

[191030]

Sistema de Información para Fincas Cafeteras

Juan José Burgos Mosquera ^{1,a,c}, Jorge Eduardo Guzmán Montoya ^{2,a,c},

Juan Manuel Morales ^{3,a,c},

Ricardo Bonilla Jiménez ^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería

The delay in technological development of agriculture in Colombia is affecting coffee producers due to the lack of control of the data and as a result, the information obtained from the production processes and the value chain is incomplete, in fact, sometimes it is lost. This problem has caused the Colombian coffee business to be in a decline in competitive terms because there is no way to collect the data correctly, store and analyze them to convert them into information that will help the coffee producer in making better management decisions of his farm, and it is well known that what is not measured, is not controlled and is not subject to improvement.

It is for this reason that an information system for coffee farms is designed, through which control data entry is generated, a storage and processing of these is generated, to produce information outputs, through indicators and alerts that serve to control productive and management factors, in which the different actors and users that are part of the production process and the value chain of this product may interfere.

This information system seeks to have control over the data, to have traceability of the production process and the value chain, in this way, to help the administrators and owners of the farms to make better decisions based on indicators, on productive issues and coffee sales prices.

Following the methodologies of CRISP-DM, TOGAF and DANE baseline, the information system is developed which integrates the data collected in the coffee farms directly and those data obtained from external sources. By generating this integration of the data and the identification of different variables, the KPIs that will be the information outputs for the users are designed. These outputs will be expressed graphically through a dashboard in which the alerts and alarms will be displayed in a traffic light colour scale.

However, for the information system to function optimally, it must be ensured that the loading of the data is carried out with the stipulated period given that if it is not done in this way the indicators would not show relevant and statistically reliable information, this is why that through the training of the users, an standardization of the frequencies of loads is generated, enabling to change the pencil and the paper for a technological and portable device.

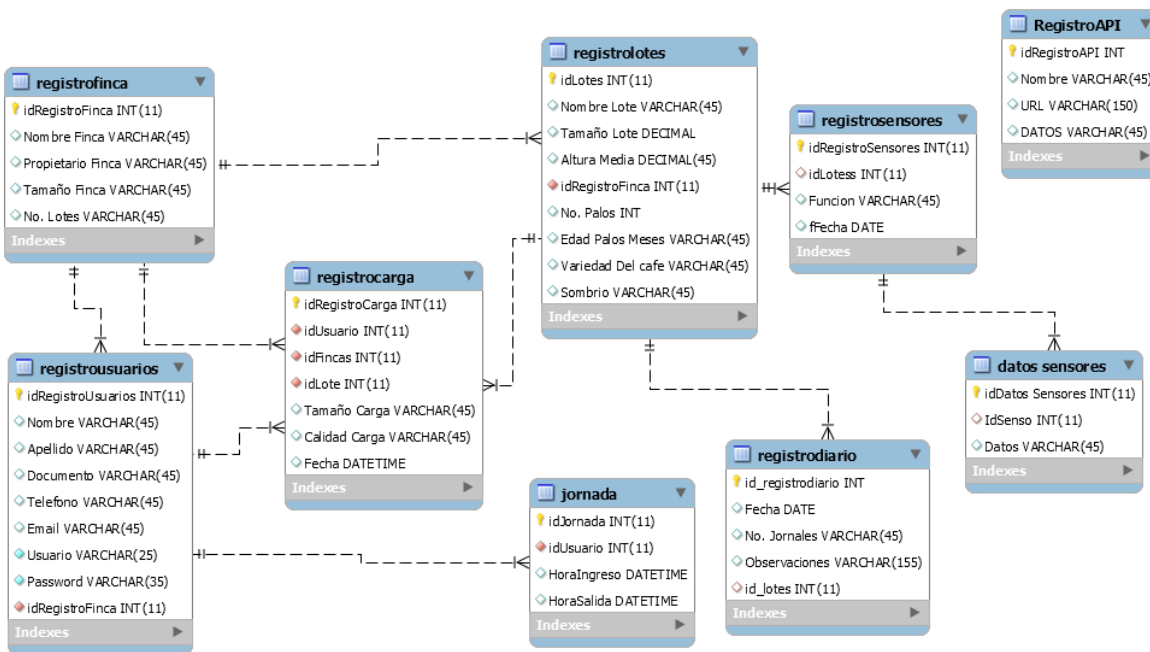
In order to arrive at mentioned design, different investigations were developed both virtual and, in the field, seeking to understand more deeply the problems encountered and the productive sector of interest. From research in bibliographic resources of all kinds, to long talks with farm workers, accompanied by long hours following the production process step by step.

Fulfilling the objective of designing an information system for coffee farms that receives, stores, processes data and generates bioclimatic, productive and management reports, to reduce risks, known traceability and improve decision making, it is now possible to integrate both primary and secondary sources of diverse origins, design KPIs focused on the needs of coffee farms, design a simple data capture system that maximizes stakeholder participation at different levels and build an assertive control panel to display the indicators and alerts.

To achieve this, different engineering tools were used, such as knowledge in statistical inference, information systems administration, processes engineering, industrial processes, human systems and productivity, production, innovation and product development, programming, quality management, among others.

Difficulties were found due to the location of the farm where the information system would be implemented because it is far from the urban area of the nearest city, however, this allowed different cases farms to be known in others locations, thus generating greater scope for ideas. There were also limitations due the internet connection of the farm, so it is designed how to enter the data in both ways, with internet connection in real-time, or without internet waiting for the moment to connect to automatically upload the data. Additionally, there is a limitation of the use of technology by some users of the system, therefore it is proposed to train and make talks repeatedly about technology and other topics of interest to them.

As a general conclusion, it can be emphasized that Colombian agriculture is a sector that has a lot to do. It is a sector that can be twice as productive as it is today if it works together with the new technologies and using tools that contribute to development, helping thousands of families living from agriculture and preventing a future food crisis.



1. Justificación y planteamiento del problema

La agricultura es fundamental para el crecimiento económico y la competitividad de las naciones, pues según Pérez y Sanabria (2017) la transición de un modelo basado en la actividad agropecuaria hacia uno basado en la actividad industrial, históricamente, ha sido una regularidad de los países de mayor desarrollo económico. Sin embargo, para el caso colombiano, el crecimiento económico se ha evidenciado en otros sectores como el industrial y el sector minero energético. Esto se ve reflejado en el porcentaje que estos sectores aportan al PIB, los cuales son mayores que el observado en sector de la agricultura. El campo colombiano ha perdido participación en el PIB a pesar de que ha crecido de forma exponencial (Grafica 1, Anexo). Colombia es un país emergente, en el cual la agricultura tiene un papel importante, sin embargo, este ha sido un sector que no ha crecido de acuerdo con lo previsto. La producción agrícola en Colombia resulta no ser competitiva por la baja producción y la baja competitividad, lo que se ve reflejado directamente en los precios, como nos indica Medina (2019), “en momentos en que los bajos precios internacionales del grano amenazan la sostenibilidad de la

producción del café en diversos países”, quien además cita a Roberto Vélez, quien es el Gerente General de la Federación Nacional de Cafeteros, quien indica que Colombia tiene con que defenderse, basándonos en la calidad del café. Una consecuencia directa de esta baja competitividad es que la agricultura resulta ser poco rentable para las familias que dependen de este.

Desde un contexto internacional, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), un tercio de la población global deriva su sustento económico de la agricultura y, en la economía colombiana, aproximadamente el 16,1% de la población vive de este sector (FAO, 2018). Estas cifras indican que la agricultura, tanto en Colombia como en el mundo, es un sector de vital importancia ya que de este viven millones de personas.

Además, es una de las actividades más importantes para la sociedad debido a que es la principal forma en que las naciones puedan garantizar la seguridad alimentaria, siendo esta una prioridad en los últimos tiempos (Chamorro, 2014). Por lo anterior, cada vez se hace más indispensable que la agricultura se vuelva eficiente y eficaz para suplir la demanda de la población. En América del Sur, la agricultura y el desarrollo tecnológico no han ido de la mano conjuntamente. En otras partes del mundo se han creado herramientas más avanzadas y tecnológicas para mejorar la producción agrícola. Es el caso de Reino Unido, que, a través de la agricultura de precisión, que se define como un conjunto de procedimientos y procesos que buscan optimizar espacial y temporalmente el ciclo de vida de diferentes cultivos a través de la tecnología, han logrando que la producción agrícola sea cada vez más eficiente (Andonovic, 2018).

En el contexto nacional, más específicamente para el caso específico del café, este ha tenido una gran participación en la agricultura de Colombia desde su llegada hace más de 200 años (Palacios, 2002). Hoy en día el café representa el 11% del valor total del PIB para el sector agrícola (Clavijo, 2018), teniendo este sector una representación del 6,3% del PIB total del país (Banco Mundial, 2019). Este subsector todavía sigue un sistema de producción tradicional y poco tecnificado. Sumado a lo anterior, la falta de tecnología acentúa el poco valor que se le asigna a los datos e información generada por el proceso productivo y la cadena de valor del café, para la gestión y mitigación de riesgos en los cultivos (Atilano Giraldo, comunicación personal, 22 de abril de 2019).

Como lo menciona Carvajal (2017), el mercado de este producto ha ido evolucionando y hoy en día encontramos consumidores que ven la necesidad de saber más sobre lo que están consumiendo, por ejemplo, origen, trazabilidad, información nutricional, insumos utilizados para su cultivo, responsabilidad social y ambiental, lo que demuestra una necesidad de un sistema de información relacionado con la producción.

De igual manera, se han ido creando certificaciones como *UTZ Certified*, *Rain Forest Alliance*, *Starbucks C.A.F.E Practices*, *Coffee Bird Friendly*, *4C The Global Coffee Platform*, entre otras, que lo que buscan es certificar a las marcas de café, a las fincas cafeteras y productores de café en el mundo bajo prácticas sostenibles, con el medio ambiente y con los trabajadores y sus familias. Para lograr certificarse, las organizaciones que lo hacen deben ver la información de las fincas, documentación de sus procesos, del manejo de los residuos, del manejo del personal, haciendo extremadamente indispensable el hecho de guardar todos los datos e información que se genera a partir de estos procesos.

El café en Colombia se ha cultivado de manera tradicional, sin que esto signifique que se esté haciendo de manera errónea. La forma tradicional en el proceso de producción del café en Colombia es el que genera el valor agregado a este y, por lo tanto, un reconocimiento a nivel mundial por su diferenciación frente a los producidos en el resto del mundo. Como lo dice Marco Palacios (2002) el valor agregado se da porque “En Colombia el beneficio del café, es decir, el procedimiento para obtener el grano listo para ser tostado ha seguido, por lo general, el método de la vía húmeda que consiste en recoger manualmente y con sumo cuidado las cerezas maduras; de esto depende en buena medida la calidad del producto final”, mientras que otros países lo hacen de manera tecnificada sin tener un cuidado especial en estos procesos. Sin embargo, cabe resaltar que el proceso del beneficiado del café no es el único que se ha hecho y se sigue haciendo de manera tradicional. Inclusive el costo de producción por palo, es un dato que aún se recoge de manera rudimentaria, en una hoja de papel y con lápiz (Atilano Giraldo, comunicación personal, 22 de abril de 2019) como se hacía hace más de 60 años, como menciona León (2013), muchas empresas aun al final del siglo XX no tenían acceso o hacían uso de computadores ni herramientas tecnológicas y no se consideraban los datos como un recurso importante, pues

estos se trataban manualmente y eran difíciles de convertirlos en información veraz que pudiese servir para tener un mayor control. Sin embargo, hoy en día se sabe que el tratamiento de datos se debe hacer en paralelo a la producción y que estos pueden afectar directamente el proceso. Un buen uso de los datos permitirá tomar decisiones operativas, estratégicas y financieras, aprovechar oportunidades de mercado, generar gestión del riesgo y mejorar los procesos llevados a cabo en la producción, estandarizándolos.

Pasando al contexto del administrador de fincas cafeteras, el control del proceso productivo es limitado, la expresión utilizada al referirse a esta situación es: “Hay que estar allá” (Silvio Botero, comunicación personal, 22 de abril de 2019). Esta apreciación es contradictoria cuando vemos que la tecnología viene en una evolución constante, y aun así la comunicación es intermitente y poco efectiva entre los administradores y dueños de las fincas y sus empleados. De esta conversación con Silvio Botero se percibió que hay tres grupos de variables importantes para los administradores; la primera es la bioclimática que se comprende por la pluviosidad, humedad, luminosidad y humedad; la segunda es la de gestión que está constituida por las actividades administrativas como el número de trabajadores, cuentas por pagar entre otras; y la última, es la producción, dentro de este están los procesos que se siguen para cultivar el café como también para pronosticar producciones futuras, o enfermedades que pueden afectar el cultivo.

El objetivo de este proyecto es la construcción de un sistema de información que reúna las variables importantes para el tomador de decisiones, en las dimensiones bioclimáticas, de gestión financiera y de producción. El sistema de información se materializará en un tablero de control que despliegue los indicadores claves de desempeño (KPI) diseñados a partir de las necesidades, objetivos y resultados esperados. De esta manera se busca mejorar los procesos y las actividades realizadas dentro de las fincas, y así, aportar a la sostenibilidad de la producción en el tiempo y una estabilidad económica para los grupos de interés, desde los administradores de las fincas hasta el consumidor final.

Logrando un buen manejo de la información de las fincas se podrán tomar mejores decisiones, entre las cuales es posible encontrar la realización de las actividades por contrato, es decir, teniendo los datos de una actividad previamente realizada en la finca, se podrá saber cuántos jornales se tuvieron en esa actividad, cuanto tiempo tardaron en ese lote en específico, con qué cantidad de insumos trabajaron, cuanto costo la realización de dicha actividad, se puede llegar a pensar en la idea de entregar bajo contrato la realización de esta actividad con un proceso ya documentado y estandarizado, bajo un costo y un tiempo ya medido anteriormente. Así, se logrará evitar sobre costos y exceso de tiempos de trabajo.

Además de lograr el control gerencial de la producción, se podrán tener alertas y priorización de actividades también basados en la información histórica recolectada por el sistema, por información actual como el clima y por la calificación cualitativa que el encargado de las fincas, en este caso el agrónomo, le da a cada lote por actividad. Como ejemplo, podemos mencionar la abonada que se le debe hacer al cultivo aproximadamente 3 meses antes de la cosecha. Esta decisión se toma basados en la caracterización que le da el encargado al lote, basados en el histórico que dice que en los años anteriores se realizó la misma actividad por la misma época y la producción fue mucho mayor y basados en los datos del clima, para saber qué tipo de abono se debe utilizar y de qué manera, si es granular o si es líquido, para volverlo de esta manera más eficaz.

2. Antecedentes

Habiendo entonces justificado la intención de este proyecto sobre un Sistema de Información para Fincas Cafeteras, se procede a hablar de los antecedentes que ha habido sobre este tema.

Se soportará esta investigación desglosando y dando a conocer tecnologías modernas generales y específicas basadas en sistemas de información, además explicar cómo estas tecnologías son aplicadas al agro, hasta llegar a sistemas de información aplicados al agro y más específicamente al café.

Como ejemplo de herramientas tecnológicas innovadoras de utilización global, se popularizaron los sistemas de información. Sobre los sistemas de información se encuentran diversas definiciones y de variados autores que proponen diferentes alcances en cuanto a su funcionamiento. Entre otras definiciones se encuentra la de Laudon & Laudon (2006), en donde se plantea que un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados que reúne u obtiene, procesa, almacena y distribuye información para apoyar la toma de

decisiones y el control de una organización. Otra definición es la de Comas Rodríguez (2010), que dice que un sistema de información es un conjunto de elementos relacionados entre ellos y con su entorno, que se usa para convertir datos en información y para comunicar ésta adecuadamente a quien lo necesite dentro o fuera de una organización, facilitando así, la toma de decisiones acertadas y oportunas para la planeación, organización, dirección y control de las actividades a realizar.

En el mundo, los sistemas de información se han vuelto populares puesto que sirven para estandarizar y volver más eficaces y eficientes los procesos de las empresas, pues estos se basan en la información que se genera de distintas maneras en las organizaciones, tomando esa información y generando mejoras según sea necesario, además, estos se pueden encontrar en cualquier tipo industria. Por ejemplo, existe un sistema de información que, basado en el análisis estadístico desarrollado a partir de la minería de datos, ayuda a los entrenadores de equipos deportivos a evaluar la eficiencia de sus jugadores y del equipo como conjunto (Lackovic, Horvat & Havas, 2018). Es el caso del sistema de información *Basketball Coach Assistant* (BCA) diseñado para que, a través de indicadores generados por medio del análisis de datos, los entrenadores puedan hacer un estudio más a fondo de la calidad de juego de sus jugadores y su equipo, no solo en los entrenamientos sino también en los partidos competitivos. Se observa el potencial de los sistemas de información para la gestión de las organizaciones los cuales son un elemento central para nuestra propuesta.

Otro de los casos encontrados en el sector deportivo es el del estadio de los Yankees reabierto el 2 de abril de 2009 en la ciudad de Nueva York, el cual fue rediseñado para que los hinchas de este equipo restablecieran la práctica de ir al estadio y no vieran el partido desde sus casas. A partir del análisis de datos obtenidos de los espectadores se encontraron cuales eran las necesidades que tenían estos y el por qué estas necesidades afectaban a la hora de decidir si ir al estadio o no. Ahora, este estadio, entre otras cosas, ofrece servicios de comida directamente a la silla del espectador por medio de una aplicación en donde este genera la orden del producto que el usuario quiere. Además, ofrece diferentes tecnologías de video, en donde a través de la misma aplicación pueden ver la repetición de jugadas, el marcador y las estadísticas del juego a partir de un sistema de información (Laudon & Laudon, 2012).

También se encuentra un ejemplo de sistema de información en otro sector como se puede evidenciar en algunas librerías en Estados Unidos, en donde por medio de herramientas geo localizadoras analizan y despliegan información que sirve para que los usuarios tengan mayor facilidad a la hora de encontrar colecciones. El resultado que se obtiene de este sistema de información es una precisión más alta de la ubicación de las colecciones mencionadas, mayor eficiencia en el manejo de los cobros por los servicios y, además, la cobertura más amplia de los datos de los usuarios para lograr así mejorar los servicios basados en las necesidades de ellos. (Arendt, Morris & Stephens, 2018).

En el mundo se ha evidenciado en los últimos años un fenómeno de transformación tecnológica tanto en el sector industrial y empresarial, como en el sector de la agricultura. Como lo señala Vitón, García, Soares, Castillo & Soto (2017), en los últimos 5 años en América Latina han aparecido una gran cantidad de herramientas que ayudan a solventar los desafíos tecnológicos, con alto potencial a ser aplicado en la agricultura.

Esclareciendo el punto anterior, en el sector de la agricultura también se puede evidenciar un gran avance tecnológico encontrando *startups* que cambian las formas tradicionales de cultivar al mezclarlas con tecnología que generan mejores resultados productivos (Sharma & Mathur, 2019). Estos desarrollos tecnológicos aportan a la solución de la problemática de seguridad alimentaria que se va haciendo cada vez más evidente, pues según Vitón et al. (2017), para el 2050 la población mundial alcanzará los 9 mil millones de habitantes por lo que se requerirá un aumento aproximado del 50% en la producción de alimentos para lograr cobertura total de la demanda. Es por esto que en el mundo se ha comenzado a crear formas para hacer que la tecnología y la agricultura se complementen y trabajen en conjunto.

A nivel global, en este último sector se pueden encontrar muchos ejemplos de estos avances tecnológicos, entre los cuales está la agricultura de precisión. En Egipto se encuentra un proyecto llamado "*Lofar Agro*" el cual por medio de recolección de datos automatizada y utilizando entre otras herramientas, *Global Positioning System* (GPS) y sensores que miden factores climatológicos localizados en el suelo donde se cultiva la papa, se logra controlar la variabilidad de la producción a través del análisis de datos recolectados

asociando estos con las condiciones en las cuales el cultivo se puede ver afectado. (Abd El-Kader & Mohammad El-Basioni, 2013).

A nivel de América Latina se pueden encontrar ejemplos como el de Brasil, en donde, en el año 2017, se desarrolló un proyecto que, a través del análisis de datos recolectados en los cultivos, se genera un control sobre las plagas y las malezas. Estos controles se desarrollan a partir del conocimiento de los momentos de mayor riesgo según estadísticas. La idea era disminuir el uso del alto volumen de productos químicos, los cuales generan impacto ambiental negativo y costos elevados, así como una disminución en la calidad del producto (Vitón et al. 2017).

En Colombia la agricultura de precisión es otro avance tecnológico que permite, por medio del mapeo, la gestión del espacio en donde se cultiva. Existe un desarrollo de este sistema en particular en la producción de caña de azúcar, este funciona optimizando la producción de los cultivos teniendo mayor precisión en el cálculo de área cultivada y su control por medio de geo referenciación (Orozco & Llanos, 2015). Este desarrollo solo permite manejar variables de ubicación, por lo tanto, es únicamente eficiente en estos aspectos.

Ahora, haciendo un enfoque en el sector del café, encontramos que la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) desarrolló un sistema de información llamado SICA (Sistema de Información Cafetero). Este consta de una base de datos geo referenciada en donde se generan reportes sobre el perfil de los usuarios (caficultores) y de la misma manera reportes sobre la producción de las fincas. Como se expresa en la página web de la FNC (2016) “Los insumos para la generación de reportes son los datos registrados en el sistema asociados a caficultores, fincas, lotes cafeteros y labores de educación”, es decir, este facilita conocer el posicionamiento de las fincas, su extensión y como se encuentra dividida en lotes o parcelas. Además, cuenta con los datos de los usuarios que pueden ser los dueños de las fincas, los administradores y hasta los jornaleros, y la forma en que estos realizan sus tareas. El inconveniente que se presenta con este sistema de información es que la periodicidad en que los usuarios participan e interactúan con este es muy baja, por lo tanto, no se puede encontrar información actualizada. Además, este es un sistema de información que es unidireccional ya que la FNC conoce el estado de las fincas inscritas del país, pero estas no reciben información para mejorar sus procesos productivos ni compararlos con los del sector.

Carvajal (2017), como estudiante del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA) desarrolló un sistema integrado de gestión para el procesamiento y comercialización de café verde. Lo que se planteó en este proyecto fue una herramienta de gestión en la cual los caficultores tendrían control sobre cada una de las actividades que realizan dentro de la cadena de valor. Además, cuenta con una estructura de costos la cual le ayuda al caficultor a tomar decisiones más eficientes sobre la utilización de los recursos y la buena práctica en cuanto al presupuesto. La propuesta de Carvajal (2017), fue un sistema de gestión que pudo o no estar soportado en un sistema de información. Este sistema tiene limitaciones, puesto que solo responde a las variables de costos y de actividades que realizan los caficultores. No se acerca a los análisis relevantes en los aspectos bioclimáticos y de producción que también son de gran importancia para una mejor toma de decisiones dentro de las fincas cafeteras.

De la misma manera, en la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) en una tesis de pregrado se desarrolló un prototipo de sistema de información para una finca ubicada en el departamento de Caldas. En esta tesis se creó un prototipo de gestión de recursos humanos en el cual se condensaban los datos de los usuarios que tenían participación en la finca, sus labores y sus resultados de producción, adicionalmente, se registraba la finca, su tamaño y su forma de parcelación. Los usuarios se registraban como administradores o como trabajadores del lugar, esto para tener un control de productividad tanto de los lotes sembrados como de las personas y sus labores (Torres, 2016). Sin embargo, este no podía reconocer factores que alteraban el ingreso de los datos al sistema, por ende, tampoco aquellos que afectarían la producción. Es decir, este sistema de información no está enfocado a mitigar riesgos ni generar alarmas tempranas.

De esta manera se puede ver que en los sistemas de información y las tecnologías desarrolladas en Colombia se ven avances, sin embargo, quedan rezagadas, puesto que cada una de estas se enfoca en un solo eje, ya bien sea en el de gestión, finanzas, variables bioclimáticas o bien sea en temas productivos, concluyendo entonces que estos sistemas de información no son integrales.

Por todo lo anterior enunciado en la justificación y en los antecedentes, se plantea el desarrollo de un sistema de información para fincas cafeteras que cuente con la recolección de datos de variables bioclimáticas y variables enfocadas en el proceso de producción, así mismo, que funcione para la gestión de la cadena de valor y la gerencia de las fincas. Además, que interactúe con bases de datos y plataformas externas, obteniendo de esta manera información de trazabilidad, riesgos, costos y productividad, que permita a los usuarios, administradores o dueños de las fincas una mejor toma de decisiones y la mitigación de riesgos en la producción. Igualmente, con este sistema de información se busca lograr una participación más controlada de los usuarios con tecnología diseñada a la medida para ellos, en donde estos adicionalmente se vean beneficiados con la posibilidad de obtener la información que requieran según el nivel de participación dentro de la finca.

3. Objetivos

Diseñar un sistema de información para fincas cafeteras que reciba, almacene, procese datos y genere informes Bioclimáticos, productivos y gestión, para la disminución de riesgos, conocer la trazabilidad y mejorar la toma de decisiones.

Este objetivo general será alcanzado en la medida que se logren los siguientes objetivos específicos:

1. Integrar en el Sistema de Información, tanto fuentes primarias como secundarias de orígenes diversos.
2. Diseñar KPI enfocados a las necesidades de las fincas cafeteras.
3. Diseñar un sistema de captura de datos simple, que maximice la participación de los actores a diferentes niveles.
4. Construir un panel de control asertivo para la visualización de los indicadores.

4. Cuerpo del documento

Inicialmente se identifica que los caficultores en Colombia administran las fincas de manera rudimentaria, esto quiere decir que no tienen tecnología aplicada con la cual puedan tomar mejores decisiones sobre los procesos que afectan el cultivo. Para esto se planteó la realización de un Sistema de Información integral, el cual sea viable y fácil de manejar por los administradores y las diferentes personas involucradas en el proceso productivo.

A través de diferentes entrevistas no estructuradas con diferentes actores que están involucrados directamente en el sector cafetero colombiano, se reconoce cuáles son las principales problemáticas para este sector. Entre tantas, una de las principales era que ellos no sabían cómo calcular exactamente cuánto cuesta producir una libra de café. Esto se debe a que no se está haciendo un buen uso de los datos y de la información que se genera a partir de las actividades básicas de la producción de este producto.

A partir de esta necesidad de querer saber la trazabilidad de su producto y conocer los costos de producción y de gestión, se realizan investigaciones con relación a la tecnología, la cultura del café y el agro colombiano, en donde se evidencia que los caficultores en Colombia en los últimos 40 años no han cambiado de manera significativa la forma como se produce el café y es por esta razón que se decide desarrollar un Sistema de Información que registre, almacene, procese y analice los datos que se generan del proceso productivo del café, para posteriormente convertirlos en indicadores e información que sirva para conocer a mayor profundidad las fincas, para que se puedan tomar mejores decisiones en cuanto a la gestión de estas y se puedan seguir identificando falencias en cuanto a los procesos para corregir y poder estandarizar.

Para el desarrollo del Sistema de Información se ejecutaron tres metodologías en busca de cumplir con los diferentes objetivos. Estas metodologías fueron CRISP-DM, La Línea Base de Indicadores del DANE y el TOGAF. Basándonos en estas metodologías como primer acercamiento para la construcción del Sistema de Información se desarrollaron entrevistas no estructuradas a diferentes caficultores y observaciones en campo. Por medio de estas observaciones se logra evidenciar cómo se cultiva y se manejan las fincas cafeteras en este

momento, y de la misma manera, se logra conocer las diferentes actividades que se desarrollan tales como recolecta, abonada, fumigación, poda, entre otras. También se logra percibir la forma en cómo se toman las decisiones y en que se basan para hacerlo.

Como resultado de una serie de investigaciones, de entrevistas y conversaciones, se logra plantear la cadena productiva y de valor de las fincas cafeteras para seleccionar las variables que se usarían para generar los indicadores y que alimentarían con datos el Sistema de Información. Entre otras, algunas de las variables que podemos encontrar entre las seleccionadas son los lotes de la finca, el número de jornales, las actividades que se realizan, cantidad de producto recolectado, la nómina, los insumos utilizados, en que cantidad y su costo. A partir de estas variables se desarrollaron las diferentes tablas que serían usadas en el Sistema de Información como bases de datos y con el seguimiento de las actividades y metodologías se lograron los objetivos de esta forma.

Como resultado de las entrevistas no estructuradas y de la observación en campo, se plantea la cadena productiva y de valor (Gráfica 5, Gráfica 6 y Gráfica 7, Anexos) de las fincas cafeteras para seleccionar las variables que se usarían para alimentar la base de datos y el desarrollo de los KPI's del Sistema de Información. Algunas de las variables que fueron seleccionadas son los lotes de la finca, el número de jornales, las actividades que se realizan, cantidad de producto recolectado, la nómina, los insumos utilizados, en que cantidad y su costo. A partir de estas variables se diseñaron las tablas de datos que funcionarían como almacenamiento en la nube, los KPI's y el tablero de control. De esta forma y cumpliendo con las actividades propuestas y metodologías mencionadas se desarrollaron los objetivos de esta manera:

4.1. Integrar en el Sistema de Información, tanto fuentes primarias como secundarias de orígenes diversos.

Para el Sistema de Información se cuenta con dos tipos de fuentes de datos. La fuente primaria que es aquella información recolectada directamente por la producción del café en las fincas y de los factores bioclimáticos. La segunda fuente son datos de diferentes orígenes que registran el clima, precios del mercado a lo largo del país y del mundo, entre otras variables.

Para la integración de estas dos fuentes se desarrolla un modelo de tablas en *MySQL workbench*, en donde se asocian ciertas variables para así conseguir las relaciones entre las tablas. Estas asociaciones se hacen a través de los Id de cada registro, para así poder generar una conexión entre las fincas, lotes, usuarios y actividades.

Toda esta integración realizada por la aplicación de escritorio se puede interpretar con mayor facilidad en la imagen del flujo (Gráfica 3, Anexos), en donde se puede ver como las diferentes tablas son alimentadas con las variables seleccionadas y de esta manera se puede verificar la factibilidad que se tiene en el Sistema de Información. Toda la información capturada de manera manual por los usuarios corresponde a la primera parte de la fuente primaria, la segunda parte son los datos captados por los sensores bioclimáticos instalados en la finca. Adicionalmente se gestiona una tabla para la carga de la información descargada de las fuentes diversas que son consideradas como la segunda fuente de datos. Usando la metodología de CRISP-DM se genera una gestión de los datos de manera transversal, en donde, tanto el Sistema de información como los usuarios y diferentes actores se ven beneficiada con la carga de la información al sistema.

4.2. Diseñar KPI enfocados a las necesidades de las fincas cafeteras.

Para el diseño de los diferentes KPI's se tuvo que realizar varias actividades para el cumplimiento del objetivo. Como se mencionó en la parte anterior, inicialmente se realizaron entrevistas no estructuradas a los actores involucrados en los procesos productivos del café, de esta manera, se logra determinar las variables de interés. Las variables que se escogieron fueron lote, numero de jornales, fecha, hora, número de plantas, cantidad recogida, tipo de insumo y actividad, entre otras, que se serán mencionadas más adelante. En estas variables se generan entradas de datos para el sistema de Información y de esta manera, poder relacionar las variables y diseñar los indicadores.

Para el diseño de estos indicadores se siguió la metodología de Línea Base del DANE. Los indicadores se diseñaron con 5 pasos como lo propone esta metodología (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8, Anexos). Primero se identifican los objetos que se quieren verificar, es así como se determinaron las variables a relacionar. Luego de esto se define la tipología del indicador de acuerdo con el nivel de la cadena de producción, es decir si hace parte de la producción, administración o gestión. Al determinar las características del indicador se debe redactar el mismo, determinar cuáles son las relaciones y conocer el objeto a cuantificar y sus condiciones. Como cuarto paso, se deben seleccionar aquellos indicadores que sean claros, relevantes, medibles y adecuados con la cadena de valor y producción del café. Finalmente generar una hoja de vida de los indicadores, en donde se le haga seguimiento al indicador y comprobar periódicamente su validez estadística.

4.3. Diseñar un sistema de captura de datos simple, que maximice la participación de los actores a diferentes niveles.

Para la captura de los datos de una manera simple y rápida, se desarrolla una base de datos en la nube por servidores *SQL* como *PHP My Admin* y para el ingreso de los datos se usaron las aplicaciones de escritorio como *MySQL workbench* y *XAMPP*. En esta base de datos lo que se realiza es tomar una de las capas de la arquitectura de software usada para todo el Sistema de Información, la cual es la de almacenamiento para así poder establecer y reflejar todas las tablas diseñadas para la captación de los datos. Para la captura de datos de se establecieron tres formas diferentes para su obtención, la primera es la introducción manual (la que será más recurrente), debido a que se completan las tablas directamente en la aplicación. La segunda forma será la captura inteligente basada en plantillas, en donde a través de los formularios offline se obtienen los datos de la finca. Y finalmente una captura inteligente de sensores, en donde los datos bioclimáticos reales son almacenados para luego ser cargados en el sistema de información.

En el momento de la carga de los datos se podrá efectuar de dos maneras diferentes como se menciona anteriormente, la primera es teniendo una conexión directa con el servidor (contando con internet), rellenando los campos de la base de datos a través de las aplicaciones previamente mencionadas, la cual fue la manera de la carga de los datos para el estudio de caso de la finca El Manzano. Pero si no se cuenta con una conexión a internet pueden registrar los datos por medio formularios offline en formato CSV, para que estos luego sean importados a la base de datos por medio de alguna de las aplicaciones de escritorio o directamente en el servidor.

Para esto se desarrolló un diagrama de flujo en donde se puede reconocer como es el proceso de captura de los datos por medio de los usuarios en la interfaz (Gráfica 4, Anexos).

En este diagrama de flujo los usuarios deben primero registrarse para poder tener acceso a todas las tablas del sistema de información, así como también se debe tener registro de la finca y de los lotes de esta, contando con la información general de la propiedad. Luego de tener esta información general se puede seleccionar que tablas se llenaran, bien sea de actividades o de registro, para así poder tener la información necesaria en las variables con el objetivo de cumplir las condiciones de los indicadores diseñados. Para todos estos datos se debe tener un seguimiento al igual que una periodicidad de carga para no desestabilizar el Sistema de Información ni la calidad estadística.

En esta etapa del proceso se utiliza la metodología CRISP-DM de minería de datos, la cual nos ayuda a con la gestión de los datos. Siguiendo esta metodología se comprendió el modelo de negocio que se maneja en las fincas para así poder determinar las variables que se integrarían en el sistema de información y el modelado de sus relaciones para así poder ejecutar de manera precisa los outputs en el panel de control.

4.4. Construir un panel de control asertivo para la visualización de los indicadores.

Para la construcción del panel de control (*DASH BOARD*) fue necesario cumplir con todos los objetivos previos, debido a que en este punto se precisa el uso de la información cargada en el Sistema de Información y los indicadores diseñados para la generación de las alarmas y de la información.

Este panel de control se diseña relacionando la programación *SQL* con la aplicación *PowerBI*, en donde se permite de forma gráfica determinar cuáles datos relacionar y mostrar (Gráfica 14 y Gráfica 15, Anexos). En este panel de control se puede ver el estado en tiempo real de la finca, semaforizando las actividades que se deben realizar de manera urgente y también mostrando información de la cadena de valor como pueden ser los costos y el valor de cada saco de café de determinada finca. Esto se realiza para generar una mayor trazabilidad del producto y que los caficultores puedan conocer la calidad y las demandas que puede tener de su producto en producción, lo cual los beneficiará logrando con este Sistema de Información más y mejores decisiones.

Teniendo en cuenta todos los procesos anteriores se realiza la construcción del Sistema de Información, usando cada uno de los lineamientos que se verán reflejados en el mismo de la siguiente forma:

Primero, para el desarrollo de la herramienta tecnológica se utiliza el estándar *TOGAF*, el cual es un esquema de arquitectura empresarial y de software. Con este estándar se podrá diseñar y modelar de forma completa los procesos productivos y de la cadena de valor de las fincas cafeteras, con el cual se optimicen los procesos del cultivo y actividades para el beneficio de los caficultores y su continuo desarrollo. Por medio de este estándar, se centra en el segundo y tercer nivel propuesto, los cuales se basan en tecnología y datos respectivamente.

De esta forma, se busca desarrollar una herramienta tecnológica en la nube donde se almacenen los datos tanto de los actores como de los procesos y actividades.

Siguiendo esto, la recolección de datos para ser cargados en el Sistema de Información utilizará el lineamiento propuesto por *IBM* conocido como *CRISP-DM*. Este lineamiento cuenta con un conocimiento previo de las cadenas productivas y de valor de las fincas cafeteras, como se realiza en la primera fase de la arquitectura empresarial, así se seleccionarán aquellos datos con los cuales se van a trabajar, es decir, en que eslabones se enfocara el modelado y la evaluación de los datos recolectados.

Finalmente, luego de validar y seleccionar los datos a usar, se utilizará el estándar del DANE de Línea Base de Indicadores para el diseño de los KPI's, con cuales los caficultores puedan tomar mejores decisiones sobre sus cultivos. Este estándar se basa en mejorar la calidad estadística de los datos recolectados, y con esta se construirán aquellos indicadores para la generación de las alarmas y alertas en el tablero de control.

5. Componente de Diseño en ingeniería

5.1. Declaración de Diseño:

El Sistema de Información que se diseña en este proyecto sirve para la integración de los datos recolectados en los procesos de la cadena productiva y de la cadena de valor de una finca cafetera (Gráfica 5, Gráfica 6 y Gráfica 7, Anexos) y de la misma manera para mejorar la trazabilidad del producto a través alertas. Este sistema de información parte del desarrollo de una base de datos almacenada en la nube, datos que serán usados para el cálculo de los diferentes indicadores también diseñados en el proyecto, para que por medio de una interfaz gráfica los usuarios puedan ver estos indicadores conocer el estado de sus fincas. Para el Sistema de información se cuentan con dos formas para la entrada de datos, una fuente primaria y una fuente secundaria.

La fuente primaria estará constituida de dos tipos de datos, los primeros son aquellos que por medio del registro de los datos son cargados por los usuarios. Estos usuarios registran variables cualitativas que describen o caracterizan una variable, y las actividades realizadas periódicamente. Adicionalmente, registran variables cuantitativas tales como, tiempo de jornada, número de jornales, cantidad de insumos utilizados, unidades producidas (cosechadas), entre otras. Por otro lado, y de forma paralela, estarán los datos generados por sensores, principalmente bio-climáticos, los cuales cargarán al sistema la información de variables como, la humedad, pluviosidad y temperatura de manera automática.

El Sistema de Información tiene como fuentes secundarias, datos de Agronet, la Bolsa Mercantil de Colombia, el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Estos datos seguirán el proceso de *Extract, Transform and Load (ETL)*, se verifican su integridad, se procesan y se convierten en el formato

necesario para la carga de los datos al sistema desarrollado. El sistema de información de forma automática, en su procesamiento interno, relacionará las variables a través de los indicadores diseñados previamente. Estos indicadores al ser medibles permitirán el monitoreo y la evaluación a los cambios, los cuales generarán los *outputs* que los usuarios del Sistema de Información observarán. Estas salidas de información se desarrollarán a través de un tablero de control, en donde, por medio de la semaforización el usuario identificará cuales actividades o decisiones debe efectuar con mayor rapidez (Urgente e Importante).

Todo esto se integra en un aplicativo web (Gráfica 8, Anexo), el cual tiene una arquitectura de software por capas, es decir, la primera capa es la interfaz del usuario, la segunda es la interfaz del negocio (*Black Box*) y la última capa es la del almacenamiento.

5.2. Proceso de Diseño:

Para realizar el sistema de información se necesitaron varias etapas de construcción. En una primera instancia, el conocer la cadena de valor y productiva de las fincas cafeteras para visualizar cuales serían los indicadores que se mostrarían en el *DASH BOARD* a los usuarios que podrían verlos. Luego de esto, por medio de programación SQL y la aplicación MySQL *Work bench* se construyó la base de datos en donde se va a integrar toda la información recolectada por medio de las dos fuentes. Al tener los datos cargados en el sistema, en el *black box* se generan las operaciones para así dar los valores cuantitativos y cualitativos de los indicadores que fueron diseñados a partir de las necesidades mostradas por los usuarios. Se debía verificar que estos indicadores si cumplían con los estándares y suplían las necesidades de los usuarios, además, si estos generaban las alertas que se buscaban. Luego, se integra todo esto en un *DASH BOARD* o tablero de control a través de *PowerBI*.

5.3. Requerimientos de desempeño:

En primera instancia, para que el Sistema de Información tenga un buen desempeño en las fincas cafeteras se necesitara que los usuarios encargados de subir los datos que van arrojando las diferentes actividades de la finca, lo hagan a través de los formularios (Gráfica 9, Gráfica 10, Gráfica 11, Gráfica 12, Gráfica 13, Anexos) para que estos vayan directamente a los archivos CSV para poder que estos se importen directamente a la base de datos del sistema. Para lograr que una carga optima de los datos se debe realizar esto con cierta frecuencia y en las fincas se debe contar con por lo menos un computador o un teléfono inteligente para el ingreso de estos datos. Sin embargo, si en la finca se cuenta con una red de internet se pueden cargar directamente los datos al sistema de información para así poder tener una actualización en tiempo real.

Se debe lograr que con cierta frecuencia, si es posible diariamente, que los usuarios almacenen los datos recolectados durante la jornada, por ejemplo, existen formularios que los encargados de las fincas deben llenar diariamente como lo son los de las actividades que se están realizando en el día a día, que funcionan como un Diario de Labores (Tabla 1 y Tabla 2, Anexo), en donde se muestran las actividades realizadas ese día, con cuantos jornales, con que insumos, en que lote, entre otras variables que son necesarias para las obtención de los indicadores de gestión.

Por otro lado, se debe garantizar que los datos que vienen de fuentes secundarias se actualicen periódicamente sea de manera manual o automática, para poder acceder a esta información en el momento que sea necesario. Por ejemplo, los datos del IDEAM, en donde encontraremos información del clima en tiempo real, en general para el pueblo o la ubicación de la finca y también el pronóstico del tiempo para los siguientes días, que se debe tener en cuenta para la toma de decisiones de las actividades que se van a realizar en la finca.

Adicionalmente, para que el Sistema de Información funcione de manera correcta con eficacia y eficiencia, se deben establecer cuáles son los periodos máximos de actualización de la información (cada cuanto se debe cargar la información), dependiendo de las fuentes de datos y las variables. De esta forma el sistema requiere que la información cargada por la fuente primaria sea actualizada en algunos casos semanalmente, mientras que en otros casos diariamente, y la información de las fuentes secundarias sean actualizadas cada dos semanas.

5.4. Pruebas de rendimiento:

Durante el desarrollo del Sistema de Información se aplicaron tres pruebas las cuales son consecutivas para garantizar el funcionamiento y limitaciones del sistema. Se tomó una con relación a la finca el manzano para iniciar la prueba que consiste en:

- Prueba de Carga: Esta prueba consiste en generar un número de usuarios y cargar datos históricos de la finca para los cuales se debe mantener un estándar de tiempo. Se ingresan los diferentes formularios y se comprueba que el sistema funcione y se mantenga.
- Prueba de Estabilidad: Para generar esta prueba se construye una base de datos aleatorios con las distribuciones de los datos históricos, llevándolo a una proyección de cinco años clasificándola como carga moderada de los datos. Si en la prueba esta no tiene ningún inconveniente (CRASH) y se completa en el tiempo y memoria esperada se puede concluir que ha sido exitosa.
- Prueba de Estrés: Probar los límites que el sistema puede llegar. Para esto se generan tres pruebas más de estabilidad de con una proyección de los datos de 10, 15 y 20 años para tener en cuenta cual es la estabilidad del servidor y cuanto se demora en finalizar las interacciones.

5.5. Restricciones:

El Sistema de Información tiene ciertas restricciones, donde una de las más influyentes es la instalación de la infraestructura electrónica para la recolección de datos en las fincas cafeteras. Esto se debe a la topografía, el lugar donde se encuentra la finca ubicada y costos de instalación de los sensores, para que la información sea obtenida sea confiable y su vida útil se alargue en el tiempo. Como solución a esta restricción, se generan los formularios, en donde igualmente se puede generar la carga de los datos con cierta frecuencia sin contar con una infraestructura de red. Esta infraestructura de red limitada también afectará la visualización de todos los indicadores en tiempo real, es por esto por lo que se recomienda tener equipos adecuados y modernos para cargar todos los datos y que funcione todo en tiempo real. Adicionalmente se debe saber que la base de datos estará conectada a un solo servidor y es por esto que se debe restringir los accesos (contraseñas) ya que la información de más fincas estará depositada en la base de datos.

La segunda restricción son los tiempos de capacitación de los usuarios para el ingreso y registro de información digital. Se vuelve un impedimento para avanzar ya que se tiene que programar con el personal de la finca para que ellos entiendan como se utiliza y la importancia de cada paso, luego de esta empezar una prueba piloto donde se genere la información directamente en el sistema de información y los indicadores empiecen a generar alertas, las cuales les va a ayudar a tomar mejores decisiones a los usuarios del sistema. Esta restricción influye que si no existe una capacitación general y solo existirá un actor el cual subirá la información a la base de datos, en el momento que este tenga algún inconveniente los datos se podrán ver desactualizados en el sistema de información ya que nadie tiene la capacidad de actualizarlos. En el aspecto de capacitación, también se debe enseñar a los usuarios (Administradores o agregados), la lectura de los indicadores en el tablero de control para que estos priorizar las actividades de trabajadores en cada una de sus jornadas.

Asociado a estas dos primeras restricciones, también encontramos que dependiendo del tipo de usuario pueden cargar y observar ciertos datos en el sistema de información. Es por esto que se recomienda que todos los actores de la finca como los son dueños, administradores, mayordomos y trabajadores recurrentes, tengan la capacidad de gestionar los datos en el sistema. Por el otro lado están los trabajadores de jornadas (Jornaleros) los cuales solo deben es llenar el registro para que los demás actores puedan cargar la información. Con esto también se asocia la restricción de tener un usuario y contraseña por cada actor, y que se concederán algunas acciones diferentes para cada tipo de usuario.

En general el Sistema de Información tiene una restricción importante que es la periodicidad normalizada de las fuentes de información (fuente secundaria), debido a que si estas fuentes diversas no actualizan sus datos estaremos trabajando con supuestos al presente. Es por esto que se deben revisar frecuentemente estas fuentes y sus datos. Adicionalmente con esta periodicidad también se debe verificar que los datos de la fuente primaria sean subidos con la frecuencia estipulada para así garantizar la eficacia y eficiencia de los indicadores diseñados.

Al no generar una carga de los datos con las frecuencias declaradas, un aviso saldrá en la pantalla y no se actualizarán los indicadores hasta tener la información actualizada.

Con estas restricciones se puede comprobar que no buscamos solucionar los problemas del caficultor si no mejorar la calidad del producto y su trazabilidad, para de esta manera generar un producto competitivo en el mercado y aumentar los ingresos de las fincas cafeteras usando una estadística descriptiva y soluciones tecnológicas.

6. Resultados

En la búsqueda de alcanzar cada uno de los objetivos se encontraron resultados muy positivos para el diseño e implementación del sistema de información como se mostrará a continuación.

6.1. Integrar en el Sistema de Información, tanto fuentes primarias como secundarias de orígenes diversos.

Con este objetivo se encuentra el reto de poder encontrar los datos tanto de fuentes primarias como secundarias que nos iban a servir para el funcionamiento del sistema de información. Se alcanzaron a revisar un amplio número de variables de diferentes fuentes, en donde se llega a las que hoy están adentro del sistema, basados en los siguientes criterios de selección: Que fueran relevantes, es decir, que tuvieran importancia dentro del sistema productivo de la finca o que fueran importantes para la toma de decisiones de la finca. Que fueran accesibles, es decir, que la captura de estos datos se pudiera hacer de manera fácil y eficiente. Que fueran coherentes, es decir, que fueran necesarios y que arrojen información sobre lo que necesita verdaderamente el Sistema de Información, lo anterior en base a la Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores del DANE. Y, por último, que se pudieran calcular junto con otros para que arrojaran información importante.

Entre todas las variables que se analizaron para ser integradas dentro del sistema de información se pueden mencionar las siguientes:

- **Lotes:** Esta variable es de las más importantes puesto que con esta variable podremos identificar las actividades realizadas en la finca que está dividida por lotes de producción. Esta variable viene acompañada de datos por lote como el número de palos en cada uno, la altura de cada uno, el tamaño, entre otros datos relevantes para la creación de los indicadores.
- **Cantidad de café recogido:** Esta variable va acompañada de otras variables como lo son el lote, la fecha, número de trabajadores, para de esta manera generar un indicador que es muy relevante para la finca como lo es el saber que tanto café se está recogiendo en determinada época y en determinado lote.
- **Número de jornales:** Esta variable fue incluida porque nos ayuda a identificar no solo los costos en mano de obra del sistema productivo de la finca, sino también los tiempos y los trabajadores necesarios para realizar las diferentes actividades de la finca.
- **Actividades:** actividades realizadas en la finca propias de la producción del café. Como se ha mencionado anteriormente, en el proceso productivo del café se encuentran algunas actividades que son relevantes para obtener un buen producto, entre las cuales identificamos las siguientes: recolección, abonado, fumigación, poda, zoca, siembra, plateo, compra de suministros. Existen algunas actividades adicionales, sin embargo, no son tan recurrentes y no influyen directamente sobre la producción y es por esa razón que no fueron incluidas.

Para cada una de las actividades mencionadas anteriormente existen variables de datos que se generan y que deben ser recolectados, almacenados y analizados para poder al final tener información sobre estas. Para cada actividad, las variables son las siguientes.

- **Recolección:** esta actividad se realiza frecuentemente en la finca, en unas épocas más que en otras, pero en general, es el proceso de recolección de la cereza que es el fruto de

los árboles de café. Este proceso se realiza cuando la cereza está madura que es cuando tiene un color rojo vivo, no se puede recoger ni verde, ni sobre madura que es cuando esta tiene un color café o negro. Es por esta razón que también se debe calificar la calidad de esta, esperando siempre que esta calificación sea alta.

- Lote: al conocer esta variable, implícitamente conocemos la información de cada lote, la cual debió ser recogida al inscribir la finca al sistema.
 - # de jornales
 - Kilogramos recogidos por jornal
 - Calidad: esta es una variable cualitativa, se mide de manera visual y funciona según la experiencia del empleado encargado de la revisión. Tiene una escala de calidad baja, media y alta.
 - Costo por kilogramo recogido
- Abonado: este proceso se lleva a cabo con el fin de ofrecerle los nutrientes a la planta necesarios para que esta pueda producir más y mejores frutos. Esta actividad va de la mano con el clima, es decir, cuando la temperatura es demasiado alta, el proceso se lleva a cabo de manera líquida para que la planta absorba más fácilmente los nutrientes; y cuando la temperatura es demasiado baja, o la pluviosidad es alta, este proceso se realiza de manera granular, esperando que los productos utilizados se disuelvan en el suelo junto con el agua de la lluvia. Esta actividad se realiza aproximadamente 2 veces al año para que el producto final sea de mejor calidad.
- Lote
 - # de jornales
 - Productos utilizados
 - Cantidad de producto utilizado
 - Forma de abono
- Fumigación: este proceso se realiza para evitar que la planta o el palo se contamine de enfermedades como la roya o la broca, que son enfermedades que normalmente son causadas por insectos.
- Lote
 - # de jornales
 - Productos utilizados
 - Cantidad de producto utilizado
- Poda: este proceso se lleva a cabo en los momentos donde la maleza está muy alta e interrumpe el normal crecimiento de la planta o cuando los accesos a los cafetales están bloqueados.
- Lote
 - # de jornales
 - Producto utilizado (gasolina)
 - Cantidad de producto utilizado
- Zoca: este proceso se realiza a los 3 o 4 años de vida de la planta. Cuando la planta tiene esta edad, normalmente y dependiendo de la variedad, llega a una altura de 2 o 3 metros dificultando primero la recolección de café y segundo, produciendo un café de una calidad menor. Lo que se realiza en este proceso es cortar el palo aproximadamente a 40 ó 50 cm del piso, dándole a este la oportunidad de volver a crecer.
- Lote
 - # de jornales

- # de palos
- Plateo: este proceso se lleva a cabo especialmente a las plantas jóvenes, en donde son más vulnerables. Lo que se realiza es una limpieza en el suelo alrededor de ella, para que este libre de maleza y de otras cosas puedan interrumpir su normal crecimiento, adicionalmente, se realiza antes de abonarlas, para que esta pueda absorber de mejor manera los nutrientes.
- Lote
 - # de jornales
 - 3 de palos
- Siembra: este proceso se realiza al principio de cualquier cultivo, en donde se toma un lote virgen y se siembran los colinos de café para que crezcan y se desarrollen.
- Lote
 - # de jornales
 - # de palos

Con estas variables es que el Sistema de Información para fincas cafeteras va a funcionar.

Cabe resaltar que para el Sistema de Información se identificaron tanto variables de fuentes primarias como las ya mencionadas, que son todos aquellos datos que van surgiendo de las actividades tanto productivas como administrativas, realizadas diariamente dentro de la finca, como también variables o datos de fuentes secundarias, que son datos globales y generales como lo es el clima, la fecha, la hora, o inclusive el precio del café en la bolsa de Nueva York, que nos sirven para integrarlos con los datos de las fuentes primarias para generar los indicadores de gestión.

6.2. Diseñar KPI enfocados a las necesidades de las fincas cafeteras.

En el desarrollo de este objetivo se encuentran grandes retos en la identificación de cuales eran esos indicadores que realmente eran necesarios para una buena gestión de las fincas cafeteras. Para lograrlo y como se menciona anteriormente, se realizaron desde entrevistas a diferentes actores del sector, hasta análisis de los procesos productivos del café, en donde se identificaron algunos momentos y situaciones que son de gran importancia y están llenas de datos que no se están recolectando correctamente, no se están analizando y no se están convirtiendo en información que puede ser necesaria para un buen manejo de las fincas hablando desde el enfoque productivo, financiero y de gestión de las fincas.

Luego de un largo análisis tanto de la cadena de valor, como del proceso productivo del café se encontraron un amplio número de indicadores o KPI's. Se decidió darle un enfoque a las actividades que se realizan en el día a día en las fincas cafeteras. Estas actividades son en donde realmente se generan datos e información muy importante que no estaba siendo utilizada correctamente.

Adicionalmente, se estableció que otro factor importante para la buena gestión era el aspecto financiero, más exactamente, el aspecto de los costos de producción, que muchas veces es desconocido por los productores agrícolas del país y sobre todo en el sector del café, en donde se produce, se comercializa, pero no se sabe realmente la cifra de la utilidad que están dejando las fincas.

Es importante mencionar también que para la obtención de estos indicadores se profundizo en la importancia de que las variables que formaban cada uno de ellos fueran reales y fueran asequibles. Se menciona esto porque en todo el análisis realizado para la generación de estos indicadores aparecieron unos los cuales tenían variables que no eran reales o que simplemente no eran asequibles desde ninguna fuente.

Para el diseño de estos indicadores, se realizan sus respectivas fichas técnicas, en base a la Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores del DANE (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8,

Anexos), las cuales para cada uno de ellos muestra y explica su nombre, las variables que lo relacionan, la formulación para su cálculo, la unidad de medida, la operación estadística y la fuente de información de donde provienen los datos.

Los indicadores encontrados para el Sistema de Información son los siguientes:

- Nómina (Tabla 3, Anexos): Para los administradores de las fincas esta es una información de extrema importancia, pues se identifica que en las fincas cafeteras el pago de nómina no se realiza mensual ni quincenal, se realiza es semanal, en donde se le paga a los jornaleros o empleados el valor trabajado durante ese periodo de tiempo. Es por esto que poder mostrar este valor del costo de la nómina a medida que va transcurriendo la semana es muy bueno puesto que el dueño de la finca va sabiendo cuanto es el valor que debe ir a pagar el viernes o el sábado según sea el día de pago de este.

Para este indicador se utilizan las variables que se alimentan diariamente en los formularios generados para esto y son las siguientes:

- Lote
- # de jornales
- Actividad realizada
- Costo del jornal por actividad y por jornalero

Es necesario mencionar que cuando hay época de cosecha, los jornales no se pagan con un valor fijo como se hace generalmente en otras épocas del año o con otras actividades, sino que se realiza un pago variable que va relacionado con la cantidad de café cosechado por jornalero, el cual se paga por kilogramo recogido. Este valor es de aproximadamente \$500 colombianos por kilogramo.

- Costo de producción por lote (Tabla 4, Anexos): Este es uno de los indicadores más importantes del Sistema de Información debido a que es una de las razones por la cual se desarrolla este proyecto. Los caficultores del país tienen un vago valor de costo de producción el cual deducen por conocimiento empírico, por tantos años de trabajo en las fincas, sin embargo, este valor en muchas ocasiones es erróneo o simplemente está dentro de un rango demasiado amplio que no logra indicar nada.

Es por esta razón que se decide crearlo, ya que con el tiempo y con los datos históricos de las fincas se puede lograr un valor mucho más ajustado de cuál puede ser el costo de producción de un palo de café al año. Este indicador sirve mucho para el momento de establecer un precio de venta para este producto al cliente, en donde sabiendo el costo total de producción se podría poner un precio de venta que deje un buen margen de utilidad y de igual manera, llegar a una buena negociación para volver las fincas económicamente sostenibles.

Este es un indicador que se debe generar anualmente, logrando de esta manera conocer el costo de producción por año de cada palo, de cada lote, inclusive yendo más a fondo, si se llegase a incluir los costos de beneficiado, trillado, tostado y molido, se podría llegar a conocer el costo de producción de una libra de café listo para la venta y posterior consumo del consumidor.

Para la realización de este indicador se tuvieron en cuenta las siguientes variables y de algunos indicadores ya generados a lo largo del periodo de tiempo:

- Lote
 - Actividades
 - Costos de mano de obra
 - Costos de insumos
- Costo por actividad (Tabla 5, Anexos): En este indicador nos indica cuánto cuesta la realización de cada actividad en determinado lote teniendo en cuanto tanto la mano de obra como también la cantidad de insumos utilizados, adicionalmente, indica el tiempo que se tomó la realización de esta en cada lote.

Es muy importante conocer esta información pues a futuro se podrá entregar esta actividad a un proveedor bajo contrato, sabiendo cuánto cuesta y cuánto tiempo tarda esta actividad, reduciendo de esta manera sobre costos e inventarios de insumos.

Este indicador se genera debido a que las fincas pueden tener cambio de administradores, en donde las actividades pueden cambiar en su forma de realizarlas de uno a otro. Se puede evitar esto teniendo la información histórica de la actividad y estandarizando los procesos, en ese sentido se le puede explicar al nuevo administrador la forma en cómo se debe llevar a cabo, cuánto cuesta y cuánto tiempo tarda en realizarse.

Para la generación de este indicador se debe tener en cuenta las siguientes variables:

- Lote
 - Actividad
 - # de jornales
 - Costo por jornal
 - Tiempo requerido
 - Productos utilizados
 - Cantidad de productos utilizados
 - Costo de los insumos
- Priorización de actividades (Tabla 6, Anexos): Este indicador fue generado con la intención de priorizar las actividades que se realizan para cada lote de las fincas. Se lleva a cabo mediante la inspección semanal de cada uno de estos, tomando cada una de las actividades y calificándolas con escala de urgente, necesaria y no tan necesaria, en donde la calificación urgente tiene mayor prioridad, la necesaria es de prioridad media y la no tan necesaria es de prioridad baja.

La información que arroja este indicador sirve para generar un cronograma de actividades a realizar en la finca en cada lote, lo que ayuda a una mejor toma de decisiones, igualmente al pronóstico de los recursos que van a ser utilizados y los costos en los que se va a tener que incurrir en el periodo de tiempo en que se vayan a realizar dichas actividades.

Para la generación de este indicador se deben tener en cuentas las siguientes variables:

- Lote
 - Actividad
 - Calificación de prioridad
- Cantidad de producto cosechado (Tabla 7, Anexos): Este indicador es de vital importancia dentro de las fincas cafeteras pues indica la cantidad de cereza de café que se ha recolectado a lo largo de determinado periodo de tiempo y en determinado lote.

El conocer esta información ayuda al caficultor o a el administrador de las fincas en varios aspectos. Uno de ellos es en el momento de la negociación para la venta del producto, para conocer de antemano la cantidad de producto con la que cuenta para realizar el proceso de venta, adicionalmente, luego de pasado un tiempo, se podrá pronosticar la producción de la finca con la información histórica de este indicador y poder hacer ventas de estas producciones a futuro. El otro aspecto es el de conocer la cantidad que se ha recolectado para poder generar más indicadores de gestión basado en este valor.

Para la generación de este indicador es necesario tener en cuentas las siguientes variables:

- Lote
- Cantidad recolectada
- Tiempo: estos datos se toman a partir de los formularios diarios, en donde se pueden sumar varios días, varias semanas, varios meses, hasta llegar al periodo de tiempo que se quiere revisar.

- Carga por palo (Tabla 8, Anexos): Este indicador fue generado por la necesidad de los caficultores de saber exactamente la cantidad que puede llegar a producir cada palo anualmente y de la misma manera saber que cantidad se puede llegar a vender, además, este indicador sirve para los costos de producción.

En este momento los caficultores lo realizan de forma empírica, calculando visualmente que cantidad de café cereza puede haber en cada palo, lo cual puede variar entre los palos.

Para este indicador se utilizaron las siguientes variables:

- Lote
- Cantidad recolectada
- Número de palos por lote

- Jornales por arroba en cada lote (Tabla 9, Anexos): Este indicador fue identificado como esencial ya que calcula la cantidad de trabajo en cada lote con relación al producto cosechado. Tiene gran relevancia ya que esta productividad varía dependiendo de las características del lote, tales como la altura y la topografía de este.

Este indicador le permite saber al administrador de la finca cuanto trabajo se necesita para obtener una arroba de café en determinado lote, y de la misma manera conocer cuanto cuesta recoger el café de ese lote.

Cabe resaltar que este indicador varía dependiendo de la época, si es en cosecha, si es en mitaca o si es en época de graneado normal.

Para la construcción de este indicador se utilizaron las siguientes variables:

- Lote
- Cantidad recolectada
- Cantidad de jornales por lote

- Pronóstico de producción o cosecha de café (Tabla 10, Anexos): Este indicador se genera con la necesidad de poder pronosticar la cantidad de café que se va a producir mes a mes. Este pronóstico se basa en las producciones del mismo mes en años anteriores, el cual se realiza por promedio debido a que los datos de las producciones anteriores no tienen pendiente negativa ni positiva, es decir, no aumenta ni disminuye la producción bajo condiciones normales del palo.

- Lote
- Cantidad recolectada meses anteriores

- Aumento de la producción (Tabla 11, Anexos): Este indicador se genera con la necesidad de saber si la producción de determinado mes aumenta o disminuye y con base a este indicador y a otros factores se pueden tomar decisiones para mejorar, o mantener la producción.

Cabe resaltar que este indicador varía dependiendo de la época, si es en cosecha, si es en mitaca o si es en época de graneado normal.

Para la construcción de este indicador se utilizaron las siguientes variables:

- Lote
- Cantidad recolectada mes anterior
- Cantidad recolectada mes actual

Cabe resaltar que para la creación de estos indicadores se tuvo en cuenta que estos cumplieran con las características básicas y de calidad según la Metodología de Construcción de Indicadores del DANE, pero más

importante que eso, se enfocó un gran esfuerzo en hacer que estos fueran legibles para todos los actores o usuarios del Sistema de Información.

Estos indicadores aportan para la solución del problema porque además de ser parte de un Sistema de Información que recolecta datos, los almacena, los analiza y los convierte en información, también ayudan a la gestión de las fincas cafeteras, ayudan a la toma de decisiones y a la generación de alertas tempranas para evitar riesgos que antes, sin ellos, no se podrían mitigar.

6.3. Diseñar un sistema de captura de datos simple, que maximice la participación de los actores a diferentes niveles.

En el desarrollo de este objetivo se encuentra el reto de lograr un diseño para la captura de los datos que fuera asequible para todos los actores dentro del Sistema de Información. Se diseñó pensando tanto en el dueño de la finca, el administrador, como también en los empleados encargados de la recolección de los datos, quienes además son los más importantes porque son ellos quienes deben consolidar toda esta información que arrojan el día a día en las fincas.

Es por esto que se diseñan formularios (Gráfica 9, Gráfica 10, Gráfica 11, Gráfica 12, Gráfica 13, Anexos), en donde ellos diariamente deben ingresar los datos que se van generando. Estos formularios van desde lo más general, hasta lo más específico de las actividades que se realizan en el proceso de producción y es importante mencionar que estos no se llenan con la misma frecuencia como se mencionará más adelante.

Son 6 formularios en donde se consolidan los datos que van directamente a ser almacenados en la base de datos, siguiendo su paso por el *black box*, se realizan las operaciones pertinentes para la generación de los indicadores mencionados anteriormente.

Los formularios son:

- Registro de la finca: Este formulario es el primero que se ingresa pues es en este formulario donde se van a consolidar los datos más relevantes de la finca. El actor involucrado en el ingreso de los datos de este formulario debe ser o el dueño de la finca o el administrador. De igual forma cabe resaltar que este formulario se llena una única vez y los datos que se van a recolectar de este son:
 - ID de la finca
 - Nombre de la finca
 - Municipio y Departamento en donde está ubicada la finca
 - Tamaña de la finca
 - # de lotes

- Datos generales de la finca: Este formulario también se llena una sola vez y el actor encargado de ingresar los datos de este debe ser el dueño de la finca o el administrador pues son ellos quienes tienen la información más clara. Con estos datos se van a realizar cálculos y operaciones para la generación de algunos indicadores por eso los datos que se ingresen deben ser super precisos. Los datos que se van a ingresar son los siguientes:
 - Nombre del lote
 - Tamaño del lote
 - Altura media del lote
 - # de palos sembrados
 - Variedad de la planta sembrada
 - Edad de los palos (meses)
 - Sombrío: esta variable toma valores cualitativos entre bajo, medio y alto. Indica el que tanta sombra tiene el lote.

- Ingreso de usuarios: Este formulario funciona para ingresar los usuarios o los actores que van a tener ingreso a el Sistema de Información. Los datos que van a ser recolectados de este son:

- Nombre y apellido
 - Cédula
 - Cargo
 - Usuario
 - Contraseña
- **Formulario general diario:** Este formulario debe ser utilizado diariamente y lo hará el administrador de la finca o el encargado del ingreso de los datos diariamente. sirve para recoger datos generales del proceso productivo de la finca, los cuales serán visualizados por el dueño de la finca, con el fin de conocer a grandes rasgos lo sucedido en su finca. Los datos que se van a recolectar en este son:
 - # de jornaleros
 - Comentarios generales de lo realizado, posibles problemas tenidos en el curso normal del proceso de producción, entre otras cosas.
 - **Actividades realizadas diariamente:** Este formulario es en donde se van a ingresar más detalladamente las actividades que se realizaron en la finca en el día específico. El encargado de recolectar estos datos para luego ser almacenados en el sistema es el administrador.

Funciona de la siguiente manera: aparecerá un menú de actividades con los espacios para los datos de cada actividad. Si la actividad fue realizada ese día, el encargado de este formulario debe escogerla y paso a seguir, debe llenar los espacios con los datos que se requieren.

Los datos que van a ser recolectados en este formulario fueron mencionados anteriormente.

- **Inspección de actividades:** Este formulario esta creado para poder realizar la priorización de las actividades de cada lote. Los datos de este serán recolectados una vez por semana en un día específico y lo hará el administrador de la finca, quien en un recorrido lote por lote debe calificar en una escala de urgente, necesaria y no tan necesaria, la ejecución de cada una de las actividades, obteniendo así la posibilidad de generar un cronograma de actividades a realizar por cada lote, que además será visualizada en forma de semáforo en el *Dash Board*.

Los datos que serán recolectados de este formulario son los siguientes:

- Lote
- Prioridad Recolección
- Prioridad Fumigación
- Prioridad Abonada
- Prioridad Poda
- Prioridad Zoca
- Prioridad Plateo
- Prioridad Siembra

De esta manera, se puede demostrar que el resultado de este objetivo fue positivo, pues se diseñó un sistema simple para la recolección de los datos, al alcance de todos los actores y usuarios involucrados en el Sistema de Información.

6.4. Construir un panel de control asertivo para la visualización de los indicadores.

En el desarrollo de este objetivo se obtiene como resultados varios *Dash Boards* o tableros de control (Gráfica 14, Gráfica 15 y Gráfica 16, Anexos) que muestran eficientemente los indicadores e información más relevante para ayudar al dueño y a el administrador de la finca a tomar las decisiones correctas en cuanto a el proceso productivo de la finca.

Entre otras cosas este tablero muestra:

- Nombre de la finca
- Fecha

- Clima actual y pronóstico del clima para los siguientes días
- La semaforización de las actividades por cada lote de la finca
- Como va la recolección que se puede ver por lote o por la finca completa y por periodo de tiempo
- El valor de la nómina de la semana
- El total adeudado a los proveedores, con alertar para proximidad de fecha de pagos
- Menú para ingresar a la visualización de otros indicadores ya mencionados anteriormente.

Esta información que se generó a través de la recolección de los datos, el almacenamiento de estos, su posterior análisis, son el producto del desarrollo del Sistema de Información.

Por lo tanto, es válido mencionar que los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto son positivos.

7. Limitaciones, conclusiones y recomendaciones

Durante el desarrollo del Sistema de Información se tuvieron ciertas limitaciones para la ejecución de este en la finca en donde fue implementado el proyecto, la Finca El Manzano, debido a que la ubicación de esta es algo remota, por lo tanto, el desplazamiento hasta allá era algo complejo, ya que, por estar ubicada en el municipio de Génova, Quindío, tiene unas vías de acceso que no están en las mejores condiciones. Sin embargo, este no fue motivo para no hacer un proyecto, por el contrario, esta limitación permitió conocer aún más casos de fincas cafeteras, no solo en el departamento del Quindío, sino también casos por ejemplo en el Departamento de Cundinamarca, en donde se analizaron procesos productivos diferentes y se conocieron diferentes actores de la cadena que, por medio de conversaciones, agregaron mucha más información, información importante para el desarrollo del Sistema de Información, información que sirvió para generar con mayor facilidad los indicadores que realmente iban a funcionar y servir para los diferentes actores y participantes y ayudar en su toma de decisiones.

Debido a la limitación de la ubicación geográfica de la finca en donde se lleva a cabo el desarrollo del Sistema de información, se presentó además una problemática en cuanto a la obtención de los datos para los sensores bioclimáticos, puesto que se requirieron varias visitas para la recolecta de estos. Sin embargo, esta limitación también nos ayudó a pensar en otras alternativas, no en mira de eliminar esta fuente de datos, sino la forma de agregar otras fuentes secundarias que también le dieran valor a los indicadores que se estaban generando.

Adicionalmente, se logró obtener los datos históricos de la Finca El Manzano, los cuales estaban almacenados en cuadernos escolares y en carpetas, en donde encontramos datos no muy claros y que realmente y como se preveía, no generaban indicadores o información importante para la gestión de la finca y de los procesos productivos de esta. Estos datos obtenidos también sirvieron para conocer algunas variables generadoras de datos que aún no se habían tenido en cuenta en el desarrollo del Sistema de Información.

Por otro lado, se encontraron también limitaciones que ocasionaron inconvenientes debido a la infraestructura de red de internet en la finca. Esto se debe a que en ciertos puntos del país no existe una señal muy constante de internet, sin embargo, se hicieron recomendaciones para que los encargados de ingresar los datos en los formularios lo hicieran aun sin tener cobertura de red desde sus *Smart Phones*, esperando así que cuando tuviesen cobertura, los datos entraran directamente a almacenarse en el Sistema de Información, y de esta manera se asegura que este esté siempre actualizado y el panel de control pueda tener siempre los indicadores y la información real y correcta, con las respectivas alarmas y alertas.

Otra de las limitaciones que se tuvo fue la dificultad para el manejo de herramientas tecnológicas por parte de algunos de los actores o usuarios del Sistema de Información, pues al ser de pronto algunas personas campesinas, que pocas oportunidades han tenido de interactuar con la tecnología, costaba darles a entender el manejo y no solo eso, sino también darles a entender de qué se trataba el Sistema de Información que se estaba desarrollando y como ellos se podrían ver beneficiados por este. Sin embargo, se llevaron a cabo diferentes charlas y capacitaciones en donde se hizo énfasis en la conciencia que debían tener todos los actores sobre este proyecto, además, de la importancia del uso de la tecnología para el desarrollo en el campo.

Adicionalmente se recomienda hacer este tipo de charlas y capacitaciones con mayor frecuencia, no solo enfocándose en lo que ya se está desarrollando alrededor de ellos, sino también enseñarles, mostrarles y explicarles sobre tecnologías que se están desarrollando a nivel mundial y como ellos podrían hacer parte de estas, beneficiándose positivamente, generando un campo más tecnificado, con productos de mejor calidad, con producciones aún más grandes, más eficientes y más eficaces, logrando ser más competitivos tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Estas charlas y capacitaciones estarían enfocadas en nuevas maquinarias, nuevos softwares y sistemas de información y hasta de nuevas formas de desarrollar actividades y procesos dentro de las fincas.

Conociendo el trabajo realizado y los antecedentes estudiados, se puede concluir que este Sistema de Información es de dos vías, ya que los caficultores facilitan los datos que arrojan sus fincas a la base de datos, pero estos datos no quedan cargados simplemente como estadística, sino que se les brinda una retroalimentación y un análisis de estos a través de los *KPI's* y el *dashboard* para que puedan tomar mejores decisiones y puedan desarrollar de la mejor manera sus actividades en las fincas. Estos *KPI's* son importantes para el desarrollo y solución del Sistema de Información porque además de ser parte de este, aportan información importante para los usuarios y administradores de las fincas.

Como una recomendación se puede decir que es muy importante que se conozca a quienes les están brindando los datos debido a que algunas compañías y empresas lo único que están desarrollando son estadísticas para el beneficio de las grandes marcas y no para los pequeños caficultores y agricultores, es por esto, que el fin de este Sistema de Información de cierta forma es impulsar a los pequeños productores y mejorar sus procesos para así generar una mayor calidad en su café.

Como conclusión general del proyecto queremos decir que la agricultura colombiana es un campo con muchas oportunidades para la tecnología, debido a que sus procesos se siguen haciendo de una manera rudimentaria, estos procesos abarcan la producción, la gestión, el almacenamiento (producto y datos) y la administración. Los procesos que tenemos en este campo son un poco antiguos y solo unos pocos actualizan su infraestructura tecnológica, lo cual hace que las competencias sea cierta manera desleal e injusta. Es por esto que la recomendación va para todos los agricultores a generar una inversión en los avances tecnológicos porque seguramente esto les generará un beneficio en la producción de sus productos y los catapultará a competir contra los grandes productores.

8. Impacto

Este Sistema de Información que se ha desarrollado ha tenido y puede tener impacto tanto en el proceso de producción de la finca en donde se ha implementado, como también en los actores y usuarios que participan en el proceso productivo y en la cadena de valor del café.

Entre otros, podemos encontrar los siguientes impactos:

- Estandarización y documentación de actividades para la reducción de costos y gastos:
Por medio del Sistema de Información se ha logrado hacer una documentación de las actividades que se realizan en el proceso de producción con el fin de estandarizarlas, es decir, hacer que estas se realicen siempre del mismo modo, con el mismo tiempo de proceso, con la misma cantidad de recursos, logrando de esta manera evitar sobre costos por la falta de conocimiento de estas mismas.
- Pronóstico de la producción:
Al tener los datos históricos de producción mensual y anual de la finca en donde se implementa el Sistema de Información, además teniendo en cuenta otras variables, se puede llegar a pronosticar la producción futura. De esta manera la finca podrá vender su producción previamente y así poder obtener mayores ingresos. A pesar de que no se tienen los datos históricos necesarios para hacer un pronóstico de producción, se llevo a cabo una simulación para los datos necesarios, dentro de un margen real, tomado de referencias anteriores, con el fin de realizar un ejemplo del pronóstico que

se puede llevar a cabo de la producción como se muestra en la tabla (Tabla 12, Anexos) y en la gráfica (Gráfica 17, Anexos).

- **Gerencia del talento humano y productividad de los empleados:**
A partir del Sistema de Información, se puede gestionar la cantidad de trabajadores que hay semanalmente realizando actividades en la finca para así conocer el costo de la nómina semanalmente, con el fin de que el dueño o administrador de la finca sepa exactamente cuánto debe pagar el sábado que normalmente se paga esta nómina. Además, se puede gestionar y revisar la productividad de los trabajadores como se muestra en la tabla (Tabla 13, Anexos), donde por medio de un diagrama de caja y bigotes se pueden visualizar los trabajadores que diaria o semanalmente tuvieron el desempeño más bajo. Estos trabajadores que están por debajo del límite llamado '*inferior interna*' son los trabajadores que estadísticamente tienen menor productividad, siendo estos tomados como datos atípicos dentro de la muestra. De esta manera, el administrador podrá tomar decisiones sobre estos.
- **Programación de las actividades:**
Por medio de la calificación de urgencia de las actividades se genera una semaforización de estas con el objetivo de programarlas según la premura de cada una de estas, de esta manera, además de tenerlas estandarizadas y documentadas, se puede tener una gestión de la programación para no correr el riesgo de hacerlas por fuera del tiempo indicado y no afectar la producción.
- **Conocimiento de los costos de producción:**
Al tener todos los datos recolectados dentro del Sistema de Información se podrá conocer a fondo cada costo involucrado dentro del proceso de producción, con el fin de poder tener el indicador al final de un periodo de tiempo, sobre el costo, por ejemplo, de una arroba de café en cereza. Este indicador se obtiene al tener todos los costos asociados del año y dividiéndolos sobre la cantidad de arrobas que se recolectaron en dicho año.
- **Gerencia de presupuestos:**
Al tener la estandarización, documentación y programación de las actividades dentro del Sistema de Información, este podrá mostrar el presupuesto que se necesitará para cierto periodo de tiempo. Esto con el fin de obtener un presupuesto y que el dueño o administrador de la finca se pueda preparar económicamente para este.

9. Respecto a los Anexos o Apéndices

Los anexos se podrán encontrar en el archivo PDF llamado Anexos Trabajo de grado Sistemas de Información para Fincas Cafeteras.

Glosario:

CRISP-DM: Significa en inglés *Cross Industry Standard Process for Data Mining*. Es un modelo estándar abierto del proceso que describe los enfoques comunes que utilizan los expertos de minería de datos.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, es un organismo que pone en consideración de la ciudadanía los planes institucionales formulados para cumplir de manera rigurosa los procesos de producción, difusión y comunicación de información estadística.

JAVA: Es un lenguaje de programación y una plataforma informática.

SICA: Sistema de Información Cafetera, es un sistema conformado por una base de datos, dinámica y georreferenciada de cobertura nacional, a la que se accede a través de internet.

SPSS: Es un software interactivo o profesional para el análisis estadístico desarrollado por IBM.

Sistema de Información (SI): Un sistema de información es un conjunto de datos que interactúan entre sí con un fin común. Estos ayudan a administrar, recolectar, recuperar, procesar, almacenar y distribuir información relevante para los procesos fundamentales y particulares de cada organización.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Proceso de Producción: Es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios.

Cadena de Valor: Es una herramienta estratégica usada para analizar las actividades de una empresa y así identificar sus fuentes de ventaja competitiva.

Indicadores: Dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura.

Dash Board: Es una representación gráfica de los principales indicadores (KPI) que intervienen en la consecución de objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia de la empresa.

ETL: *Extract, transform and load* por sus siglas en inglés. Es el proceso que permite a las organizaciones mover datos de múltiples fuentes, reformatearlos y limpiarlos, y cargarlos en otra base de datos para luego analizarlos.

IDEAM: El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales es una entidad del gobierno de Colombia dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se encarga del manejo de la información científica, hidrológica, meteorológica y todo lo relacionado con el medio ambiente en Colombia.

SQL: *Structured Query Language* por sus siglas en inglés. Es un lenguaje de dominio específico utilizado en programación, diseñado para administrar, y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

MySQL: *MySQL Community Edition is the freely downloadable version of the world's most popular open source database.* Es el recurso de librería de abierta abierta de la empresa *Oracle*, en el cual se puede editar la base de datos que se propone.

Work Bench: Es una herramienta visual de diseño de base de datos, integrada a *MySQL* para el desarrollo de software entre otras.

PowerBI: Es una Herramienta de Microsoft para el análisis empresarial, con el cual se espera generar una interfaz simple con el cual cualquier persona pueda entender la información final de los informes realizados.

FAO: Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura. Organización dedicada al bienestar alimenticio de las naciones y erradicación del hambre en el mundo, esta hace parte de las naciones unidas.

UTZ Certified: Es un programa de *Rain Forest Alliance* que tiene como misión crear un mundo donde la agricultura sostenible sea una norma, este programa impacta inicialmente a café, el cacao y el té con el fin de mejorar su productividad y el medio ambiente.

Rain Forest Alliance: Organización no gubernamental internacional que trabaja para conservar la biodiversidad y asegurar medios de vida sostenibles.

Starbucks C.A.F.E Practices: Es un enfoque ético que le da Starbucks como empresa a la adquisición del café con el cual genera unas prácticas de equidad del café y los caficultores, con la finalidad de impactar positivamente la vida de los caficultores para generar un suministro a largo plazo de un café de alta calidad .

Coffee Bird Friendly: Es una compañía dedicada la comercialización de café orgánico con el sello de alta calidad de *Smithsonian Bird Friendly*, el cual garantiza el mejor café orgánico y que preservan el hábitat de animales.

KPI: Indicador Clave de rendimiento. Es una medida para cuantificar el progreso de una empresa en con la finalidad de alcanzar sus objetivos.

GPS: *Global Position System*, sistema de posición el cual funciona a través de satélites que se encuentran en órbita y le dan las referencias exactas al receptor en tierra.

FNC: Por sus siglas Federación nacional de Cafeteros, organización no gubernamental sin ánimo de lucro que busca la agrupación de los caficultores colombianos y su bienestar con diferentes políticas.

XAPP: Paquete de software libre, para una base de datos en MySQL. Este trabaja con un servidor apache para interpretar el lenguaje PHP.

Referencias

- Palacios, M. (2002). El Café en Colombia 1850 – 1970: Una Historia Económica, Social y política. Bogotá DC, Colombia. Editorial Planeta Colombiana S.A.
- Medina, C. (2019, 17 de octubre). Pese a la caída del precio del Café, Colombia tiene con que defenderse, según la FNC. W Radio. Retrieved from. <https://www.wradio.com.co/noticias/actualidad/pese-a-la-caida-del-precio-del-cafe-colombia-tiene-con-que-defenderse-segun-la-fnc/20191017/nota/3967353.aspx> . Fecha de consulta: 5 de enero del 2020.
- Chamorro, M. (2016). DESARROLLO Y CRISIS ALIMENTARIA: EL CASO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COLOMBIA. Revista CES, 1. Retrieved from <http://revistas.ces.edu.co/index.php/derecho/article/view/2697>
- Comas Rodríguez, R. (2010). Diseño e implementación de un sistema de información para el Control del Combustible en la Empresa de Suministros y Transporte Agropecuario de Sancti Spíritus. Tesis en opción al grado académico de Master en Dirección, Universidad de Sancti Spíritus «José Martí Pérez», Sancti Spíritus. Consejo
- McLeod Jr;Raymond (2000) Sistemas de información gerencial. Available at: http://books.google.com/books?id=zmnjBpmufKIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- K laudon;J laudon. (2012). Sistemas de información gerencial. Retrieved from http://books.google.com/books?id=zmnjBpmufKIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Carvajal López, A. (2017). Análisis de la Cadena de Valor de Café para la Creación de un Sistema Integrado de Gestión para el procesamiento y Comercialización de Café Verde. CESA, 6, 76. Retrieved from https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1817/TG_823.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Abd El-Kader, S. M., & Mohammad El-Basioni, B. M. (2013). Precision farming solution in Egypt using the wireless sensor network technology. Egyptian Informatics Journal, 14(3), 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2013.06.004>
- Roberto Vitón, Gabriel García, Yuri Soares, A. C. y A. S. (2017). AGRO-TECH.
- Arendt, A., Morris, A., & Stephens, M. (2018). Public Library Use of Geographic Information Systems in the United States. Journal of Library Administration, 58(8), 779–805. <https://doi.org/10.1080/01930826.2018.1516946>
- Oppenheimer, A. (2014). CREAR O MORIR (C.V).

- Mundial, B. (2019). Empleos en agricultura - Colombia. Retrieved December 12, 1BC, from <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=CO>
- Torres Bedoya, D., & Computación, I. de S. y. (2016). Desarrollo de un prototipo de un sistema de información para fincas productoras de café. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11059/6495>
- Fastly. (2018). ¿Qué es XAMPP? Retrieved from <https://www.apachefriends.org/es/index.html> Giraldo, A. (n.d.). Como se manejan los datos de un cultivo de Café? Bogota.
- IBM, I. B. M. (2012). Manual CRISP-DM de IBM SPSS Modeler. IBM Corporation, 56. Retrieved from <ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/CRISP-DM.pdf>
- Microsoft. (2019). Access SQL: conceptos básicos, vocabulario y sintaxis. Retrieved from Microsoft website: <https://support.office.com/es-es/article/access-sql-conceptos-básicos-vocabulario-y-sintaxis-444d0303-cde1424e-9a74-e8dc3e460671#bm1>
- Microsoft. (2020). Power BI. Retrieved from <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>
- Kivak, R. (2019). Key performance indicator (KPI). Salem Press Encyclopedia. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=121772872&site=eds-live>
- Londoño Vélez, L. A. (2008). Agricultura campesina y desarrollo rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 6(1), 78–86. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=32870383&lang=es&site=eds-live>
- Gruop, O. (2020). TOGAF. Retrieved from <https://www.opengroup.org/togaf>
- Rodríguez, E. (2016). La crisis del sector agropecuario Colombiano: ¿Cuál es la responsabilidad de las políticas públicas? Tendencias, 16(1), 159. <https://doi.org/10.22267/rtend.151601.38>
- Oracle. (2019). Database Data Warehousing Guide. Retrieved from Oracle website: https://docs.oracle.com/cd/B19306_01/server.102/b14223/etover.htm
- DANE, & DIRPEN. (2009). Línea Base de Indicadores 4 Estrategia para el Fortalecimiento Estadístico Territorial Herramientas estadísticas para una gestión territorial más efectiva. Retrieved from http://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/Linea_base_indicadores.pdf Del, B., & Desarrollo, P. N. D. E. (2018). Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022.
- Orozco, Ó. A., & Ramírez, G. L. (2015). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar , una revisión Information systems focused on precision agricultural technologies applicable to sugar cane , a review. 15(28), 83–102. Retrieved from <https://www.doi.org/10.22395/rium.v15n28a6>
- Planeación, D. N. de, & De, A. (2016). Conpes 2016 Política Nacional de Desarrollo Productivo. Bogota.
- Banco mundial. (2018). Agricultura, valor agregado (% del PIB) - Colombia. Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=CO&view=chart>
- Estad, F. (2017). Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores. DANE
- Giraldo, A(2019, May 6). Interview with Juan Burgos – personal interview.