales labores agrícolas para con ello identificar variables cuantitativas que permitan medir y comparar su ejecución.

Debido a que el proyecto se apoya en el cálculo matemático de los indicadores (promedios aritméticos y ponderados) y los datos que se ingresan al sistema son cantidades numéricas el abordaje del proyecto se define como cuantitativo.

1.3 Método de investigación

El método para la investigación a emplear es el deductivo ya que se parte de principios generales que luego serán aplicados.

Basándose en los datos que se ingresan y en los parámetros establecidos se establece que la obtención de indicadores para la ejecución de las labores agrícolas permite, en muchos casos, mejorar su eficiencia que debe redundar en menores costos y por lo tanto una mayor rentabilidad.

5.3 Fuentes y técnicas para recolección de información

Dentro de las fuentes de información para emplear en el proyecto se tienen fuentes secundarias y primarias.

5.3.1 Fuentes secundarias

Estas fuentes brindan información básica y se puede obtener de libros, periódicos, revistas impresas o también documentos obtenidos por medios electrónicos. Para establecer los indicadores iniciales se recurrió a la información disponible presentada en el software Tool Manager de la compañía Proterra Colombia S.A. la cual es usada para cultivadores del Valle del Cauca en cultivos de caña de azúcar, piña y fresa.

5.3.2 Fuentes primarias

Las fuentes primarias se obtienen mediante la medición en terreno de las diferentes labores que se ejecutan en el campo. Esta información se debe tomar usando formatos (documentos físicos) o algún medio electrónico que permita obtener de manera pronta y veraz los datos obtenidos.

La técnica usada para obtener los datos es documentación directa ya que se obtienen en campo y la información es cuantitativa.

5.4 Tratamiento de la información

5.4.1 Técnicas estadísticas

De los datos obtenidos se calculan los indicadores por cada una de las labores realizadas dependiendo de los parámetros establecidos para cada una de ellas para hacerlas comparables.

Un ejemplo de una labor particular a medir su eficiencia puede ser la fertilización mecánica. Esta labor se ejecuta utilizando un tractor que va a consumir una cantidad de horas por unidad de superficie. El indicador, entonces, se mide en horas maquina por hectárea trabajada. Pero como intervienen dos variables como son las horas y hectáreas, se necesita que estas unidades sean comparables en el tiempo. Para ello se deben identificar los parámetros que igualen las mediciones. Esos parámetros pueden ser los

caballos de fuerza o potencia del tractor (para las horas) y las condiciones del suelo (humedad, clasificación, geomorfología).

De los datos obtenidos se calcula un promedio aritmético con una muestra representativa de datos que sirva de base o meta para las futuras mediciones. En el caso de que los fabricantes de los equipos, el agricultor o agricultores tengan un indicador, se puede trabajar con esa cifra como referencia para hacer las comparaciones y buscar mejorar esa eficiencia o al menos estar en la media.

Se debe diseñar un procedimiento que permita controlar la calidad de los datos que se están recolectando y generar alertas para omitir o corregir datos que tengan una desviación muy alta de la media.

Como la recolección de los datos es campo y es suministrado por operadores de maquinaria se debe hacer un fuerte énfasis en la capacitación para que los datos sean enviados correctamente y oportunamente.

5.4.2 Presentación de la información

La información se presentará de dos maneras. Una tabular que por medio de tablas muestre el comportamiento de los indicadores de las labores señalando en colores (estilo tablero de mando) los resultados buenos, regulares y deficientes.

Para la presentación de los informes también se usarán gráficas que permitan ver la evolución de los indicadores. Una de las gráficas que se puede usar es la de líneas o barras en un plano, donde el eje inferior sean los meses y el eje (y) los resultados. Este tipo de gráfica permite visualizar fácilmente la tendencia del indicador.

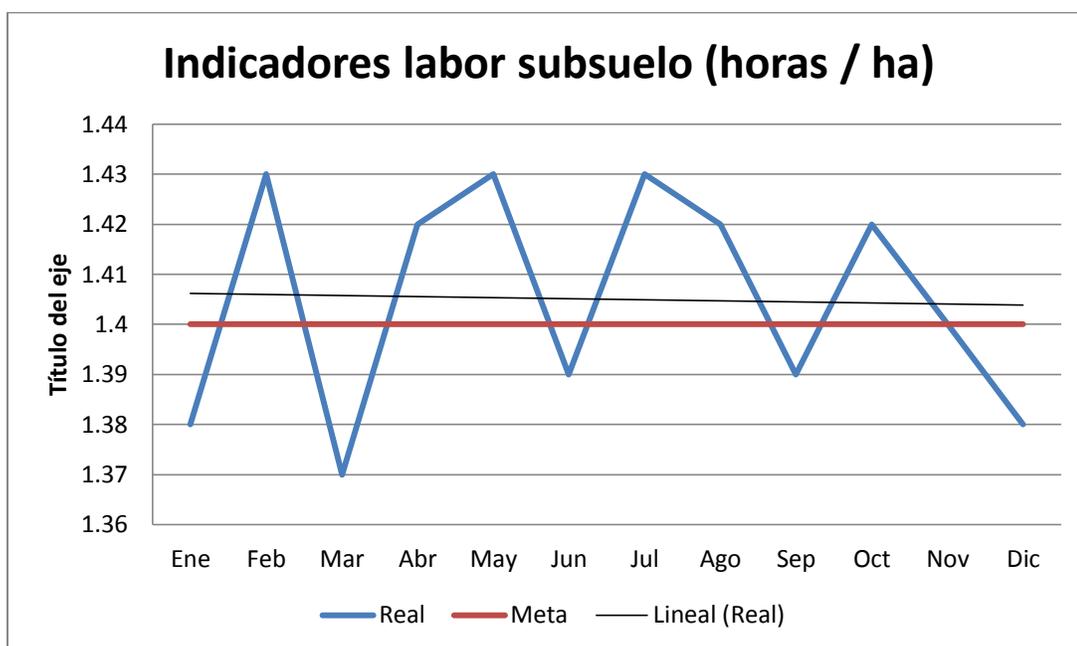
A continuación, la Tabla 5-1 muestra un ejemplo de la presentación de unos indicadores en forma tabular, de igual manera representados en las Gráfica 5-1 y 5-2

Tabla 0-1 Indicadores por labor. Datos de ejemplo.

Labor	Unidad indicador	Indicador meta	Indicador calculado ó Real	% Variación	Inverso indicador
Subsuelo	horas / ha	1.4	1.3	7%	0.77
Fertilización	horas / ha	0.9	1.2	-33%	0.83
Rastrillada	horas / ha	1.6	1.4	13%	0.71

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 0-1. Indicadores labor subsuelo (horas / ha). Datos de ejemplo



Gráfica 0-2. Lotes con indicador mayor al estimado (horas / ha). Datos de ejemplo.



Fuente: Elaboración propia. Hacienda San Antonio – Proterra Colombia S.A.

5.5 Metodología para el diseño

Existen diferentes metodologías o modelos para el desarrollo y planificación del ciclo de vida de una aplicación o software. A continuación, se describen los principales en aras de seleccionar la más adecuada.

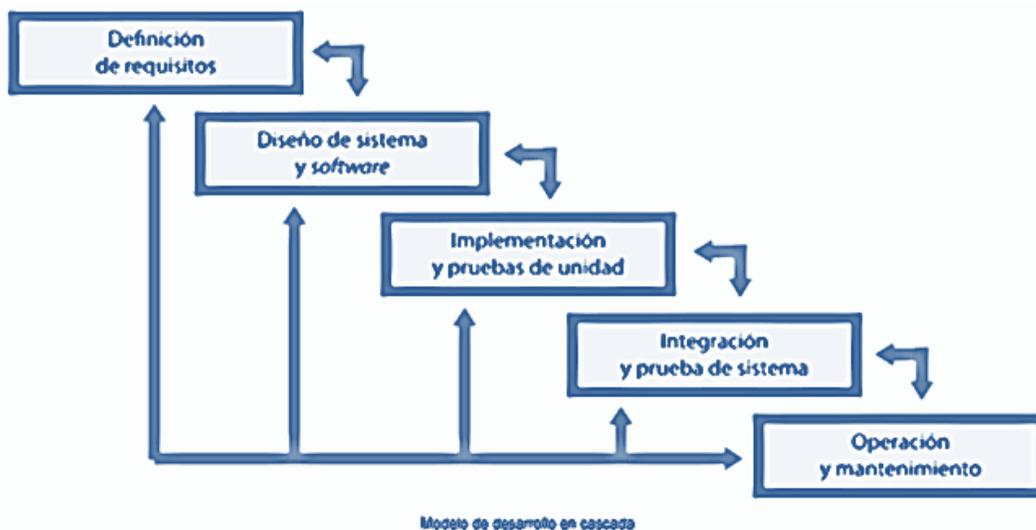
5.5.1 Cascada

Este es el modelo predecesor de la mayoría de los modelos y se basa en el establecimiento de etapas ordenadas y secuenciales. Al final de cada etapa se hace una revisión para confirmar si se puede continuar con la siguiente. Este proceso se basa en documentos que deben fluir por todo el ciclo de vida.

Este modelo tiene un buen comportamiento si se tiene una definición clara y estable del producto final. Así como también facilita el proceso de documentación y seguimiento.

Pero este modelo presenta serias dificultades cuando los requerimientos no están bien definidos, ya que obligan a regresar a las etapas anteriores para corregir o agregar algo que no haya quedado establecido. También puede generar inconvenientes al elaborar tareas que no son dependientes de otras y que se pudieran trabajar simultáneamente. A continuación, en la gráfica 5-3 se muestra gráficamente el modelo de desarrollo en cascada:

Gráfica 0-3. Modelo desarrollo en cascada



Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (2017).

5.5.2 Codificar y corregir

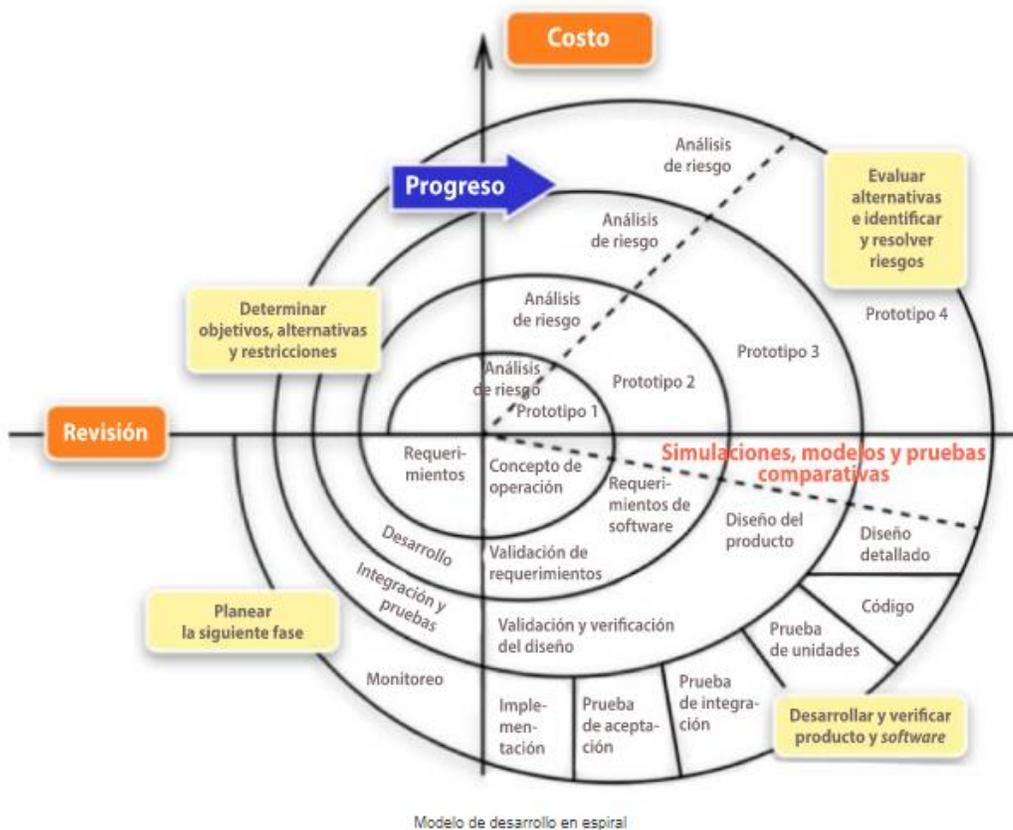
Este es un modelo catalogado de poco útil. Se basa en una idea inicial y se empieza el desarrollo usando métodos no formales hasta que se tiene el producto final. Se puede usar para proyectos pequeños, pero para grandes proyectos genera grandes dificultades como son: no se sabe la etapa en la que se encuentra el proyecto, el software se codifica en todas las etapas, si hay problemas en la idea inicial se debe descartar lo realizado y empezar de nuevo.

5.5.3 Espiral

Este modelo se basa en establecer etapas que se definen como mini proyectos y lo que se busca es establecer y controlar los riesgos de cada etapa. Los riesgos pueden ser requerimientos que no son precisos, arquitectura no disponible, etc. Una vez solucionados o controlados todos los riesgos se pasa a la etapa siguiente.

Entre las ventajas que genera este modelo está el poder controlar cada proceso, además de minimizar el impacto de algo que no se haya identificado y que sea un potencial riesgo para la terminación del proyecto. En la gráfica 5-4 se muestra el esquema de un proceso de desarrollo en espiral:

Gráfica 0-4. Modelo de desarrollo en espiral

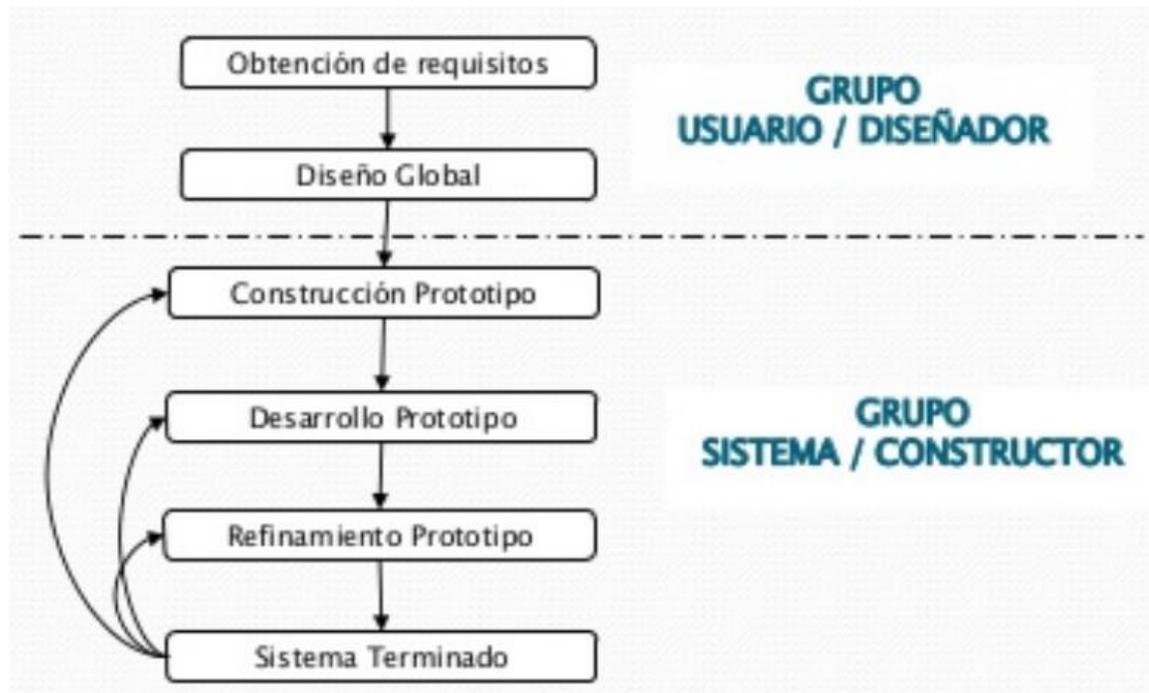


Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (2017).

5.5.4 Prototipos

Este tipo de desarrollo de software se basa en la construcción de modelos los cuales son evaluados antes del proceso de construcción. Al ser evaluado el modelo por las partes interesadas permite hacer los ajustes necesarios para que el producto final alcance los requerimientos establecidos. En la gráfica 5-5 se representa gráficamente este modelo.

Gráfica 0-5. Modelo basado en prototipos



Fuente: Universidad de los Andes. Demian Gutierrez (2009)

5.5.5 Extreme programming (XP – Programación extrema)

Esta es una de las más actualizadas metodologías para el diseño y desarrollo de software y tiene como característica el énfasis en la adaptabilidad. Para los defensores de este tipo de herramienta los cambios sobre la marcha no se pueden evitar y además se deben “celebrar” ya que estos cambios permiten acercarse a la mejor solución de lo que se requiere y sostienen que es muy difícil que al inicio de los proyectos se tengan claramente definidas las necesidades y alcances de las aplicaciones.

Dentro de las características particulares de esta metodología se tiene la programación en parejas ya que esto permite, entre otras cosas, que el conocimiento no este circunscrito a una sola persona con los riesgos que implica, además de un mayor control en los procesos de diseño y desarrollo. Debido a que la simplicidad es una de sus premisas, se debe contemplar que un representante del cliente acompañe el desarrollo, así como tener la disciplina de corregir los errores antes de pasar a las siguientes etapas.

5.5.6 SCRUM

Esta metodología se basa en un desarrollo incremental apoyándose en equipos auto gestionados y buscando trabajar por etapas las cuales se pueden solapar o desarrollar simultáneamente para evitar las entregas secuenciales o por etapas.

Los roles para implementar esta metodología están claramente definidos y se compone de: un Facilitador o gestor de cambios (Scrum Master), un representante del cliente o la parte interesada en el desarrollo (Product Owner) y el equipo que va llevar a cabo la ejecución del proyecto (Team).

Como existe una comunicación permanente de los involucrados en el proyecto, la metodología propone reuniones diarias para identificar obstáculos y así anticipar problemas futuros. Estas reuniones deben ser cortas (de 15 a 20 minutos).

Para la evaluación de los avances se establecen unos hitos (Sprint) se establecen reuniones mensuales y la metodología sugiere que no debe tomar más de cuatro horas.

5.5.7 Metodología seleccionada

La metodología que se sugiere para el desarrollo del proyecto es SCRUM, ya que ha sido concebido para proyectos complejos que puedan tener variabilidad en los requerimientos o que en el proceso de desarrollo se decida hacer un cambio sustancial.

Como el cliente está involucrado de manera permanente en el proceso, así como en las etapas de entrega se logra que el producto final sea lo requerido.

5.6 Marco espacial

El proyecto se enmarca en su fase inicial de desarrollo en la zona Gráfica del sur del departamento del Valle del Cauca, específicamente zonas cercanas al municipio de Palmira y sus alrededores. Al finalizar el proyecto, por apoyarse en una herramienta basada en la web, se considera que el diseño debe permitir funcionar en cualquier sitio que obviamente cumpla con las condiciones que se establezcan.

5.7 Delimitación

Como se mencionó el proyecto se realizará en el sur del Valle del Cauca y se circunscribirá a los cultivos de Caña de Azúcar y Piña.

Para cumplir con el objetivo de hacer un *benchmarking* se tendrá en cuenta el tamaño de las empresas, medida en hectáreas de manejo, ya que se busca que haya una homogeneidad en los recursos. Por ejemplo, para comparar labores mecanizadas se deben tener caballos de fuerza similares para poder hacer las comparaciones.

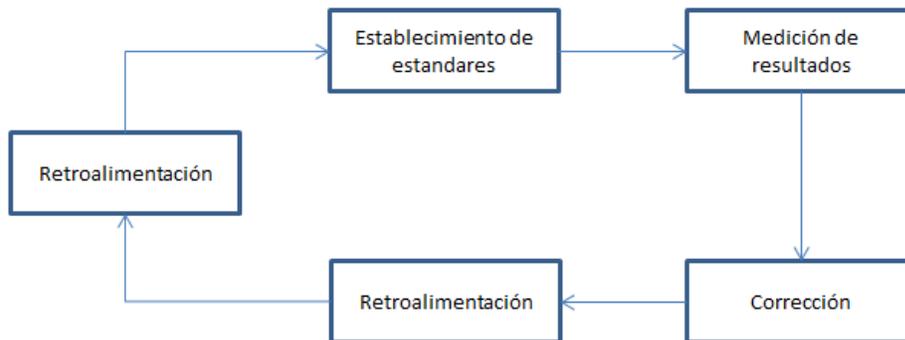
5.8 Marco temporal

Se estima que una vez terminado el proyecto, los datos que se recopilen durante mínimo tres meses pueden tener la consistencia necesaria que permitan contribuir a la toma de decisiones.

Como el beneficio final es la búsqueda del mejoramiento, los indicadores que se obtengan que representen una mejora se deben convertir en el nuevo insumo o indicador semilla con el cual compararse para continuar con el proceso de mejoramiento.

En la gráfica 5-6 se presenta gráficamente el ciclo de vida del proceso de mejoramiento.

Gráfica 0-6. Proceso de mejoramiento.



Expuesto la metodología seguida, se presenta el marco de referencia integrado por el marco teórico, antecedentes, marco conceptual y marco legal, bases del sustento del trabajo.

Marco de Referencia

1.3.1.1 Marco Teórico

Dentro del marco teórico se entrelazan varios aportes que fundamentan el trabajo aquí desarrollado. Se parte de la gestión (indicadores) como elemento central, la competitividad y los aportes desde la ingeniería de sistemas para el desarrollo de la herramienta.

1.3.1.2 Indicadores de Gestión

La gestión según la RAE (Real Academia Española) en una de sus acepciones se define la gestión como: “Administrar, graduar o dosificar el uso de algo, para obtener mayor rendimiento de ello o para que produzca mejor efecto”. Es aquí donde las personas o funcionarios encargados de la gestión, deben coordinar y sobre todo supervisar las actividades que se efectúan para tener el control de lo ejecutado.

Para llevar este control de una manera precisa es necesario apoyarse en indicadores que permitan advertir desviaciones en el rendimiento de las actividades.

De acuerdo con Rafael Rincón (1998) “un indicador es la medida de la condición de un proceso o evento en un momento determinado. Los indicadores en conjunto pueden proporcionar un panorama de la situación de un proceso”.

Para señalar la relevancia del manejo de los indicadores de la gestión, Peter Drucker citado por Amado Salguero (2001) menciona “pocos factores son tan importantes como la medición para el perfecto funcionamiento de las organizaciones”.

De igual manera, Quiroga (2012) al responderse la pregunta sobre la razón de hacer medidas: “Si usted no puede medir lo que hace, no puede controlarlo. Si no puede controlarlo, no puede dirigirlo. Si no puede dirigirlo, no puede mejorarlo”.

Es claro que para que los indicadores tengan un efecto positivo y puedan ser útiles para la gestión deben cumplir con algunos requisitos y características.

Rafael Rincón (1998) menciona algunas de ellas entre las que cabe destacar: Simplicidad, Adecuación, Validez en el tiempo, Conocimiento por parte de los usuarios de los indicadores y la oportunidad. En este último requisito menciona “es fundamental que los datos sean recolectados a tiempo. Igualmente se requiere que la información sea analizada oportunamente para poder actuar”. El tener información oportuna y veraz que permita descubrir desviaciones en los parámetros en la ejecución de actividades posibilita la implementación de medidas pertinentes para mitigar el impacto de dichas desviaciones.

Diferentes estudios han abordado el tema de la importancia del uso de los indicadores desde un punto de vista sistémico. En esa dirección (Beltrán, 2000) muestra una guía práctica para estructurar indicadores que permitan mejorar la competitividad en las compañías. Sintetizado en un mapa conceptual, como se ilustra en la gráfica 6-1.

Gráfica 0-1. Enfoque sistémico para el desarrollo de indicadores de gestión.



Fuente: indicadores de Gestión, Beltrán Jaramillo, 2000

1.3.1.3 Competitividad

La competitividad es un tema estudiado y debatido alrededor del mundo, y es por ello que son varios los autores que han hecho referencia, a ella, como (Porter (1985), Ivancevich y Lorenzi (1997), Enright et al (1994), entre otros.

Dentro de estas definiciones se encuentran las siguientes: “Competitividad es el grado en el cual un país o región puede, bajo condiciones de libre mercado y apertura comercial, producir bienes y servicios que pasan la prueba del mercado internacional y, simultáneamente, es capaz de mantener y expandir el ingreso y empleo de su población de manera sostenida en el largo plazo”, (OCDE).

Michael Porter señala que la competitividad es “La producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que los competidores domésticos e internacionales, que se traduce en crecientes beneficios para los habitantes de una nación al mantener y aumentar los ingresos reales”.

La competitividad debe entenderse como un sistema complejo ya que las empresas se ven influenciadas o deben interactuar con eventos internos y externos a ella. Al verlo de esta manera se puede visualizar la competitividad de una manera jerárquica donde las competitividades de las empresas afectan el siguiente renglón que es la competitividad industrial de la región donde se ubican que a su vez hace parte de un sector de la economía. Esta estructura al final impacta la competitividad de los países de tal manera que cuando las cifras son positivas se debe ver reflejado en el bienestar de los ciudadanos.

En lo referente a alcanzar altos niveles de eficiencia Porter (2008) plantea en su libro “Ser Competitivo” que: “La competitividad se consigue aumentando la productividad en el empleo de los recursos. Las mejoras de productividad deben ser incabables.” (Porter, 2008). Para alcanzar estas eficiencias se debe tener un enfoque que involucre la competitividad interna (recursos propios como los materiales, los procesos, capital financiero y personal) y la competitividad externa cuyo enfoque va dirigido al mercado o

sector donde se ubica la compañía (innovación, entorno económico) de acuerdo a lo enunciado por Braidot, Formento y Nicolini, (2003).

Haciendo un análisis particular de la competitividad regional nos encontramos con cuatro referentes para su estudio:

1. Los diamantes competitivos de Porter. (Anexo 1 El diamante ampliado)
2. El análisis competitivo de: WEF, IMD y DOING BUSINESS
3. The Cluster Initiative Greenbook 2.0
4. Los sistemas regionales de competitividad e innovación.

Retomando el tema de la definición de competitividad encontramos que la de Berumen (2006), citando a Stalk, Evan y Shulman (1992); Bradford (1994); Camisón (1997 y 2001); Clark (2004), y Ferry (2004) señalan que “la competitividad se le asocia con una mayor productividad, de modo que los términos competitividad y productividad se utilizan de manera indistinta, y en ocasiones se entiende el concepto de competitividad como la mayor penetración en los mercados, en los crecientes flujos de inversión y en los menores costos unitarios laborales alcanzados”.

De la parte final de esta definición “menores costos unitarios laborales alcanzados” es en la que el desarrollo del sistema de información de indicadores se enfoca, ya que obtener mayores eficiencias en labores de campo debe conllevar a una mayor productividad que igualmente debería reflejarse en una mayor competitividad a los cultivadores.

Por su parte Porter (1991) sostiene que “la ventaja competitiva solo se sostiene con un mejoramiento incesante”, además “competidores más dinámicos tarde o temprano dan con una forma de esquivar estas ventajas cuando descubren una manera mejor o más barata de hacer las cosas”. Este argumento refuerza la necesidad de tener una herramienta tecnológica que permita comparar la manera en que ejecutan las labores diferentes cultivadores para que a partir de esta comparación hacer los mejoramientos continuos.

De igual manera, Porter en el año 1991 hizo parte del Programa Monitor en el proceso de mejoramiento de la competitividad en Colombia. Entre los resultados y conclusiones del trabajo se menciona que “es necesario la sofisticación de la oferta interna, no solo en pro

de la demanda sino para defender y mantenerse en el mercado local, de lo contrario la producción interna sería desplazada por producción más competitiva proveniente del exterior”, según los autores Jahir Lombana y Silvia Rozas (2009). Esta conclusión le agrega a los cultivadores una presión adicional que los obliga a mejorar sus eficiencias debido a que existe la posibilidad que ingresen productos agrícolas del exterior, elaborados de maneras más eficientes, que compitan y desplacen los productos cultivados al interior del país.

1.3.1.4 Ingeniería de Software

De acuerdo IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por sus siglas en inglés) la ingeniería de software se puede definir como: “la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software” y por software la misma IEEE en el estándar 729 define al software como “el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de computación”.

En los años que componen la década de 1960 se empieza a notar un cambio en la manera como se reconocía la programación de computadores. En ese tiempo se tenía el concepto de que era una labor artesanal que dependía de la creatividad o experiencia del desarrollador el cual trabajaba con los criterios que él consideraba como correctos. Fritz Bauer (1969) promulgó por esa época una las definiciones de la ingeniería de software: “Ingeniería de Software es el establecimiento y uso de principios robustos de ingeniería, orientados a obtener software que sea fiable y funcione de manera eficiente sobre maquinas reales”.

Desde el año 1970 se presenta una evolución en las metodologías o enfoques para el desarrollo de software. Estos métodos según Morero (1999) se agrupan en: “métodos orientados a procesos, métodos orientados a la información y métodos orientados a objetos”. Debido al permanente cambio tecnológico surgen nuevos métodos, pero los cuales de alguna manera se circunscriben a estos grandes grupos.

En cuanto al método estructurado se estima su inicio con el artículo presentado por Larry Constantine et al en 1974 denominado “Structured design” en una edición del IBM Systems Journal y se basa en la representación de estructuras en el diseño de las aplicaciones. Este artículo marcó un hito ya que usó notación gráfica para representar las relaciones de los módulos que componen una aplicación. Este método en particular ha perdido relevancia debido al desarrollo de las bases de datos y nuevos lenguajes que hacen poco funcional el diseño estructurado de las aplicaciones.

El método orientado a la información enfoca su diseño a los datos que van administrar las aplicaciones. Peter Chen (1976) publicó un artículo denominado “Modelo Entidad Relación MER” y en dicho artículo mencionaba “El enfoque entidad-relación provee una metodología comprehensiva y fácil de entender para un diseño lógico de la base de datos independiente del almacenamiento o consideraciones de eficiencia”. Este método proporcionó una ayuda importante para la solución a los problemas inherentes al diseño como son: la estructura de datos, los tiempos de actualización y consultas, los diversos motores de bases de datos, entre otros. Este método sigue vigente y se ha potencializado al desarrollarse herramientas gráficas que facilitan los diseños de las aplicaciones.

Para el método orientado a objetos, se toma como su inicio diferentes tipos de software de simulación. En 1986 Bjarne Stroustrup con su libro “C++ Programming Language” preparo las bases para que el enfoque orientado a objetos se posicionara como el estándar para el desarrollo de aplicaciones y según Morero (1999): “Cuando algún experto se encuentra con alguna duda sobre cómo debería ser un lenguaje orientado al objeto recurre a éste libro”

Los enfoques estudiados se pueden combinar para el diseño y desarrollo de una aplicación. Para este proyecto el diseño de la base de datos se usó el método de entidad relación que brinda la mejor eficiencia en el acceso a los datos, así como la fácil interpretación por el personal técnico involucrado. En cuando a los lenguajes, la tecnología actual conlleva al uso de la programación orientada a objetos (POO) con todos los beneficios que brinda entre los cuales está el máximo aprovechamiento de los recursos de los dispositivos y su interoperabilidad entre diferentes sistemas operativos.

Para el diseño del proyecto se tuvieron en cuenta las etapas aceptadas en todo proceso de desarrollo de software como plantea Roger S. Pressman en su libro "Ingeniería del software: Un Enfoque práctico". El autor para describir estas etapas se apoya en el libro de George Polya "How to Solve It", el cual describe las etapas de la siguiente manera:

"1. Entender el problema (comunicación y análisis). 2. Planear la solución (modelado y diseño del software). 3. Ejecutar el plan (generación del código). 4. Examinar la exactitud del resultado (probar y asegurar la calidad)".

Como el alcance de este documento es presentar el diseño de una herramienta que permita gestionar labores agrícolas, solo se incluyen las etapas 1 y 2.

1.3.1.5 Marco conceptual

En búsqueda de una mejor comprensión del proyecto se definen algunos términos usados en el desarrollo de la herramienta:

App: programa de computadora o un programa, generalmente pequeño y específico que se usa para dispositivos móviles. <https://www.techopedia.com/definition/28104/app>

Competitividad: "grado en que un país, estado o región produce bienes y servicios bajo condiciones de libre mercado, los cuales enfrentan la competencia de los mercados internacionales, mejorando simultáneamente los ingresos reales de su población y la consecuente productividad de sus empresas y gestión gubernamental" (OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos)

Confiabilidad: la confiabilidad es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado" (Sueiro, s.f.).

Disponibilidad: en el contexto de un sistema informático, se refiere a: "capacidad de garantizar el acceso a personas autorizadas a los procesos, servicios y datos de los que dispone la empresa". <https://blog.apser.es>

Eficiencia: se define como: “la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados”. (ISO 9001,2015).

Hardware: “conjunto de los componentes que conforman la parte material (física) de una computadora”. (RAE Real Academia de la lengua).

Hosting: alojamiento (en español). Se define como: “el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía web”. <http://www.alegsa.com.ar/Dic/hosting.php>.

Indicador: “magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad. Resultado cuantitativo de comparar dos variables”. Recuperado de <http://www.definicion.org/indicador>.

Productividad: es el: “grado de utilización efectiva de cada elemento de producción”. (EPA Agencia Europea de Productividad)

Sistema: (tecnología de la información). “conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad o un objetivo”. <https://es.wikipedia.org>

Sistemas de información Gráficas (SIG): es un *software* que correlaciona datos Gráficas (espaciales) con información alfanumérica. Esta integración permite, Gráficamente, desplegar la información con el fin de resolver problemas de planificación y de gestión. Recuperado de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/hosting.php>.

Software: “conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación”. (Extraído del estándar 729 del IEEE).

Ventaja competitiva: ventaja con la que la organización ejecuta sus métodos de producción y de organización, en comparación con los de sus rivales en un mercado específico. Adam Smith citado en (Buendía R., 2013).

Competitividad sistémica: indica que “la competitividad debe ser comprendida necesariamente en un todo coherente (no aislado), en el que las empresas se encuentran y, al mismo tiempo, son un soporte del mercado y la sociedad”. (Cabrera, López, & Ramírez, 2011).

Competitividad país: “producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que los competidores domésticos e internacionales, lo que se traduce en crecientes beneficios para los habitantes de una nación al mantener o aumentar los ingresos reales” Michael Porter(1993).

Competitividad región: hace referencia al “propósito de mejorar el desempeño de las regiones y mejorar la calidad de vida de los habitantes, identificando en qué aspectos la región presenta deficiencias y de esta manera desarrollar actividades que movilicen la acción colectiva de los ciudadanos, las empresas y las agencias públicas” Ilpes (2003).

Competitividad industrial: una primera propuesta para entender esta competitividad se genera desde los planteamientos de Porter (1993), que estudia la competencia en industrial analizando cinco factores: “rivalidad de los competidores, poder de negociación de los proveedores, poder de negociación de los clientes, amenaza de nuevas empresas entrantes, y amenaza de productos sustitutos”.

Competitividad empresa: Partiendo del concepto planteado por Porter (1993) y retomada por Krugman (1997) de que “las que compiten no son las naciones, sino las empresas”, se establece que, a un país lo hace competitivo el desempeño de las empresas que forma parte de su aparato productivo. Alic (1987) la define como “la capacidad de las empresas para diseñar, desarrollar, producir y colocar sus productos en el mercado internacional en medio de la competencia con empresas de otros países”.

1.3.1.6 Marco legal

Desde el marco legal es importante considerar aquellas normas que podrían impedir o facilitar la ejecución. Las normas que se detallan en la tabla 6-1, presentan relación con la construcción de software, y la administración de datos personales.

Tabla 0-1. Resumen marco legal del proyecto.

Norma	Concepto	Relación con el proyecto
Decreto 1360 y la ley 44	El Decreto 1360, “por el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico (software en el Registro Nacional del Derecho de Autor)”, además señala que “la protección otorgada al soporte lógico, no excluye otras formas de protección”. La ley 44 reglamenta el “Registro Nacional del Derecho de Autor y se regula el Depósito Legal”.	Debido a que el proyecto plantea el diseño y este puede conllevar al desarrollo de un sistema de información se deben elevar los trámites de registro para protección de los derechos ante las entidades responsables.
Ley estatutaria 1581 de 2012	Ley de Protección de Datos Personales reconoce y protege el derecho que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos que sean susceptibles de tratamiento por entidades de naturaleza pública o privada.	Debido a que en las bases de datos se van a conservar los datos de los usuarios es obligatorio hacerles conocer la manera como se van a tratar sus datos, brindado las opciones que exige la ley.

Fuente: Decreto ley.

Resultados

Este capítulo permite mostrar los resultados del trabajo, siendo necesario en primer plano mostrar los fundamentos del diseño, seguido de las etapas para el desarrollo del diseño y la relación bases de datos sistema propuesto y sistemas de información Gráficas (sig). Para finalmente llegar al cumplimiento de los objetivos desde la identificación de los indicadores que impactan en la productividad de un cultivo, seguido de la integración de variables que se miden en el campo con un sistema Gráfica que permita hacer análisis espaciales y por ultimo identificar los factores que permiten hacer comparables los datos que se obtienen al medir las labores agrícolas.

1.4 Fundamentación para el diseño de la herramienta

La fundamentación permite definir y seleccionar los diferentes aspectos que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto. Abarcando software y hardware se busca seleccionar lo que brinde un mayor costo / beneficio en el proceso de diseño y construcción.

7.1.1 Historia y evolución de los dispositivos móviles

Los dispositivos móviles inteligentes (smartphones) se consideran como una de las grandes innovaciones del ser humano. Su desarrollo cambio drásticamente la manera de comunicarse de las personas, así como también brindan un sin número de funcionalidades que antes se podían tener usando varios artefactos.

El desarrollo se remonta a la construcción de equipos de comunicación en la segunda guerra mundial por parte de la compañía Motorola la cual elaboró un equipo denominado Handie Talkie H12-16 (Historia del móvil .2013). A partir de estos equipos de comunicación, que usaban una frecuencia baja, se empieza el proceso de elaboración de dispositivos que usaban mayores frecuencias. Por el tamaño de los equipos se pensaron inicialmente para su instalación en vehículos.

Los equipos de comunicación tienen un cambio en su manera de funcionar cuando en el año 1971 se crea, por parte de Martin Cooper, el primer prototipo de celular. Con la llegada del transistor el tamaño de los equipos se reducía cada vez más a la vez que su potencia y su alcance aumentaba. A comienzos de los 80's, la empresa Motorola desarrolla un equipo analógico denominado *Motorola DynaTAC 8000X*, cuyo costo hacía que fuera adquirido por personas de alta capacidad económica ya que su precio se ubicaba por los \$4,000 dólares, además un alto pago por el servicio. Estos equipos se denominaron como generación 1G.

La denominada segunda generación se da en la década de los 90 y se caracteriza por la masificación de los dispositivos lo cual se debe en gran parte a la competencia de las compañías que fabricaban equipos celulares.

El siguiente cambio generacional se da cuando a los dispositivos se les incluye un chip o sim card, la cual permitía almacenar información. Las empresas de telefonía sacan al mercado una variedad de equipos con menores costos para los usuarios. Ya incluían la tecnología EDGE.

Con la inclusión del estándar de comunicación 4G, se logra un cambio drástico en la evolución de los equipos celulares ya que el uso para las llamadas es una de las funciones de las tantas otras que puede brindar un equipo celular. Las funciones y dispositivos que traen los nuevos dispositivos hacen que se tenga en la mano un teléfono y computadora al mismo tiempo.

Dentro de las funcionalidades que se incluyen en los dispositivos inteligentes se tiene, además de hacer llamadas, las siguientes:

- . Tiene GPS (Global Positioning System, sistema global de posicionamiento)
- . Navega en Internet con tecnología 4G
- . Conexión WiFi
- . Cámaras frontal y trasera
- . Permite instalar aplicaciones desarrolladas por terceros
- . Cuenta con Sistema Operativo estable
- . Puede ejecutar varias tareas al tiempo (multitasking)

Dentro de las compañías que fabrican dispositivos móviles se tienen: Samsung, Apple, Huawei, Xiami y Oppo. En la tabla 7-1 se muestra la distribución en el mercado en volumen de envío y su porcentaje de participación (en los primeros trimestres del 2017 y 2018) donde se aprecia el gran peso que tiene la compañía Samsung.

Tabla 0-1. Mercado mundial de los smartphones

Worldwide Smartphone Market, Top 5 Company Shipments, Market Share and Year-over-Year Growth, Q1 2018 (shipments in millions)					
Company	1Q18 Shipment Volume	1Q18 Market Share	1Q17 Shipment Volume	1Q17 Market Share	Year-Over-Year Change
Samsung	78.2	23.4%	80.1	23.3%	-2.4%
Apple	52.2	15.6%	50.8	14.7%	2.8%
Huawei	39.3	11.8%	34.5	10.0%	13.8%
Xiaomi	28.0	8.4%	14.8	4.3%	87.8%
OPPO	23.9	7.1%	25.8	7.5%	-7.5%
Others	112.7	33.7%	138.3	40.2%	-18.5%
Total	334.3	100.0%	344.4	100.0%	-2.9%

Source: IDC Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker, May 2, 2018

Fuente: IDC Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker.

7.1.2 Sistemas operativos

El sistema operativo en un dispositivo móvil es el software de bajo nivel encargado de administrar los recursos de que dispone el equipo (hardware) para que puedan ser usados por las diferentes aplicaciones (software). Los principales sistemas operativos en los dispositivos móviles se encuentran: Android, IOS y otros sistemas operativos con una mínima participación del mercado.

La tabla 7-2 muestra la distribución porcentual de los sistemas operativos por país. El estudio fue realizado por "Internet Media Services (IMS) y comScore".

Tabla 0-2. Distribución porcentual de propietarios de Smartphones por sistema operativo y país en Latino América.

	Android	iOS	RIM	Other	Don't know
Brazil	82%	16%	3%	8%	1%
Peru	79%	26%	19%	7%	1%
Colombia	79%	22%	12%	8%	1%
Argentina	75%	11%	13%	15%	1%
Mexico	74%	26%	6%	7%	1%
Chile	70%	36%	9%	6%	<1%
Latin America	78%	19%	7%	8%	1%

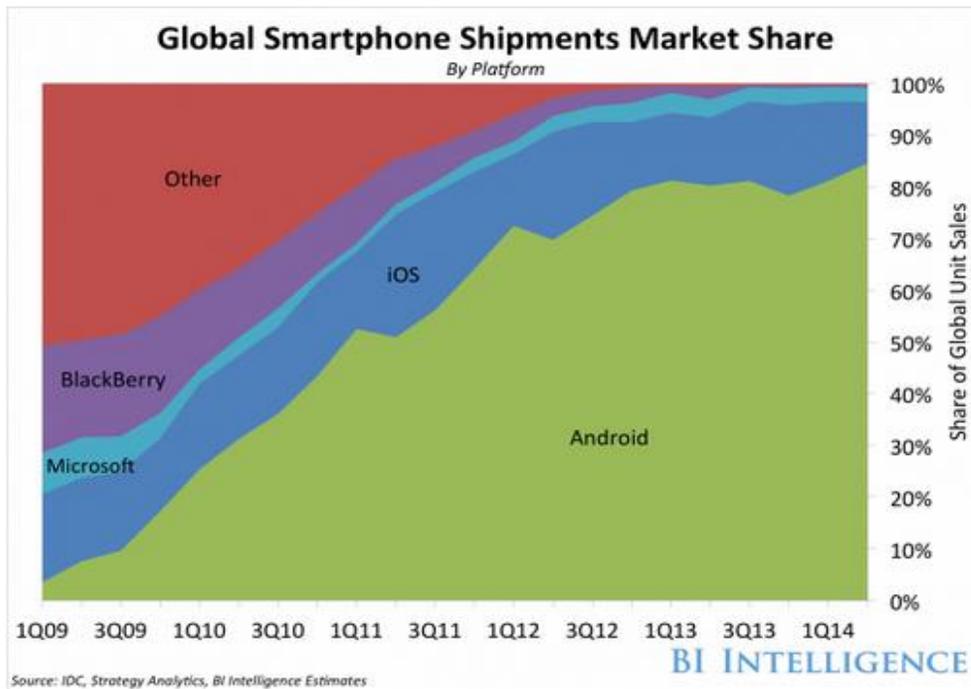
Source: Internet Media Services (IMS) and comScore Inc., "IMS Mobile in Latam," March 25, 2015

188423 www.eMarketer.com

Fuente: Internet Media Services (IMS) y comScore

Para confirmar si esta supremacía de Android es una tendencia o es una situación puntual se muestra la gráfica 7-1, donde se ratifica el crecimiento del uso del sistema operativo a nivel mundial:

Gráfica 0-1. Porcentaje de envío globales de Smartphones por plataforma (sistema operativo)

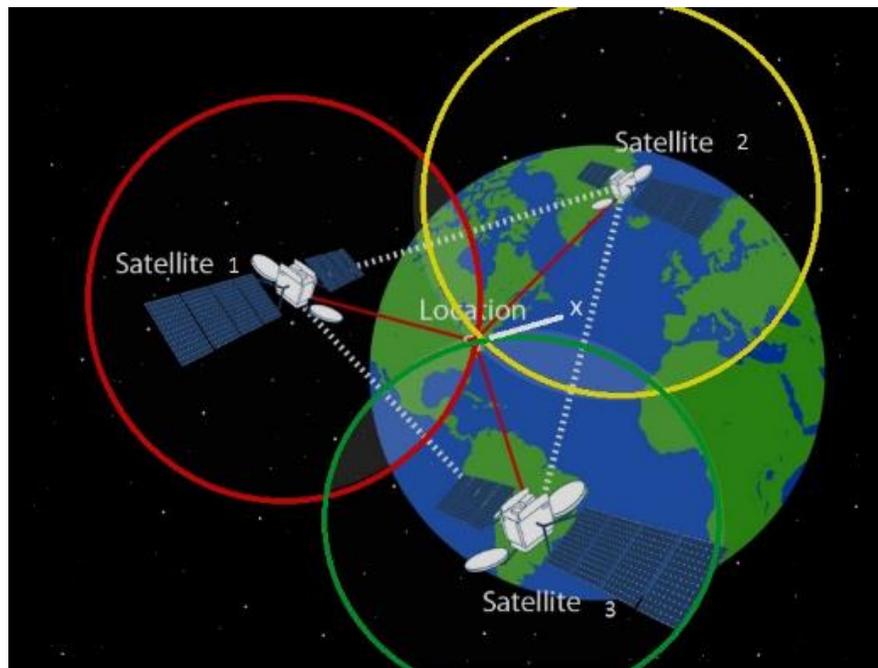


Fuente: IDC, Strategy Analytics, BI Intelligence Estimates

7.1.2.1 GPS

El sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) es un sistema que basado en redes satelitales permite ubicar la posición de una persona o un objeto en el globo terráqueo. Para la ubicación se usa entre 2 y 4 satélites y por medio de una triangulación se da la posición como se puede apreciar en la gráfica 7-2.

Gráfica 0-2. Cálculo satelital de las coordenadas.



Fuente: <https://elandroidelibre.lespanol.com>

La posición brindada por los GPS tiene un grado de precisión que puede variar por múltiples variables entre las cuales se encuentran: errores orbitales, satélites visibles, retrasos en las señales, etc.

En los dispositivos móviles inteligentes se ha integrado la tecnología de los GPS. Esto ha abierto un abanico de desarrollos debido a la portabilidad además de las funcionalidades adicionales que se le pueden agregar alrededor de esta tecnología.

La precisión brindada por los GPS de los dispositivos móviles se ubica cerca de los 4 metros, pero nuevos desarrollos en la tecnología buscan que la precisión sea de centímetros.

7.2.1.2 APP

Las App son aplicaciones (software) desarrollado para dispositivos móviles y viene de la palabra application. Estas aplicaciones están desarrolladas para satisfacer múltiples actividades diarias como pueden ser: entretenimiento, educación, labores empresariales, actividades deportivas, etc. Las App se apoyan en el sistema operativo para obtener los servicios que prestan los recursos (hardware) para llevar a cabo las tareas.

Las App se pueden desarrollar de dos maneras: aplicaciones en la web y aplicaciones en el dispositivo. Ambas opciones tienen sus ventajas y desventajas. En la tabla 7-3 se muestra la comparación entre los dos modelos de desarrollo de la aplicación con sus características más relevantes.

Tabla 0-3. Comparación entre desarrollo de aplicaciones Web o en los dispositivos.

Característica	Aplicaciones en Dispositivo	Aplicaciones WEB
Sistema Operativo	Depende del sistema operativo	Independiente del sistema operativo
Necesidad de Internet	No	Si
Necesidad de instalación	Si	No
Actualización	Requiere intervención del usuario	Proceso en línea. Automático
Velocidad	Mayor velocidad	Menor velocidad

Fuente: Propia

Dentro de los principales lenguajes usados para la programación de APP se tienen:

- Android
- Objective-C (para IOs - apple)
- HTML5
- Javascript

7.1.3 Desarrollo WEB

Desde el inicio de las páginas web se buscó que no fueran solo estáticas ya que no permitían la interacción con los usuarios y la información que se muestra no cambia. Se empezaron a desarrollar páginas que permitieran interactuar a los usuarios, por medio de una aplicación, para extraer o almacenar datos que se deberían convertir en información relevante.

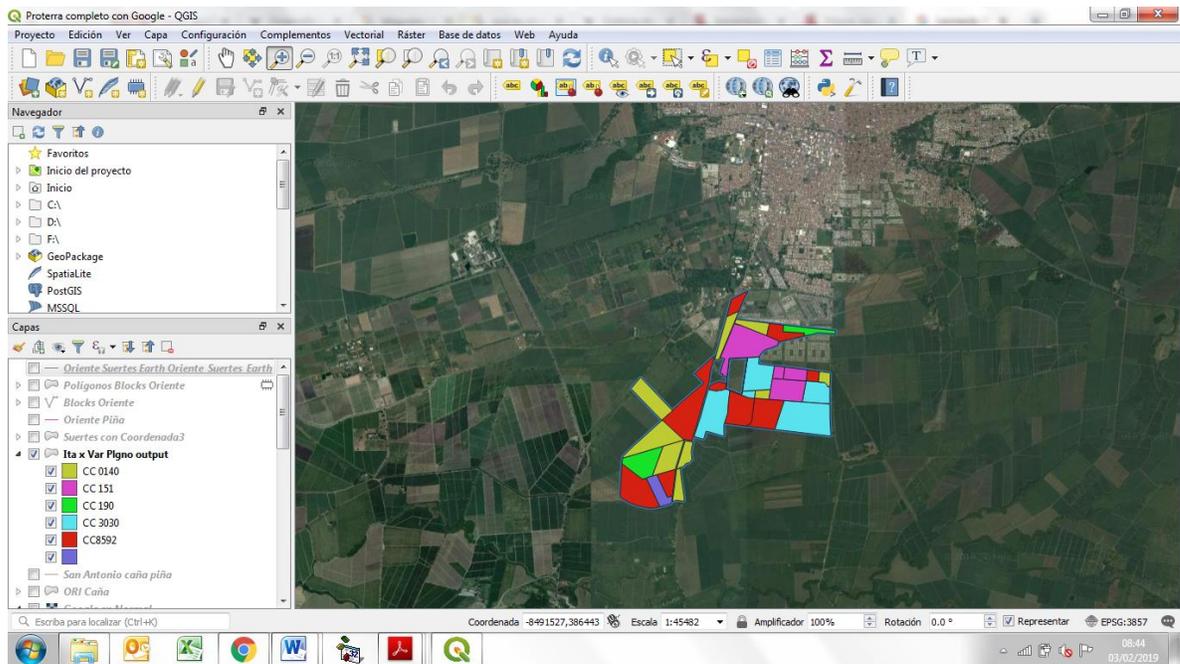
Existen múltiples lenguajes para el desarrollo de aplicaciones web dentro de los cuales los más destacados son:

1. PHP
 - HTML
 - Javascript
 - ASP.Net
 - JSP
 - Python

7.1.3.1 SIG

Los sistemas de información Gráfica, SIG (o GIS por su sigla en inglés), se definen como las herramientas que permiten vincular información espacial (planos o mapas) georreferenciada con información de una base de datos para que combinados el análisis conlleve a mejores a decisiones. En la gráfica 7-3 se muestra como ejemplo el plano de una hacienda y permitiendo observar, además de su posición espacial, su distribución por un criterio particular que en este caso se usó la variedad sembrada.

Gráfica 0-3. Plano Hacienda La Italia con distribución por variedad



Fuente: elaboración propia

Dentro de las aplicaciones SIG en el mercado se encuentran:

ArcGis: Es un software propiedad de la empresa ESRI con sede en la ciudad de San Diego en estados unidos. Ha desarrollado herramientas muy robustas como ArcGis y

ArcInfo que permite hacer múltiples análisis de la información geoespacial. En la actualidad se comercializa como un software por servicio (SaaS por sus siglas en inglés de Software as a Service) lo cual requiere que se haga un pago periódicamente para su uso.

QGIS: Es un software de código abierto bajo licencia GNU (por sus siglas en inglés de General Public License) y es un proyecto de Source Geospatial Foundation (OSGeo). Cuando se cataloga como un software de código abierto se refiere a que su licenciamiento debe tener unas características como son: que se pueda usar, modificar y distribuir y su código fuente debe estar disponible.

GvSIG: Es un software libre y gratuito bajo licencia GNU. Trabaja múltiples formatos y es versátil en su uso.

GRASS GIS: Al igual que los anteriores también es un software gratuito utilizado en el medio académico, agencias estatales y medioambiente.

7.1.4 Base de datos

Una base de datos es un conjunto de datos que han sido almacenados de manera estructurada y validada y que por medio de relaciones se puede extraer información para la toma de decisiones.

Existen programas gestores de bases de datos (motores) y se denominan SGBD (o DBMS por las siglas en ingles de Database Management System). Dentro de los principales motores de bases de datos se encuentran:

- Oracle: Base de datos con costo.
- IBM DB/2: Base datos con costo.
- Microsoft SQL Server: Base de datos con costo.
- MySQL: Gratis
- Postgress: Gratis

A continuación, se incluye la gráfica 7-4 donde se muestra la distribución y su presencia en el mercado de las diferentes bases de datos relacionales en lo que tiene que ver entre contendores, lideres, nicho y las de alto rendimiento. Está gráfica sirve para de un solo golpe de vista identificar, según los requerimientos, la base de datos ideal para el proyecto.

Gráfica 0-4. Cuadro mágico de bases de datos relacionales



Fuente: G2 Crowd Grid

7.1.5 Elección infraestructura tecnológica

Las herramientas tecnológicas para el desarrollo del sistema de información son las siguientes:

Sistema operativo dispositivos móviles: Se elige la plataforma **Android** debido a que es usada en cerca del 80% de los dispositivos. Además, a diferencia del siguiente sistema operativo en la escala de uso que es el IOs de Apple, el costo es

mucho menor conservando las prestaciones necesarias para ejecutar la App propuesta.

Lenguaje de desarrollo en el dispositivo: Para el desarrollo de la parte que tiene que ver con los dispositivos se tienen dos alternativas, desarrollar la APP directamente en el dispositivo o hacer el desarrollo en la WEB. Ambas alternativas ofrecen ventajas y desventajas que se describen en la tabla 7-4 que se muestra a continuación:

Tabla 0-4. Comparación lenguajes de programación

Característica	Aplicaciones en Dispositivo	Aplicaciones WEB
Sistema Operativo	Depende del sistema operativo	Independiente del sistema operativo
Necesidad de Internet	No	Si
Necesidad de instalación	Si	No
Actualización	Requiere intervención del usuario	Proceso en línea. Automático
Velocidad	Mayor velocidad	Menor velocidad
Aprovechamiento en el Uso de los recursos de los equipos	Maximo	Menor

Fuente: Propia

De acuerdo a las anteriores características se selecciona el desarrollo de la aplicación directamente en el dispositivo teniendo como principales argumentos que no se requiere tener la conexión en Internet para hacer el ingreso de los datos. Lo que se plantea es que los registros queden temporalmente en los dispositivos hasta que haya señal (Wifi o propia del plan de datos del dispositivo) para que se descarguen a los servidores que almacenan la información. Por lo anterior el lenguaje y herramienta de desarrollo seleccionada para la aplicación en el dispositivo es el **Android Studio**.

Lenguaje de desarrollo en la Web: Como todo sistema de información, se requiere el componente de administración de los datos que se almacenan en los servidores web. Para el desarrollo se sugiere **Java o JavaScript**. Aunque es importante tener en cuenta actualmente está creciendo el desarrollo en lenguajes como Python y que ha disminuido el uso de PHP y PERL. Es posible que el lenguaje que se use para el desarrollo Web cambie, pero siempre se debe velar por cumplir los estándares de calidad además de cumplir con los objetivos de la aplicación.

Selección de base de datos:

Al igual que el lenguaje se debe administrar dos bases de datos: una para los dispositivos y otra para los servidores Web. En cuanto al gestor de datos en los dispositivos se debe tener en cuenta la versatilidad en la sincronización de los datos con la base de datos central siempre teniendo presente la seguridad, así como que sean ligeras en lo que se refiere al tamaño debido a lo limitado del espacio que deben ocupar, también que no consuma demasiada memoria y energía. De acuerdo a la comparación del desempeño y a que cumple el requerimiento con el diseño de que la base de datos debe ser relacional **SQLite**. Esta base de datos es de dominio público y es muy usada en desarrollo de aplicaciones basadas en Android.

En cuando a la base de datos en el servidor se tiene una variedad de bases de datos todas muy potentes y que cumplen los requerimientos; pero para el desarrollo de se propone **PostgreSql**, ya que es un motor que tiene todas las ventajas de sus competidores, pero tiene un valor agregado la ser de código abierto.

Selección de SIG:

El sistema de información Gráfica seleccionado es **QGis**. En la comparación con otras herramientas se equipará con las que llevan más tiempo en el mercado, pero se diferencia con ellas por ser un software libre y de código abierto.

En el Gráfica 7-5 se muestran gráficamente las herramientas seleccionadas incluyendo el logo que las identifica:

Gráfica 0-5. Logos de herramientas seleccionadas.



Fuente: Propia

1.5 Etapas de desarrollo del diseño

Para minimizar problemas en la entrega del producto final, el diseño de los sistemas de información se apoya en herramientas que buscan minimizar los posibles errores que conlleven a resultados que no son los esperados por falta de claridad en los requerimientos o problemas de rendimiento la hora de la ejecución de las aplicaciones.

Dentro de las herramientas de apoyo se tienen: tablas de requerimientos, casos de uso, diseño de la arquitectura, diseño de las interfaces en el cliente, diagramas de entidad relación y diccionario con definición de tablas y campos de la base de datos.

7.2.1 Definición del problema

Se requiere el desarrollo de una aplicación (App) para dispositivos móviles que permita medir la eficiencia en la ejecución de labores agrícolas. El sistema debe tener un componente web que permita parametrizar las diferentes labores e ingresar un indicador semilla o inicial con el cual se van a comparar los usuarios.

En cada dispositivo móvil se descargará la aplicación y se deberán ingresar los datos básicos de cada una de las unidades de cultivo (lote o parcela) siendo un dato importante pedir la confirmación si se desea compartir los resultados con los demás cultivadores.

La aplicación debe permitir a los cultivadores poder comparar la eficiencia de las labores realizadas versus esa misma labor realizada por otros cultivadores o contra la meta establecida por el mismo cultivador.

7.2.1.1 Tabla de requerimientos

En el contexto del diseño de sistemas de información se entiende como requerimiento la formulación de una necesidad la cual se encuentra documentada y que el sistema debe cumplir con las condiciones que se establezcan.

Dentro de los requerimientos nos encontramos con dos tipos: los funcionales y no funcionales.

Los requerimientos funcionales involucran los que son inherentes al software, es decir, el servicio que debe prestar el producto y se debe identificar claramente que como debe actuar o reaccionar la aplicación ante diferentes eventos tales como: entrada de datos, clic en opciones, uso de teclas de función o numéricas.

En los requerimientos no funcionales se definen los requerimientos asociados a restricciones o funciones brindadas por el sistema. Dentro de estos requerimientos se catalogan: espacio de almacenamiento, velocidad de respuesta, fiabilidad y seguridad.

Para definir los requerimientos se presentan los siguientes formatos, en los cuales primero se identifican de manera general los requerimientos y otro formato se incluye el detalle de lo que se requiere, una vez diligenciado, estos documentos deben ser usados para medir el cumplimiento de lo que se requiere del software.

En las tablas 7-5, 7-6, y 7-7 se muestran los requerimientos dependiendo de quién es el generador del evento en el sistema.

Tabla 0-5. Requerimientos funcionales: Usuarios.

Requerimientos Funcionales (RF) usuarios						
Requerimiento	Descripción	Tipo	Responsable	Evaluable	Estado	Fecha Entrega
RFUS0001	Registro del usuario	Evidente				
RFUS0002	Acceder a la base de datos para confirmar existencia	Oculto				
RFUS0003	Registro del usuario por primera vez. Parametros	Evidente				
RFUS0004	Ingreso y validacion de parametros por primer vez	Evidente				
RFUS0005	Almacenar datos despues de validación	Oculto				
RFUS0006	Formulario cuando el usuario ya existente	Evidente				
RFUS0007	Almacenar datos despues de validación	Oculto				
RFUS0008	Consulta de indicadores en tablas o gráficas	Evidente				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0-6. Requerimientos funcionales: Administrador del sistema

Requerimientos Funcionales (RF) Administrador						
Requerimiento	Descripción	Tipo	Responsable	Evaluable	Estado	Fecha Entrega
RFAD0001	Registro del usuario administrador. Credenciales iniciales	Evidente				
RFAD0002	Actualizacion de parametros de labores	Oculto				
RFAD0003	Administración de la base de datos	Evidente				
RFAD0004	Administración de quejas, reclamos y sugerencias	Evidente				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0-7. Requerimientos NO funcionales

Requerimientos NO Funcionales (RNF)			
Requerimiento	Descripción	Descripción	Frecuencia
RNF0001	Tiempo de respuesta	Maximizar los tiempos de respuesta de las funcionalidades	Revisión Mensual
RNF0002	Registro del usuario	Almacenar localmente los registros cuando no se tenga conexión	Requerimiento esencial
RNF0003	Escalabilidad	Permitir funcionar en la gran mayoría de equipos Android	Revisión Mensual
RNF0004	Política de claves	Tamaño y vencimiento	Revisión Mensual

Fuente: Elaboración propia.

Para cada requerimiento se ha elaborado un formato que permita controlar la evolución del requerimiento, así como el cumplimiento de lo solicitado. A manera de ejemplo se incluyen los formatos de los requerimientos funcionarles 1 y 2, los demás se encuentran en la tabla de anexos. Citar tabla 7-8 y 7-9

I

Tabla 0-8. Formato de requerimiento detallado: Registro del usuario

RFUS0001	Registro del usuario	
Versión	yyyy-mm-consecutivo	
Descripción	Proceso de ingreso a la aplicación. Registro de credenciales y funciones para usuario nuevo o para ingreso de datos o consulta	
Condición inicial	Se debe descargar e instalar la aplicación	
Secuencia	Paso	Acción
	1	Click boton opción registro
	2	Desplegar pantalla de registro
	3	Ingresar datos
	4	Click boton opción Guardar
	5	Validar datos
	5.1	Si error en datos mostrar el campo errado y breve ejemplo
	6	Transmitir datos a la base de datos
Validaciones	7	Confirmación de datos almacenados
	1	Validacion de @ en correo
	2	Validacion de campos numericos
	3	Validar contraseña y confirmación de contraseña
Tiempo estimado	4	Validar area por lote
	30 Seg.	Creación de usuario
	60 Seg.	Creación de finca y lote (un lote)

Tabla 0-9. Formato de requerimiento detallado: Acceder a la base de datos para confirmar existencia

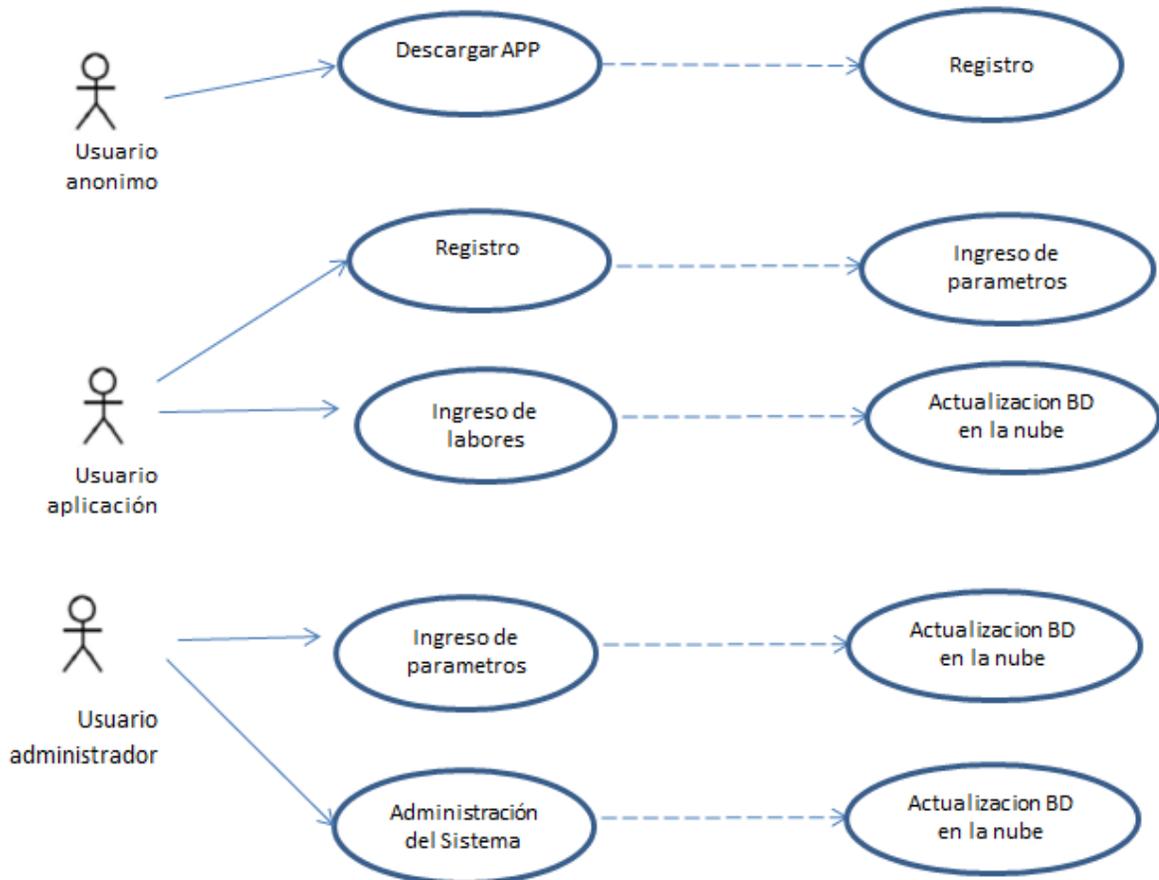
RFUS0002	Acceder a la base de datos para confirmar existencia	
Versión	yyyy-mm-consecutivo	
Descripción	Con las credenciales encriptar el usuario y la clave para acceder a la base de datos	
Condición inicial	RFUS0001	
Secuencia	Paso	Acción
	1	Ejecutar webservice
	2	Buscar en las tablas de parametros
	3	Devolver campos parametros cuando exista el usuario
	4	Devolver booleano para creación de usuario
Validaciones	1	N/A
Tiempo estimado	30 Seg.	Accediendo a la base de datos y confirmación de existencia

7.2.1.2 Casos de Uso

Los diagramas de casos de uso son una herramienta que permite describir una actividad la cual es realizada por alguien (o algo). Los casos de uso de pueden definir un modelo que “permite que los desarrolladores del software y los clientes lleguen a un acuerdo sobre los requisitos, es decir, sobre las condiciones y posibilidades que debe cumplir el sistema. El modelo de casos de uso sirve como acuerdo entre clientes y desarrolladores y proporciona la entrada fundamental para el análisis, el diseño y las pruebas.” Jacobson 2000.

En la gráfica 7-6 se muestra los diagramas de uso de la aplicación:

Gráfica 0-6. Diagrama de uso del sistema



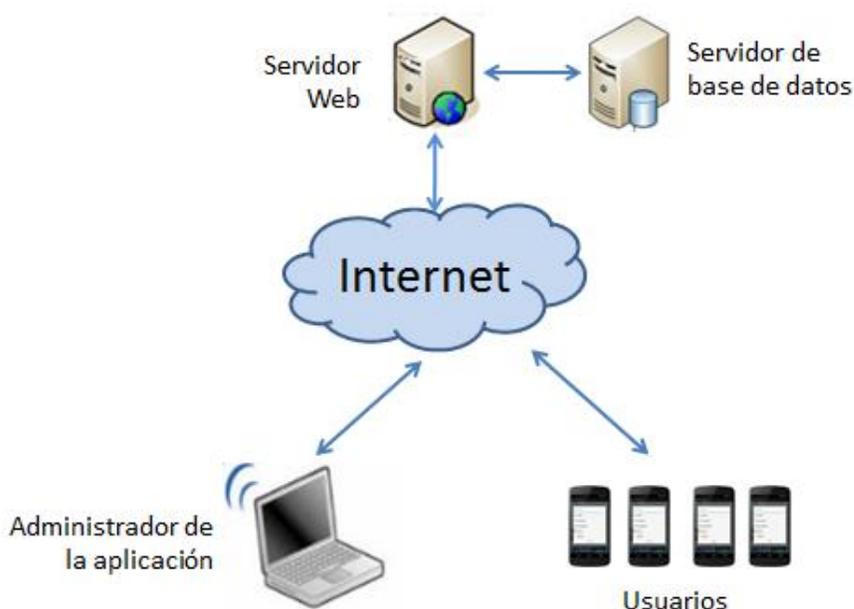
7.2.1.3 Diseño de la arquitectura Cliente Servidor

El diagrama o modelo muestra gráficamente las peticiones e interacciones entre los elementos o dispositivos que interactúan en el sistema. En esta arquitectura los clientes que se pueden entender como los usuarios hacen peticiones ya sea consultando o enviando datos hacia un servidor que se encarga de almacenar y administrar los recursos para responder a las peticiones.

En esta arquitectura los servidores se encuentran ubicados en la nube lo cual brinda la posibilidad un alto grado de disponibilidad del sistema. Si en las cláusulas de alojamiento de la aplicación en la nube se incluye redundancia del servidor se puede contar con una SLA (acuerdo de nivel de servicio por sus siglas en inglés) cercano al 99.6% (cifra tomada de Amazon Web Service SLA).

La siguiente gráfica 7-7 muestra el esquema de la arquitectura usada:

Gráfica 0-7. Estructura cliente / servidor



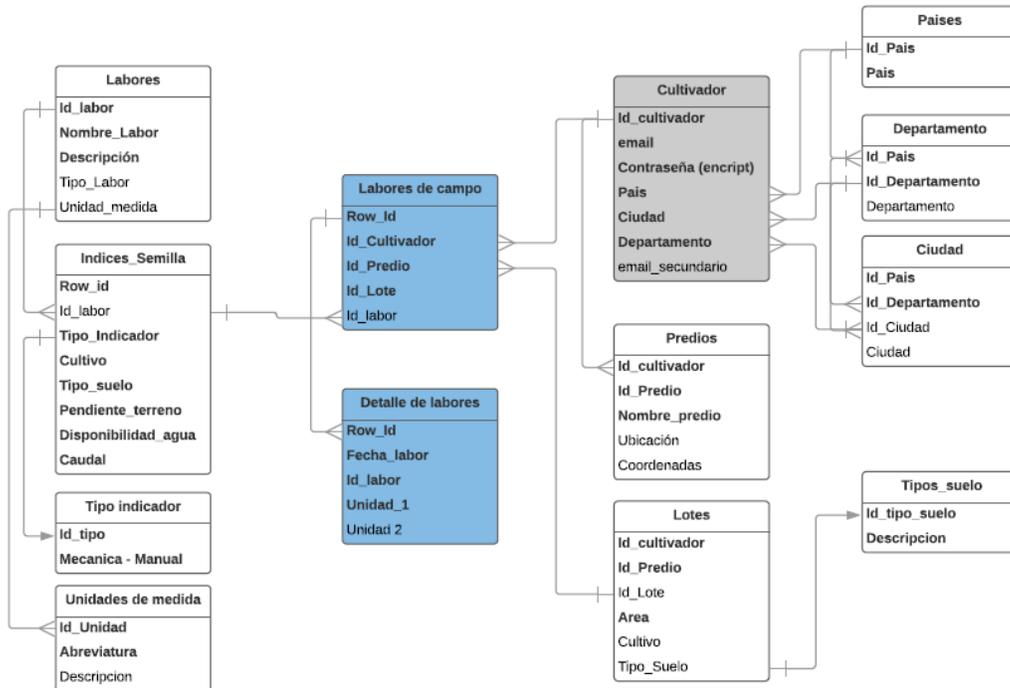
7.2.1.4 Diagrama Entidad – Relación (E-R)

El diagrama entidad – relación (E-R) permite ver de una manera gráfica como se relacionan las entidades (tablas) en la base de datos de un sistema de información.

El uso inicial de este modelo se atribuye a Dr. Peter Pin-Shan Chen quién en su artículo “The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data”, describe como se modelan las estructuras de las tablas, además de establecer las notaciones que permiten identificar las relaciones entre ellas.

En la gráfica 7-8 se muestra el diagrama E-R para el diseño propuesto:

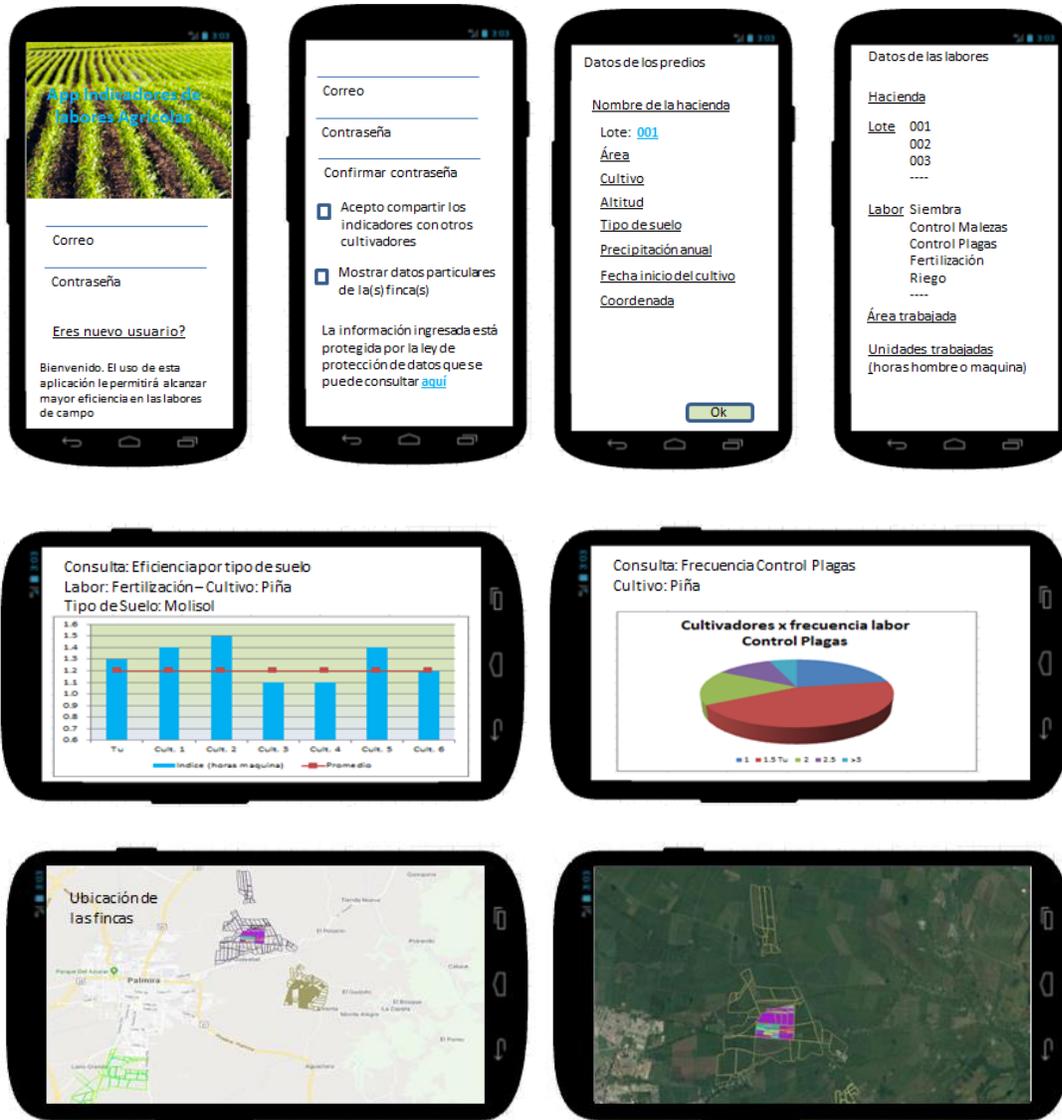
Gráfica 0-8. Diagrama entidad relación del sistema.



7.2.1.5 Aplicación en los dispositivos móviles

Para el diseño de las formas en los dispositivos móviles se usaron las herramientas Justinmind y Lucidchart que permiten simular un modelo de Smartphone e incluir los componentes necesarios para interactuar con la aplicación. En el siguiente conjunto de imágenes de la gráfica 7-9 se muestran los diseños de pantalla de ingreso de datos así como los prototipos de consultas.

Gráfica 0-9. Diseños de pantalla dispositivos móviles.



7.2.1.6 Diccionario de datos

El diccionario de datos es una matriz donde se relacionan los diferentes campos que tiene cada una de las tablas de una base de datos incluyendo información como es el tipo de campo (texto, fecha, numérico, etc), así como su tamaño y si hace parte de un índice o llave.

En la tabla 7-10 se presenta los componentes de algunas de las tablas de la base de datos del sistema:

Tabla 0-10. Diccionario de datos Tabla Cultivador y Cultivo

Diccionario de datos			
Cultivador			
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
ID_Cultivador	Varchar	200	Identificación del cultivador. Usar el email
Contraseña	Varchar	100	Password encriptado
Compartir_Datos	Varchar	2	Si - No
Fecha_Registro	Date		Fecha en que se da de alta
Activo	Varchar	2	Si - No
Cultivo			
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
ID_Cultivo	Varchar	200	Identificación del cultivo
Descripcion	Varchar	100	Nombre del cultivo

Fuente: Elaboración propia.

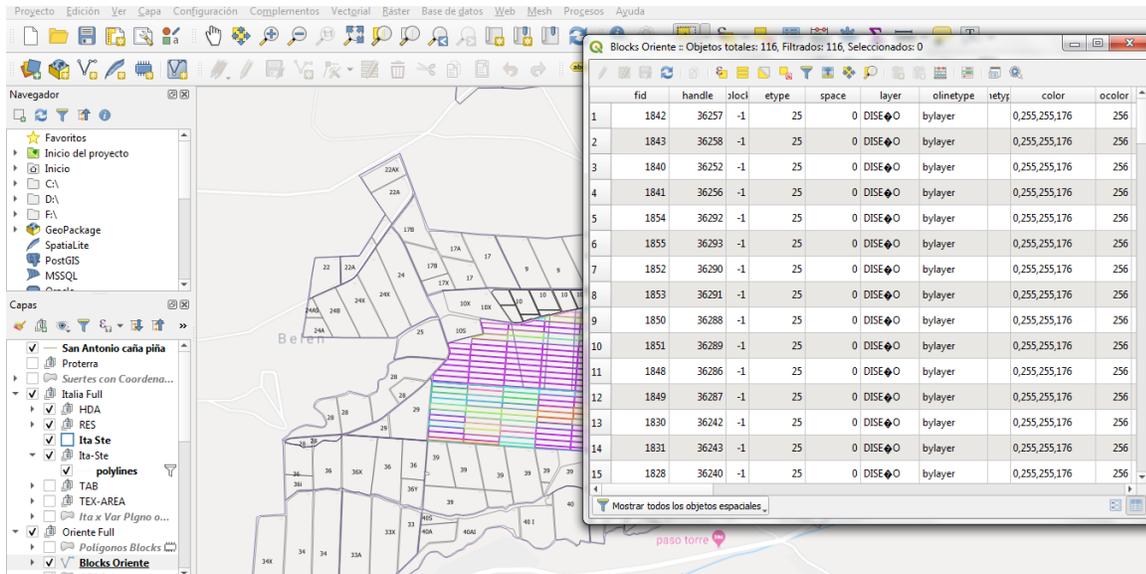
1.6 Relación bases de datos sistema propuesto y Sistemas de Información Gráficas (SIG)

Los sistemas de información Gráfica contienen tablas y manejan bases de datos que almacenan información relacionada con polígonos, puntos, líneas, área, etc. Esta información espacial permite hacer algunos análisis y consultas, pero para obtener mayor potencial de estos sistemas es necesario vincular a estos datos espaciales información complementaria.

Para lograr esta relación entre polígonos, por ejemplo, y la base de datos del sistema propuesto se debe tener un campo en ambas aplicaciones que permita hacer las relaciones. Este campo debe contener los datos de cultivador, predio y lote concatenados ya que los softwares SIG no permiten hacer relación entre campos separados.

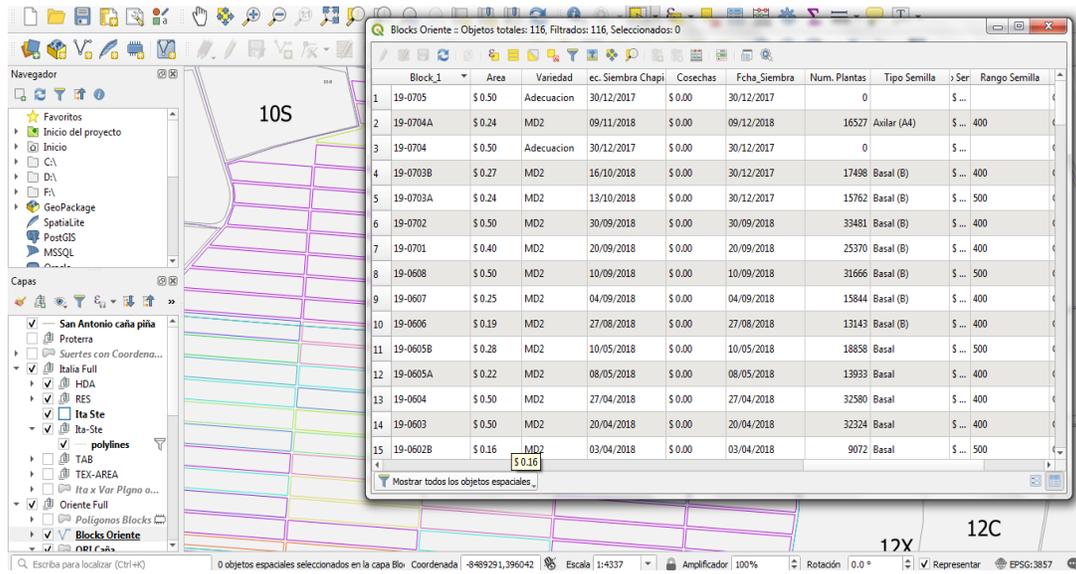
En la gráfica 7-10 se muestra la ubicación de los lotes de una hacienda y el campo que permite asociar información alfanumérica a los polígonos apoyándose en el campo que permite la relación. Para este ejemplo se usó el software QGIS:

Gráfica 0-10. Software QGIS con tabla de atributos.



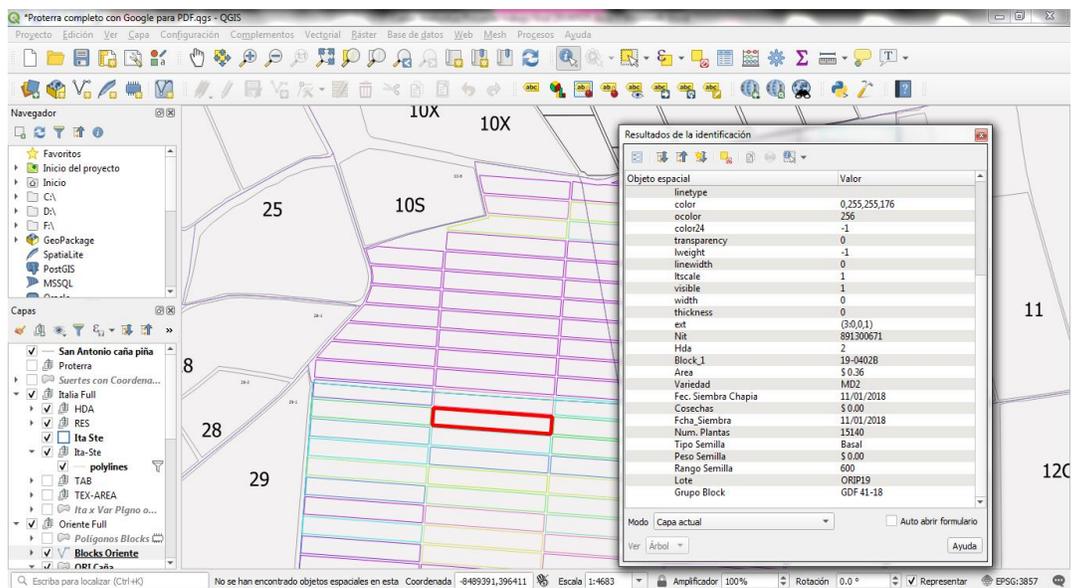
En el Gráfica 7-11 se muestra tabla de atributos de software SIG sin relación con base de datos externa. Solo se presenta información espacial de los polígonos.

Gráfica 0-11. Atributos de polígonos.



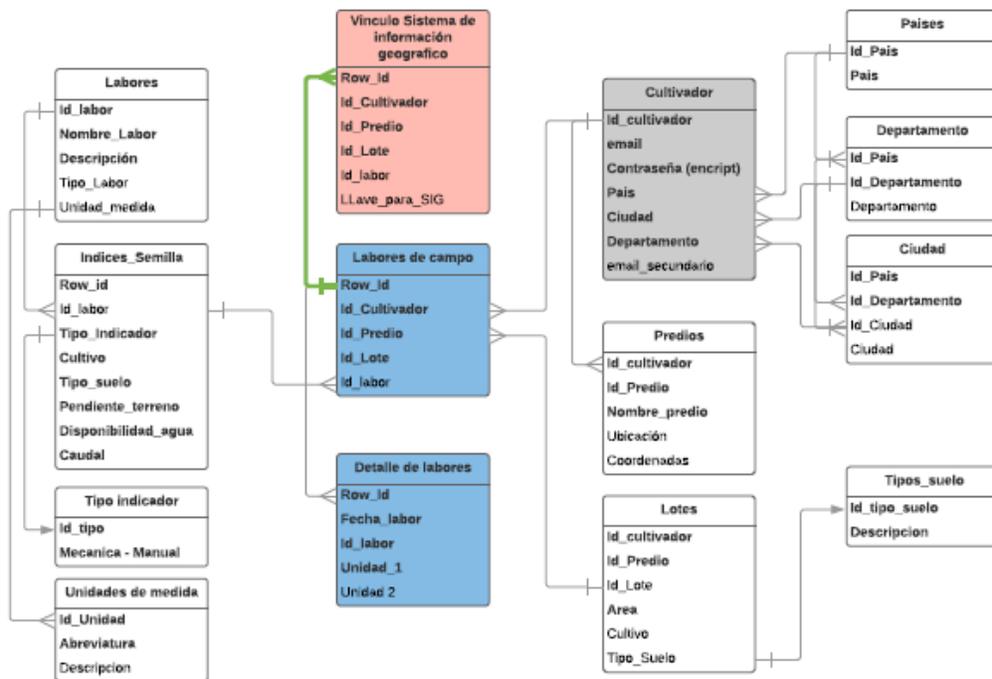
La gráfica 7-12 muestra un polígono seleccionado con la información espacial además de la información complementaria de la base de datos externa al sistema información Gráfica.

Gráfica 0-12. Atributos alfanuméricos vinculada a la tabla espacial.



En el Gráfica 7-13 presenta el diagrama de entidad – relación que se muestra la tabla (resaltada en rojo) que debe ser creada en la base de datos de la aplicación para que contenga el campo que permite la vinculación de los datos espaciales con los datos alfanuméricos:

Gráfica 0-13. Diagrama de entidad relación con la tabla que vincula el sistema de información Gráfica.



Cada uno de los ítems explicados en la sección anterior, permiten llegar al cumplimiento de los objetivos, partiendo de los indicadores que impactan en la competitividad del cultivo, pasando por la integración de variables que se miden en el campo con un sistema Gráfica y finalmente llegar a los factores que permiten hacer comparables los datos que se obtienen al medir las labores agrícolas. Todo esto permite cumplir con el objetivo general de diseñar la herramienta para la gestión de procesos agrícolas con base en indicadores de eficiencia.

7.4 Indicadores que Impactan en la productividad de un Cultivo

Dentro de la variedad de datos que se pueden tomar de las labores en los cultivos agrícolas (teniendo en cuenta que no todas las labores impactan en la misma proporción), se han seleccionado los siguientes indicadores partiendo de los que actualmente usan los cultivadores usuarios del software Tool Manager y que compartieron su información. Según estos cultivadores el control de los siguientes indicadores impacta directamente en la productividad.

Horas Hombre / hectárea: horas hombre por hectárea. El objetivo de este indicador es medir la eficiencia calculando el número de horas hombre dedicadas en una labor por unidad de superficie. En este caso por hectárea.

Jornales / hectárea: este indicador parte del indicador anterior pero lo que busca es medir los jornales dedicados a cada labor entendiendo por jornal en este caso las horas diarias establecidas para devengar un salario diario. En Colombia la jornada laboral diaria está establecida en 8 horas. Para el cálculo de este indicador se divide el número de horas trabajadas entre 8.

Horas máquina / hectárea: el propósito de este objetivo es medir la eficiencia de la maquinaria al ejecutar las labores de campo. Es importante tener en cuenta que los registros de las horas se deben tomar desde el inicio de la labor si incluir tiempos de descanso o cuando se detenga la máquina. Se recomienda el uso del horometro que es el dispositivo incorporado en equipos que registra el número de horas trabajadas y permite tomar las horas efectivas de funcionamiento.

Volumen de agua aplicado / hectárea: este indicador tiene dos fines que vale la pena resaltar. El primero es que las plantas reciban la cantidad de agua necesaria para su

buen desarrollo y el segundo que tiene igual importancia y es evitar el derroche o desperdicio al aplicar más de lo que cultivo necesita.

Dosis de insumo / hectárea: por medio de este indicador se busca controlar la cantidad de insumo usado en las labores. Para el cálculo se la cantidad total del insumo entre las hectáreas aplicadas.

Dosis de ingrediente activo / hectárea: este indicador se calcula de manera similar al anterior solo que, en los casos de algunas labores, como la fertilización, se tiene diferentes niveles de ingrediente activo dependiendo del insumo utilizado. Para entender este indicador se puede tener como ejemplo la aplicación de fertilizante, para realizar la labor se puede usar un insumo con la Urea la cual tiene un 46% de Nitrógeno o se puede usar Triple 15 que contiene un 15% de Nitrógeno o Sulfato de Amonio que contiene 21% de Nitrógeno.

Kilos (Toneladas) Cosecha / hectárea: con este indicador se mide la productividad del cultivo y es el que al final va mostrar si se va alcanzar las metas de producción del cultivo.

7.5 Integración de variables que se miden en el campo con un sistema gráfica que permita hacer análisis espaciales

Para obtener mayores beneficios de los sistemas de información Gráfica (SIG) es necesario relacionar la base de datos espaciales de los SIG con información tabulada de otros sistemas de información específicos.

Para lograr esta relación es necesario crear un campo que sea equivalente entre los dos ambientes y que además debe hacer parte de los atributos de los polígonos.

En las pruebas del diseño se creó un campo llave que contiene el dato cultivador-predio-lote en ambas bases de datos y permitió vincular a la información espacial la información alfanumérica.

Para este proceso es muy importante que los polígonos tengan bien diligenciado este campo llave porque de lo contrario la conexión entre las bases de datos no será exitosa.

El poder gestionar indicadores en la gestión de labores es importante porque el que se tenga esa posibilidad brinda la oportunidad de plantear los mejoramientos en pro de la productividad, pero si además de esa información se puede conocer donde se ubican los predios permitirá obtener datos adicionales de comparación que van a conllevar a una mejor toma de decisiones.

7.6 Factores que permiten hacer comparables los datos Que se obtienen al medir las labores agrícolas

Con los datos brindados para obtener los indicadores iniciales o semilla, como se mencionó anteriormente, se notó una importante disparidad en las cifras de algunos cultivadores.

Haciendo el análisis en compañía de los cultivadores se identificó que la ubicación Gráfica del terreno afectaba el rendimiento en las labores. Estas fincas con suelos que ellos identificaban como “pesados” no permiten obtener los mismos rendimientos de otros suelos calificados como “livianos”. Debido a esto fue necesario encontrar los factores que afectan los indicadores para evitar comparaciones entre cultivadores y labores que no tuvieran algún grado de similitud.

Entre los factores que se deben tener en cuenta para el cálculo de los indicadores se tiene:

Tipo de suelo: existen diferentes tipos de suelo con características claramente definidas. En el documento “Propiedades físicas de algunos suelos del Valle del Cauca” de los

autores Jorge Emilio Adames y Lotario Levy Hofman, se describen las particularidades del suelo y el impacto en las labores y la productividad.

El tipo de suelo afecta la eficiencia de las labores porque puede involucrar más o menos labores en el momento de ejecución de las actividades, así como las dosis de insumos utilizados o los requerimientos hídricos.

Pendiente: la pendiente del suelo siempre va ser un factor importante para tener en cuenta ya que algunas labores se van afectar o beneficiar de la pendiente del terreno.

Maquinaria: es claro que si para ejecutar determinadas labores se tiene la posibilidad de usar maquinaria especializada las labores se van a ejecutar de manera más eficiente. Para normalizar este factor se debe incluir los caballos de fuerza de la maquinaria al hacer los análisis de los indicadores.

Mano de obra: la disponibilidad de mano de obra impacta directamente en la ejecución de labores manuales. Existen zonas Gráficas de baja disponibilidad de mano de obra que conlleva a que las labores tomen más tiempo del estimado.

Disponibilidad hídrica: el recurso hídrico es un bien escaso y periodos de sequía es muy posible que los requerimientos de agua de la planta no sean cumplidos. Para normalizar este indicador se debe tener en cuenta los regímenes de lluvia, así como la disponibilidad de agua ya sea con fuentes naturales como ríos o pozos.

8 Conclusiones

Los cultivos agrícolas demandan una cantidad importante de labores de campo, por tal motivo los cultivadores deben hacer un análisis de las labores e indicadores que quieren controlar teniendo en cuenta las que consideren que tienen un impacto sustancial en productividad y/o costo. El controlar la eficiencia de la maquinaria, mano de obra e insumos redundará en un control directo en los costos de producción mientras en el análisis de los indicadores de productividad permitirá obtener las productividades presupuestadas.

Los sistemas de información Gráficas estudiados no tienen actualmente la capacidad de hacer relación de tablas con campos separados para lograr la relación se incluyó un campo en los modelos de base de datos con un campo llave que permitió hacer el "join" (enlace, conexión) entre las bases de datos y así se potencializaron los dos sistemas ya que además de consultas tabulares o gráficas se pueden hacer consultas espaciales.

Es importante tener en cuenta que los indicadores varían por múltiples factores y esto debe ser tenido en cuenta al hacer las comparaciones de las labores entre diferentes lotes y cultivadores. El hacer la normalización e incluir campos que almacenen estas características brinda la posibilidad de que los datos sean comparables lo que conllevara a tomar decisiones con un mayor grado de certidumbre.

La administración de cualquier actividad con base en indicadores de eficiencia siempre permitirá tener un control proactivo del cumplimiento de las metas y el sector agrícola no

es ajeno a este concepto. La dificultad se presenta en la toma y administración de los datos para que de manera fluida y sencilla se puedan visualizar las variaciones y se puedan hacer las respectivas correcciones. El diseño de la aplicación brinda una manera sencilla de ingreso de datos, además de facilitar las consultas con la versatilidad de los dispositivos móviles. No obstante, se pueden presentar barreras de entrada como pueden ser la compra de los dispositivos, el ingreso en campo de los datos, planes de navegación, desconfianza de los usuarios en compartir información, etc. Pero estos obstáculos se pueden subsanar mostrando los beneficios que representa tener el control de las labores que se realizan.

El diseño de la aplicación se debe entender como un modelo inicial ya que como todo sistema de información debe ser validado constantemente con los usuarios para que la herramienta entregue la funcionalidad requerida. Lo que sí se puede confirmar y que se muestra con el diseño es la viabilidad técnica y el potencial de la funcionalidad de la aplicación y que este proyecto puede servir como base para un futuro desarrollo.

Bibliografía

BAUER, Fritz tomada de NAUR, P y RANDELL, B (editores). Software Engineering: A report on a Conference sponsored by the NATO Science Committee/ NATO. 1969 citada en:

MARTIN, James y McCLURE, Carma. Structured Techniques for Computing. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, EE.UU. 1985.

Beltrán, Jesús Mauricio, (1998- 2000) Indicadores De Gestión, Ed. 3R Editores, Bogotá,

Berumen Sergio A. Competitividad y desarrollo local, ESIC Editorial, 2006.

Cabrera, A., López, P., & Ramírez, C. (2011). La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio. Bogotá: Universidad Central.

Calidad, A. E. (2017). AEC. Recuperado el 03 de 09 de 2017, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/indicadores>.

Chen Peter, The entity-relationship model: Towards a unified view of data, ACM Trans. Sistemas de bases de datos 1 (1) (1976).

ENRIGHT, M.; FRANCÉS, A. y SCOTT, E. (1994). Venezuela, el reto de la competitividad. Ediciones IESA. Caracas, Venezuela.

Ilpes & Cepal (2003). Disparidades, competitividad territorial, y desarrollo local y regional en América Latina. 33. Santiago de Chile.

Ivancevich, J. y Lorenzi, P. (1997). Gestión de calidad y competitividad. 2da. Edición. McGraw-Hill. España.

Jacobson, I. "El Proceso Unificado de Desarrollo de software". Addison-Wesley, EE.UU. 2000.

John W. Mellor, The Economics of Agricultural Development, Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 1966.

Jorge Emilio Adames Bohórquez y Lotario Levy Hofmann , PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS SUELOS DEL VALLE DEL CAUCA, Cali, Valle del Cauca, 1960.

José A.Gómez-Limón, G. S.-F. (15 de Marzo de 2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. Cordoba, Spain.

Juan José Perfetti Álvaro Balcázar Antonio Hernández José Leibovich, Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia, Bogotá, 2013

Labarca Nelson, Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial. Omnia [en línea] 2007, 13 [Fecha de consulta: 5 de junio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73713208>> ISSN 1315-8856.

Lobos A, G., & Muñoz I, T. Indicadores de rentabilidad y eficiencia económica de la producción de manzanas cv. Gala en Chile. Chile. (2005).

Lombana Jahir y Rosas Silvia Rosas. Fundamentos para el estudio de la competitividad regional, Pensam. Gest,2009.

Morero Francisco, Introducción a la OOP. Versión 1.0.0 Autor: 1999-2000 © Grupo EIDOS.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), Roger D. Norton, Política de desarrollo agrícola Conceptos y principios, Roma, 2004

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE),
<https://www.ieee.org/searchresults/index.html?q=#gsc.tab=0>

Real Academia Española (RAE), <http://www.rae.es/search/node>

Playan, E. (., & Mateos, L. (. (24 de febrero de 2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Zaragoza, Spain.

Porter, M. (1993). La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires: Ediciones Javier Vergara

Porter Michael. Ventaja Competitiva (Creación y sostenimiento de un desempeño superior). Editorial CECSA. 1985

Quiroga Alejandro, Cuadro de Mando Integral aplicado al Individuo. Universidad del CEMA, Argentina. 2000.

Roger S. Pressman, Ph.D, Ingeniería del software. Un enfoque práctico, University of Connecticut.

Salgueiro Amado, Indicadores de gestión y cuadro de mando, Madrid, 2001

Porter Michael. On Competition, Harvard Bussines Review Book, USA, Quinta edición. 1997.

Sergio A. Berumen, Una aproximación a los indicadores de la competitividad local y factores de la producción, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia, 2006.

Stevens W.P., Myers G.J., y Constantine L.L.. Structured design, BM SYSTEMS JOURNAL, VOL13, NO 2, 1974; © 1974, 1999

Suman, S. (s.f.). Economics discussion. Recuperado el 03 de 09 de 2017, de <http://www.economicdiscussion.net/agriculture/efficiency-indicators-related-to-agriculture-with-statistics/13221>

A. Anexo: Los diamantes competitivos de Porter.

