



de información geográfica para el fortalecimiento de las agremiaciones de los sectores productivos por medio de la Transformación Digital

*Alba Zoraida Vargas Hurtado
Laura Cristina Becerra González
Deisy Carolina Garavito Meneses
Jhan Carlos Holguin Mosquera
Esneyder Alonso Ortiz Vargas
Xenia Viviana Rodríguez Vega*

Resumen

Este artículo presenta un sistema de información geográfico desarrollado con tecnologías web y móviles para la gestión y comercialización de productos agrícolas en la provincia de Vélez. El desarrollo de la aplicación permite el fortalecimiento de los actores de las cadenas productivas del sector alimentario y la agroindustria. Los usuarios, empresas, productores y asociaciones registran mediante un dispositivo móvil o página web la producción y

la georreferenciación de las unidades productivas para ser contactado por un usuario demandante. El software calcula las rutas, indicadores del mercado y reporta los meses en que los cultivos se encuentran en estado de producción.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de información geográficos, plataforma digital, comercio agrícola.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Centro de Gestión Agroempresarial del Oriente- Regional Santander, Transversal 8 No. 8A - 50, Vélez Santander



This article presents a geographic information system developed with web and mobile technologies for the management and commercialization of agricultural products in the province of Vélez, Santander. The development of the application allows the strengthening food industry and agribusiness productive chain actors. Companies, producers, and associations register production and business georeferencing using a mobile device or web page to be contacted by customers, buyers or requesting users. The software calculates routes, market indicators, and reports the harvest months.

Keywords: Geographic information systems, digital platform, agricultural trade.



Uno de los objetivos de desarrollo sostenible es la agricultura sostenible. “Para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica” (FAO, 2015). Sin embargo, los intermediarios entre los productores y el consumidor final disminuyen los ingresos de los agricultores y hace poco rentable esta labor. (Phillips et al., 2019)

Es así como surge la oportunidad de implementar las Tecnologías de la Información (TIC) como plataformas digitales para la comercialización electrónica de productos agrícolas, impulsado el desarrollo económico de las regiones y del país, a través de la búsqueda de mercados más seguros y rentables y de canales de comercialización virtuales que establezcan una conexión directa y eficiente entre productores y empresas, dejando de lado la intermediación en el mercado. (Ministerio de agricultura, 2019.)

SENA-MAPS, es un Sistema de Información Geográfico- SIG gratuito que tiene como propósito caracterizar unidades productivas de la provincia de Vélez, Santander, Colombia, para el fortalecimiento de las agremiaciones por medio de la transformación digital y tecnologías de industria 4.0 que contribuyan a mejorar las prácticas agropecuarias (da Silveira et al., 2021), convirtiéndose en un aliado para los productores a la hora de cultivar, comprar y vender sus productos, logrando visibilidad frente al mundo y estableciéndose como un medio de comunicación entre productores, proveedores, comercializadores y empresarios.



1. INTRODUCCIÓN

2. Antecedentes

El desarrollo de nuevas tecnologías y el fenómeno de la globalización han propiciado a que el ser humano cambie su estilo de vida y adapte las formas de trabajar en pro de la eficiencia de la industria, como se ve reflejado desde la primera revolución industrial, hasta la era de la transformación digital o industria 4.0, que según Carvajal Rojas (2017), revela como la adopción de las TIC's de todas las funciones en la fábrica digital, transitan de la integración holística del hardware a la integración holística de las comunicaciones, permitiendo la interconectividad en tiempo real que junto con los sistemas de información geográfica (SIG) vinculan zonas productoras desatendidas con la demanda de las grandes urbes.

El ministerio de agricultura y desarrollo rural con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para el año 2005 desarrollaron herramientas tecnológicas para el fortalecimiento del sector productivo del país, a través de la gestión de la información, creando la red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano AGRONET. (FAO, 2011). En el año 2011 fue desarrollado el servicio de mensajería gratuita CELUAGRONET y entregó a los usuarios registrados información relevante del sector. Para el año 2013, AGRONET se desarrolla como aplicación móvil gestionando la información, con el propósito de difundir y generar contenido (Agronet, 2018).





I. Rumeca: es una aplicación móvil que permite registrarse como productor, tienda, restaurante, o juntas de acción comunal. Su principal función es generar rutas de mercados entre productores, tiendas y restaurantes a nivel nacional evitando la intermediación, puede ubicar los actores dentro de un mapa a través de Google maps, crear filtros de búsqueda y alertas a los usuarios, considera un área no gratuita de reportes semanales o mensuales para departamentos y municipios.

II. Agromovil: se trata de una aplicación móvil que permite a los compradores y productores ser visibles a través de publicaciones que los usuarios registran dentro del aplicativo. Podrá verse la disponibilidad de los productos ofertados para que compradores contacten directamente al productor y eviten la intermediación en el mercado. Las búsquedas se centran en las disponibilidades del producto y no en lugares.

III. Agromarket: Es un servicio en la plataforma web que se enfoca en las cadenas de suministro del agro a través de las ofertas y demandas en los sectores de insumos,

productos, maquinaria, servicios profesionales, financiamiento, procesamiento de alimentos y tecnología agrícola. Las búsquedas se centran en las disponibilidades del producto y no en lugares; tiene limitantes en el registro de número de productos en la plataforma.

IV. Comproagro: es un servicio en la plataforma web que ofrece la comercialización directa entre productores y compradores, permite realizar búsqueda por lugares y productos, la aplicación tiene un módulo asociado al Marketplace para Bogotá y sus alrededores.

V. Agrodatai: es una herramienta de planificación y gestión agropecuaria disponible en la plataforma web y descargable como aplicación móvil, permite el registro de sectores productivos, financieros, entidades públicas y proveedores. Según el perfil registrado genera un reporte, para el caso de un agricultor, pronóstico del clima, estacionalidad histórica de precios, ubicación de ventas, y precios promedio del producto con base en las centrales de abasto más cercano a la ubicación registrada.

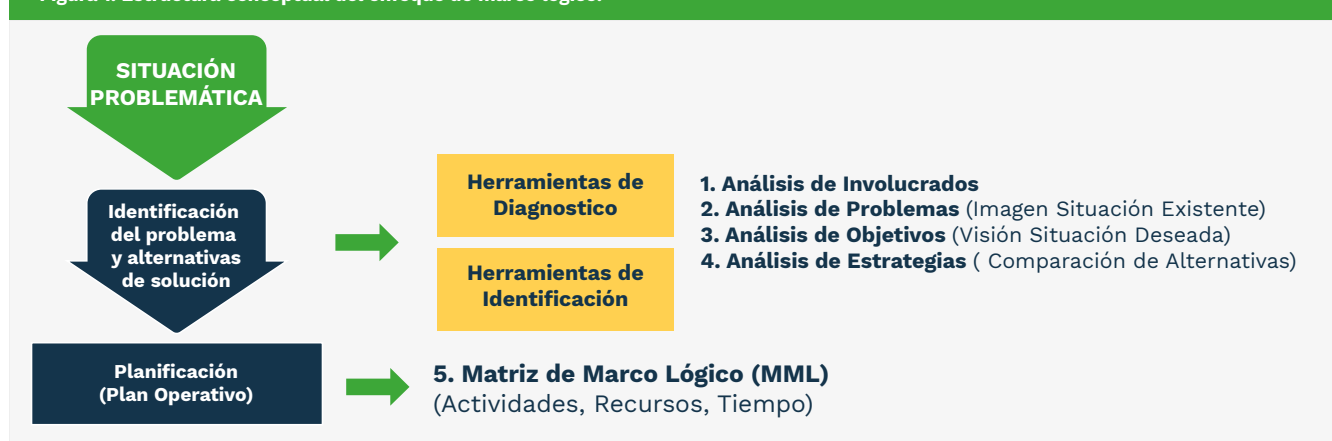
3. Materiales y Métodos



La metodología utilizada tomó como base el método de Marco Lógico. El Marco Lógico fué concebido en el año 1969 por la firma consultora Practical Concepts Inc Leon Rosenberg y Lawrence Posner; sirve para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos, partiendo de la identificación de la situación existente -problema, necesidad u oportunidad-. Utiliza herramientas de diagnóstico que posibilitan la identificación de actores involucrados, causas potenciales de la situación actual, así como herramientas de identificación que promueven la creación de estrategias y alternativas que ofrecen soluciones a las necesidades y conllevan a la creación de objetivos y posibles resultados del proyecto. Ver figura 1 y 2.

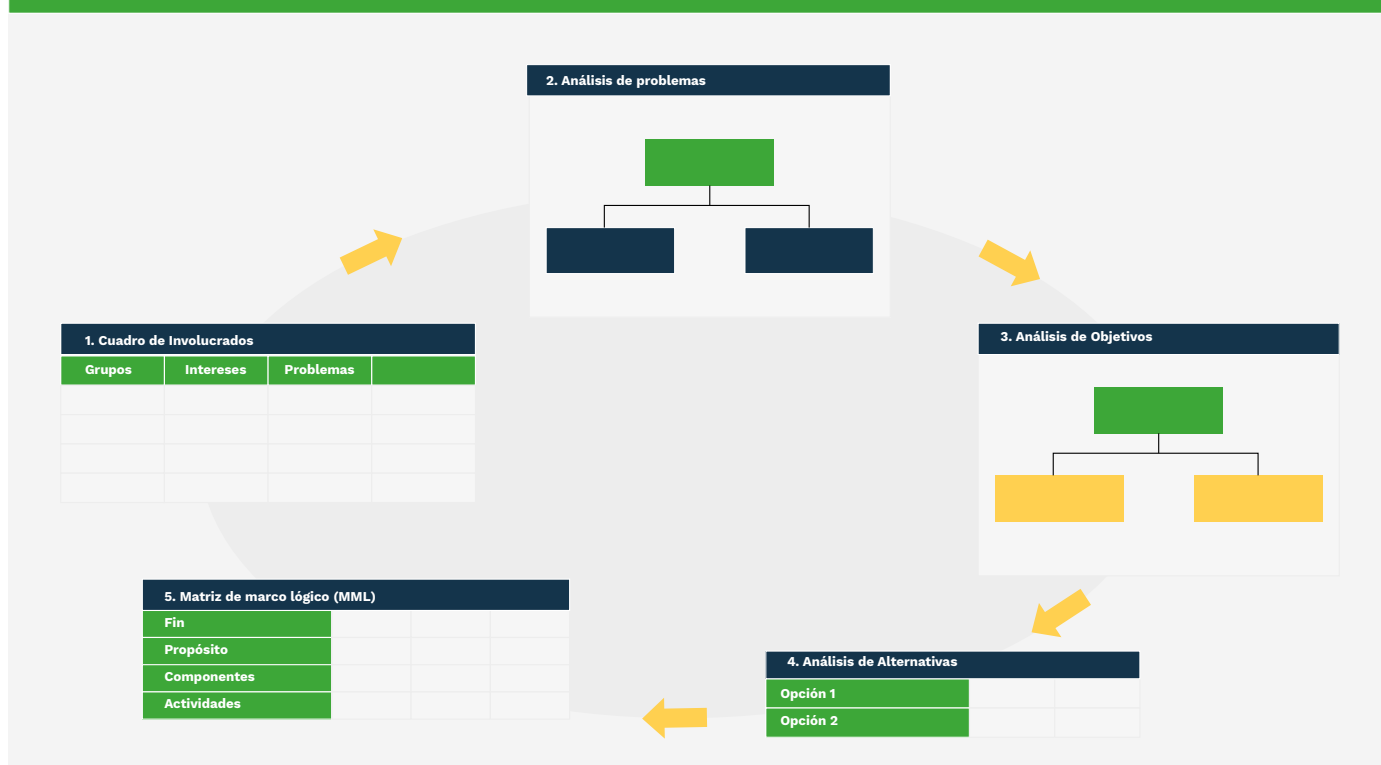
Dentro del método se pueden identificar seis etapas: 1. Identificación de involucrados, 2. Análisis de problemas, 3. Análisis de objetivos, 4. Análisis de alternativas, 5. Elaboración de matriz de marco lógico, 6. Seguimiento y evaluación de marco lógico (Hernández Mendoza, 2011).

Figura 1. Estructura conceptual del enfoque de marco lógico.



Fuente: Hernández Mendoza, A. (2011). Identificación de proyectos. Ibagué. Pag 7.

Figura 2. Diagrama para la construcción de la metodología de marco lógico.



Fuente: Hernández Mendoza, A. (2011). Identificación de proyectos. Ibagué. Pag 6.

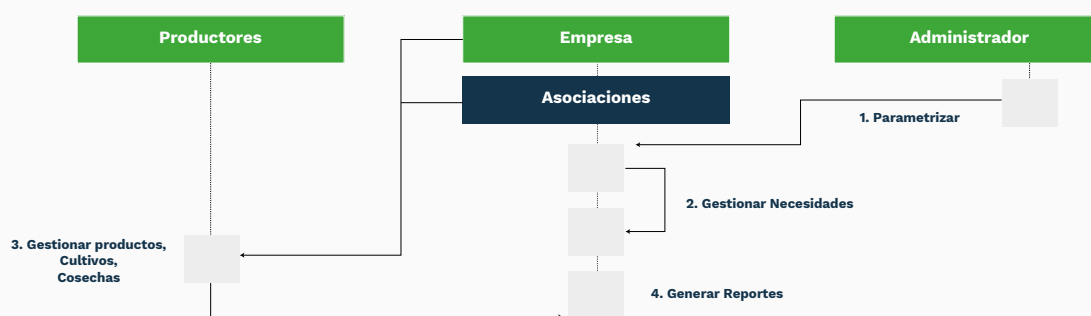
4. Resultados y discusión

Para alcanzar el objetivo se diseñó el software SENA-MAPS que integró a 600 productores, 84 empresas y 28 asociaciones de la provincia de Vélez, logró almacenar los datos de producción, número de plantas, georreferenciación, características fenotípicas de los cultivos entre otros. La Información recolectada a partir de encuestas, facilitó la creación de capas geoespaciales y una serie de reportes gráficos; el sistema, mediante el uso de la librería highcharts, la cual permite interpolar datos y utilizar formulas espaciales para determinar el comportamiento de la información con modelos de regresión, hallando de ese modo la distribución de la producción, estadísticas de precios y tendencias del mercado, permitiendo que los cultivadores, asociaciones y empresas, cuenten con una herramienta robusta a la hora de cultivar, producir y vender.

4.1. Roles de usuarios

El sistema permite clasificar los usuarios por perfil de productor, empresa y asociación, cada uno lleva a cabo una función dentro del sistema como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Representación de las acciones para cada uno de los roles o perfiles de usuario



Fuente: PROPIA

Administrador: Permite gestionar los usuarios vinculados en el sistema, administrar los cultivos, solicitudes y mensajería interna, puede acceder a mapas y reportes del sistema.

Empresa: Permite gestionar demandas y ofertas de productos en un momento dado, tiene la opción de publicar y mostrar sus productos, puede acceder mapas y reportes del sistema.

Asociación: Permite agrupar a sus asociados y gestionar demandas y ofertas de productos, genera un consolidado de cultivos y producción por la cantidad total de usuarios. Puede acceder a mapas y reportes del sistema.

Productores: Se encarga de administrar cultivos y cosechas, reporta la producción mensual y los precios de los productos registrados en un momento en específico. Satisface las necesidades de producción de empresas y asociaciones. Puede generar reportes estadísticos y consultar mapas.

Clientes o personas: Es un usuario que tiene acceso al sistema para visualizar información de la demanda y oferta de productos registrados en el sistema. Puede generar reportes y acceder a la herramienta de mapas.

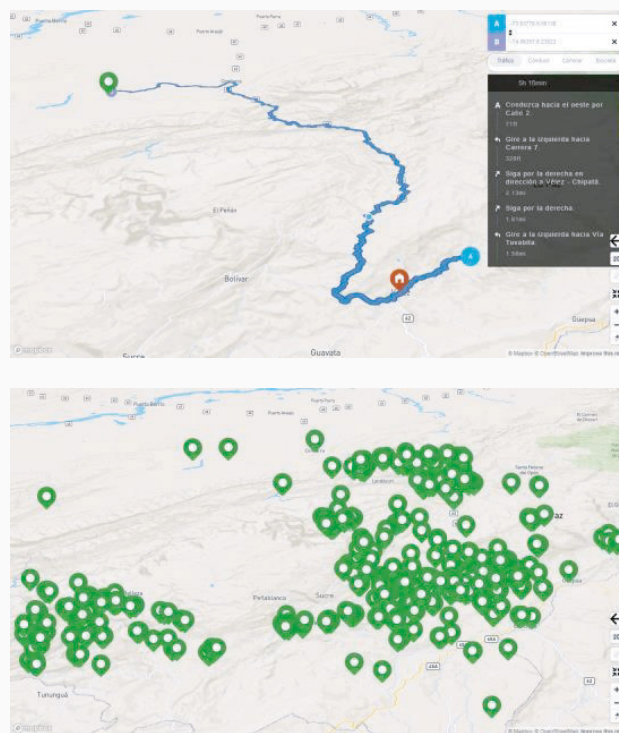
4.2. Modelo para la estimación de reportes.

EL modelo de cálculo para la estimación de la cosecha estimada, precio promedio, número de cultivos y área de siembra. Está basado en las tablas dinámicas de la base de datos del sistema con la lista de productos, precios, áreas, cultivos en producción, fechas, entre otros datos recolectados. Una vez el usuario genera una consulta, el sistema realiza filtros y mediante cálculos aritméticos entre tablas son devueltos como resultado.

4.3. Tipo de consulta espacial

Se realizaron consultas geoespaciales por medio del api de mapbox, el sistema ubicó a través de coordenadas geográficas WGS84 los cultivos, empresas y asociaciones sobre el mapa satelital. El mapa permite crear búsquedas a la base de datos teniendo en cuenta los parámetros seleccionados por el usuario (municipios, tipo de cultivo, empresas o asociaciones). Sobre el mapa, el sistema calculó rutas vehiculares de un punto A (partida) hasta un punto B (llegada) como se observa en la figura 4, esto permite conocer las distancias y los recorridos para llegar hasta un productor, asociación o empresa:

Figura 4. Mapa satelital de mapbox, ubicación de usuarios y cálculo de rutas vehiculares.



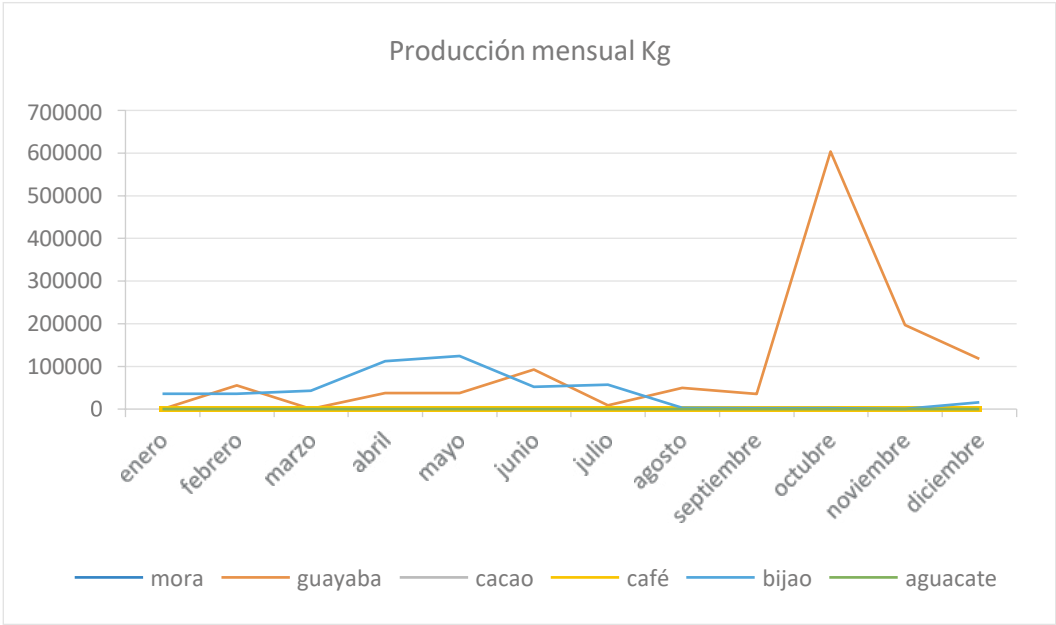
Fuente: mapbox

4.4.Reportes del sistema

El sistema integró la información reportada por los productores, empresas y asociaciones, consolidó los cultivos con mayor área de siembra, generó indicadores de precio y producción de un sector de la provincia de Vélez, asimismo por municipios. Las empresas y asociaciones.

pueden identificar el nivel de satisfacción de sus necesidades productivas, en la gráfica 5 se observa la variación de la producción de los cultivos de mora, guayaba, cacao, bijao y aguacate durante los meses del año 2021.

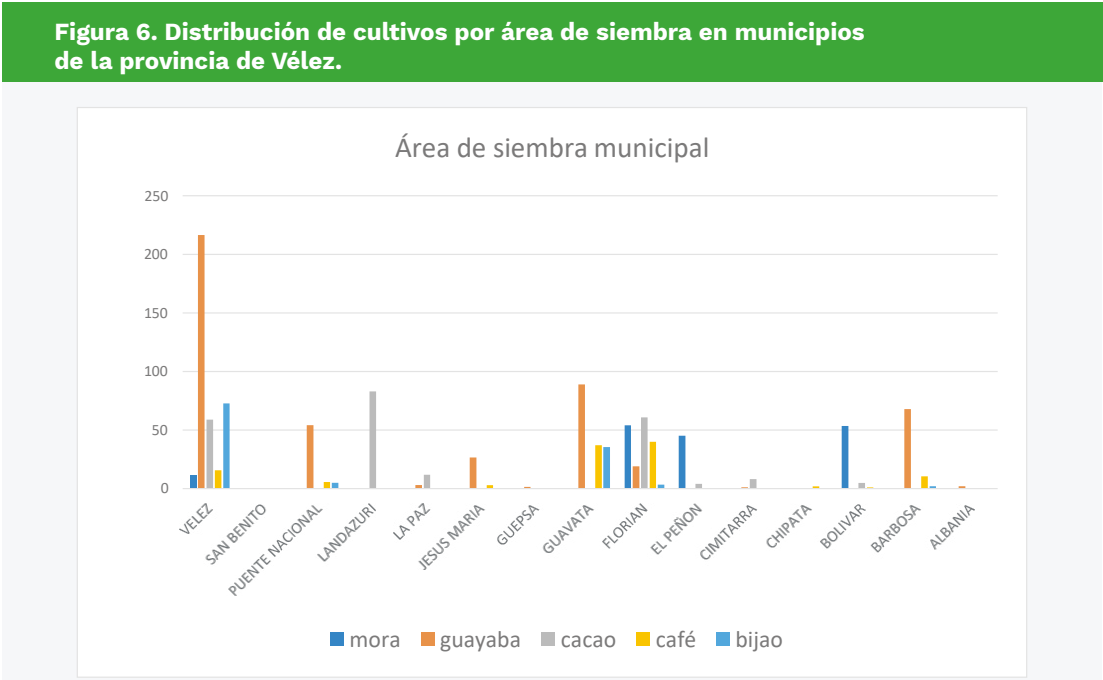
Figura 5. Producción mensual de los cultivos más representativos de la provincia de Vélez.



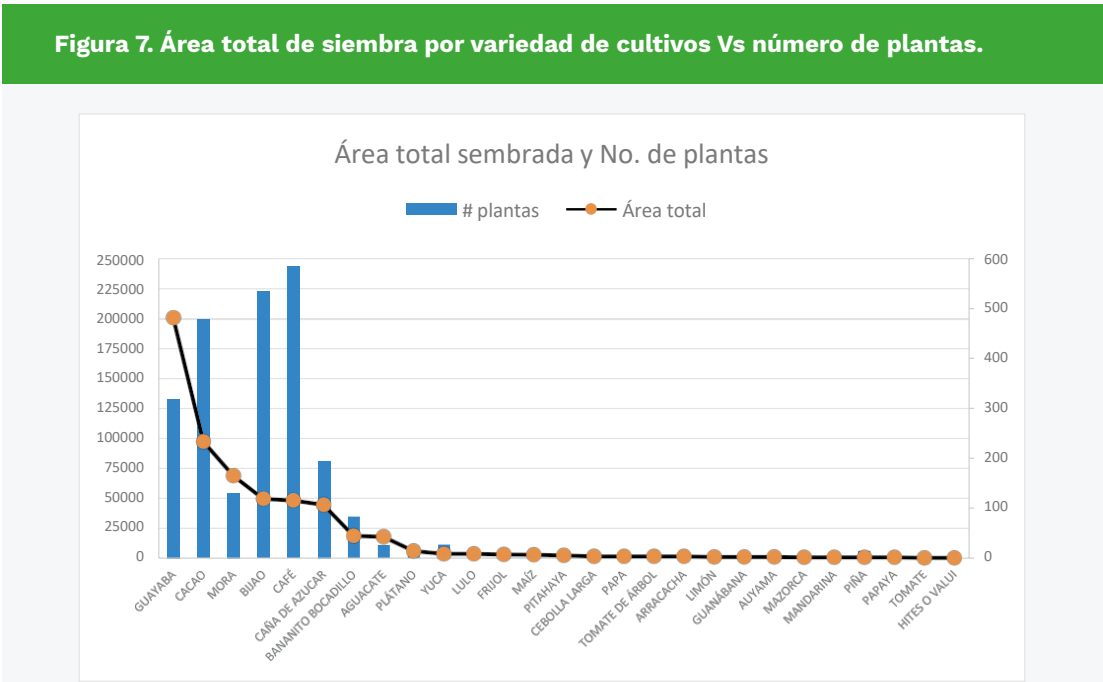
Se conocieron los precios promedios de los productos más destacados del sector estudiado a nivel de provincia, los usuarios permitieron obtener valores indicativos de los productos ofertados. Para calcular los precios promedios de los productos el sistema seleccione de la base de datos los productos por cada unidad de presentación y tuvo en cuenta los valores mayores a cero, una vez creadas las tablas por unidad de presentación, el sistema realizó un conteo de los registros y por medio de una función promedio devuelve el valor como se observa en la tabla I.

Tabla I. Precios promedio de productos agrícolas provincia de Vélez			
#	PRODUCTO	PRECIO PROMEDIO	ZONA
1	CACAO , bultos	\$172,500.00	Provincia de VÉLEZ
2	CACAO , cargas	\$800,000.00	Provincia de VÉLEZ
3	CACAO , kilos	\$6,369.00	Provincia de VÉLEZ
4	CAFÉ , arrobas	\$50,167.00	Provincia de VÉLEZ
5	CAFÉ , bultos	\$17,800.00	Provincia de VÉLEZ
6	CAFÉ , cargas	\$983,271.00	Provincia de VÉLEZ
7	CAFÉ , kilos	\$6,613.00	Provincia de VÉLEZ
8	GUAYABA , canastillas	\$14,956.00	Provincia de VÉLEZ
9	MORA canastillas	\$17,167.00	Provincia de VÉLEZ
10	MORA , canecas	\$13,600.00	Provincia de VÉLEZ
11	MORA , kilos	\$1,502.00	Provincia de VÉLEZ
12	MORA , libras	\$1,175.00	Provincia de VÉLEZ

Los usuarios del sistema mediante la herramienta de reportes pueden consultar la cantidad total de cultivos reportados en un municipio o a nivel de provincia, las áreas de siembra por municipios e identificar cuáles cultivos se encuentran en estado de producción, como se observa en las figuras 6 y 7. El sistema empleó la librería de charts para la generación de este tipo de gráficas, obteniendo los datos de las tablas dinámicas de la base de datos.



Los cultivos de mayor área de siembra en la provincia de Vélez para el grupo de estudio lo encabezan la guayaba regional con un área total de 480 Ha, seguido del cultivo de cacao con 250 Ha y en tercer registro lo obtuvo la mora con 180 Ha.

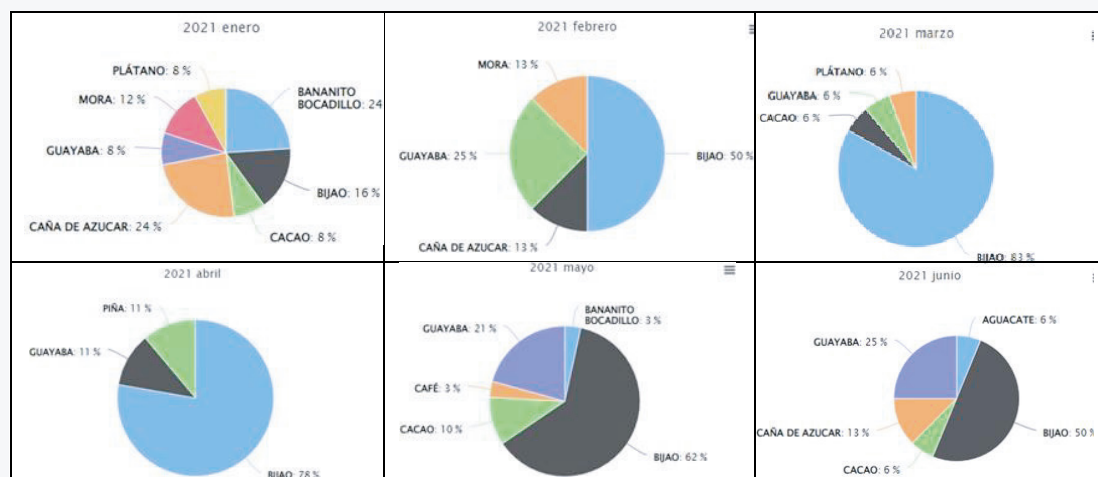


El ciclo de producción se implementó en el sistema de información con base en el registro de producción que realizó cada agricultor, es decir, cuando un usuario en rol de productor ingresa un nuevo cultivo, el sistema solicita la relación del tiempo en meses y los estados fenológicos del cultivo. Los estados en fase de producción permiten registrar la cosecha estimada en un momento en específico.

4.5. Cultivos en fase de producción

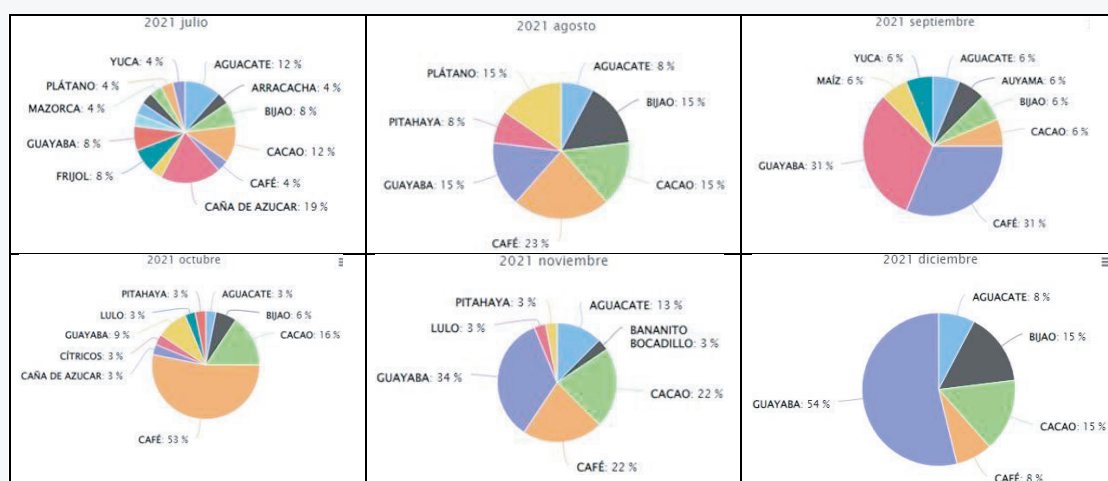
Para el primer semestre de 2021 ver figura 8, los cultivos de guayaba y bijao mantiene una producción mes a mes, las plantaciones de bijao representan entre el 16% y 83% del total de cultivos en estado de producción, para la guayaba el porcentaje se mantiene entre el 6% y el 25%.

Figura 8. Cultivos en estado de producción primer semestre de 2021



Durante el segundo semestre de 2021 ver figura 9, los cultivos que mayor representaron estado de producción fueron la guayaba (54%), bijao (15%), cacao (22%) y aguacate (13%); los meses de mayores cultivos en producción son diciembre para la guayaba, marzo para el bijao, noviembre para el cacao y noviembre para el aguacate.

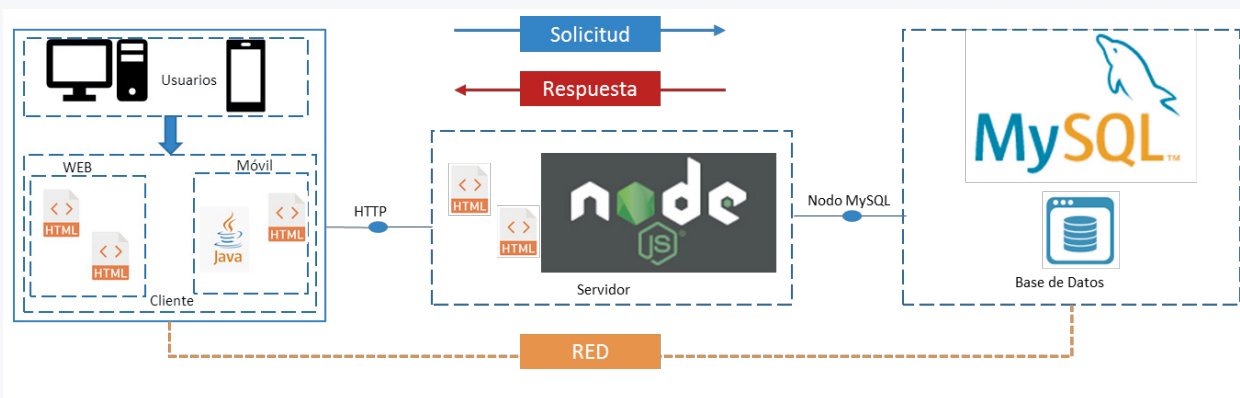
Figura 9. Cultivos en estado de producción primer semestre de 2021



4.6. Arquitectura del Sistema de Información

En la figura 10, se observa la arquitectura que utiliza el sistema de información geográfica, en ella se observa una serie de servicios proporcionados por uno o varios servidores dirigidos a un grupo de clientes que consume los servicios disponibles en la base de datos. La presente configuración disminuye problemas de escalabilidad y rendimientos, optimizando la transferencia de datos entre los usuarios y la base de datos.

Figura 10. Arquitectura de SENA-MAPS



4.7. Seguridad del sistema

Es de vital importancia que la información reportada por todos los usuarios del sistema de información geográfica SENA-MAPS, se encuentre protegida ante cualquier proceso de ataque y vulnerabilidades para ello el sistema cuenta con:

- Cifrado de conexiones por medio de SSH. Solamente una persona con las llaves de acceso puede entrar y alterar cosas dentro del servidor.
- Baneo de sistemas automatizados. Si algún sistema automatizado o persona real intenta conectarse para realizar cambios y no logra descifrar en 3 intentos el inicio de sesión, automáticamente el servidor bloquea la IP que realiza dichas conexiones.
- No se permite el acceso a otros usuarios no autorizados. Contiene un bloque de llaves SSH autorizadas.

Base de datos:

La información está respaldada por las configuraciones de seguridad del proveedor de hosting, ya que la base de datos se encuentra en otro servidor asegurada.

Cuando se desarrolló el sistema, se utilizó ORM Nativo de Django para evitar inyecciones SQL.

Además, el sistema cuenta con filtro de escape de caracteres para evitar ataques de Cross Site Scripting.



4.7.1. Posibles vulnerabilidades

- No contamos con un certificado de Seguridad SSL
- No contamos con respuesta inmediata a un ataque masivo de denegación de servicio Dos.

4.8. Implementación del sistema

El sistema fue implementado por las cadenas productivas de la provincia de Vélez, allí se realizaron capacitaciones para el manejo de la herramienta, se logró consolidar información de producción, oferta y demanda de 600 agricultores, 84 empresas y 28 asociaciones, lo cual permitió recopilar, almacenar y obtener información que será empleada a la hora cultivar, y vender pues con esta herramienta todos los actores de la agroindustria podrán llevar registros de su producción y vender sus productos en el mercado directo a precios razonables.



5. Conclusiones

El sistema de información geográfica permitió caracterizar unidades productivas y fortalecer las agremiaciones por medio de la transformación digital y tecnologías de industria 4.0.

SENA-MAPS es una herramienta tecnológica que busca integrar los actores de las cadenas productivas de la provincia de Vélez, localizando por medio de mapas satelitales incluyendo información de producción, precios de venta y los meses de producción. Las asociaciones con la implementación del software conocen el estado y la producción de los usuarios asociados, los agricultores pueden consultar los meses más favorables para vender sus cosechas y conocen la variación de producción mensual de un cultivo y un lugar. Las empresas

optimizan la compra de insumos dependiendo de la oferta disponible.

El sistema se trabajó con el control de versiones y subversiones lo que permitió una mejor organización del proyecto, proporcionando el trabajo del grupo desarrollador en tiempos y espacios diferentes, se pudo evidenciar que la realización de pruebas del sistema generó especificaciones detalladas para el desarrollo y se concreta el funcionamiento de la aplicación.

Durante el proceso de desarrollo el sistema se proyecta como una plataforma para realizar procesos de marketing digital, con el fin de que los usuarios puedan comprar y vender sus productos agrícolas de manera on-line.

Referencias

[1] Agricultura sostenible | www.fao.org. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

[2] Agronet Acerca de Agronet. (2018, 26 diciembre). Agronet Ministerio de agricultura. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://www.agronet.gov.co/agronet/Paginas/default.aspx>

[3] Carvajal Rojas, J. H. (2017, 19 julio). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. <http://www.lacpei.org>. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/4ri-4-0-impacto-educacion-superior-ingenieria.pdf>

[4] da Silveira, F., Lermen, F. H., & Amaral, F. G. (2021). An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, 106405. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106405>

[5] Fielke, S. J., Garrard, R., Jakku, E., Fleming, A., Wiseman, L., & Taylor, B. M. (2019). Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100296. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>

[6] Pérez García, C. A. (2019). Sistema de información geográfica para la aplicación de técnicas avanzadas de cultivo en la caña de azúcar. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/11148>

[7] Phillips, P. W., Relf-Eckstein, J. A., Jobe, G., & Wixted, B. (2019). Configuring the new digital landscape in western Canadian agriculture. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.001>

[8] Los Sistemas de Información del Sector Agropecuario de Colombia | Agronoticias | FAO www.fao.org. (2011, 26 abril). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/506759/>

[9] <https://www.freepik.com>



Geographic information system to strengthen the unions of the productive sectors through Digital Transformation

One of the Sustainable Development Goals is sustainable agriculture. “To be sustainable, agriculture must meet the needs of present and future generations for its products and services, while ensuring profitability, environmental health, and social and economic equity” (FAO, 2015).

However, intermediaries between producers and the final consumer decrease farmers’ incomes and makes this work unprofitable. (Phillips et al., 2019)

This is how the opportunity arises to implement Information Technologies (ICT) as digital platforms for the electronic marketing of agricultural products, promoting the economic development of the regions and the country, through the search for more secure and profitable markets and virtual marketing channels that establish a direct and efficient connection between producers and companies, leaving aside the intermediation in the market. Ministry of Agricultura, 2019.

SENA-MAPS, is a free Geographic Information System (GIS) whose purpose is to characterize productive units in the province of Vélez, Santander, Colombia, to strengthen associations through digital transformation and Industry 4.0 technologies that contribute to improving agricultural practices (da Silveira et al., 2021), becoming an ally for producers when growing, buying and selling their products, achieving visibility to the world and establishing itself as a means of communication between producers, suppliers, marketers and entrepreneurs.



2. Background Information

The development of new technologies and the phenomenon of globalization have led human beings to change their lifestyle and adapt the ways of working for the efficiency of the industry, as reflected from the first industrial revolution to the era of digital transformation or industry 4.0, which according to Carvajal Rojas (2017), reveals how the adoption of ICT's of all functions in the digital factory, transits from the holistic integration of hardware to the holistic integration of communications, allowing real-time interconnectivity that together with geographic information systems (GIS) link unattended production areas with the demand of large cities.

In 2005, the Ministry of Agriculture and Rural Development, with the support of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), developed technological tools to strengthen the country's productive sector through information management, creating the information and communication network for the Colombian agricultural sector, AGRONET. (FAO, 2011). In 2011, the free messaging service CELUAGRONET was developed and provided registered users with relevant information on the sector. By 2013, AGRONET was developed as a mobile application managing information, with the purpose of disseminating and generating content (Agronet, 2018).

At the national level, five examples of projects similar to SENA-MAP are presented:





I. Rumeca: is a mobile application that allows you to register as a producer, store, restaurant, or community action board. Its main function is to generate market routes between producers, stores and restaurants at national level avoiding intermediation, it can locate the actors within a map through Google maps, create search filters and alerts to users, it considers a non-free area of weekly or monthly reports for departments and municipalities.

II. Agromovil: is a mobile application that allows buyers and producers to be visible through publications that users register within the application. The availability of the products offered can be seen so that buyers can contact the producer directly and avoid intermediation in the market. Searches are focused on product availabilities and not on locations.

III. Agromarket: It is a web platform service that focuses on agricultural supply chains through offers and demands in the sectors of supplies, products, machinery, professional services, financing, food processing and agricultural technology. Searches are focused

on product availabilities and not on locations; there are limitations on the number of products registered on the platform.

IV. Comproagro: is a service on the web platform that offers direct marketing between producers and buyers, allows searching by locations and products, the application has a module associated with the Marketplace for Bogota and its surroundings.

V. Agrodatai: is an agricultural planning and management tool available on the web platform and downloadable as a mobile application, allowing the registration of productive and financial sectors, public entities and suppliers. Depending on the registered profile, it generates a report, in the case of a farmer, weather forecast, historical price seasonality, sales location, and average prices of the product based on the supply centers closest to the registered location.

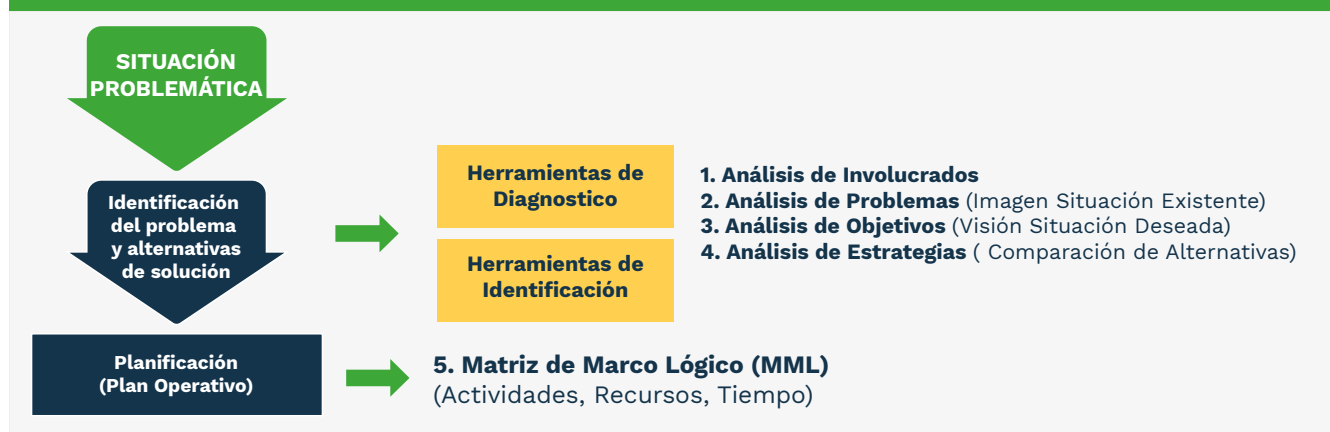
3. Materials and Methods



The methodology used was based on the Logical Framework method. The Logical Framework was conceived in 1969 by the consulting firm Practical Concepts Inc., Leon Rosenberg and Lawrence Posner; it is used to facilitate the process of conceptualization, design, execution, and evaluation of projects, starting from the identification of the existing situation -problem, need or opportunity-. It uses diagnostic tools that make it possible to identify the actors involved, potential causes of the current situation, as well as identification tools that promote the creation of strategies and alternatives that offer solutions to the needs and lead to the creation of objectives and possible results of the project. See figure 1 and 2.

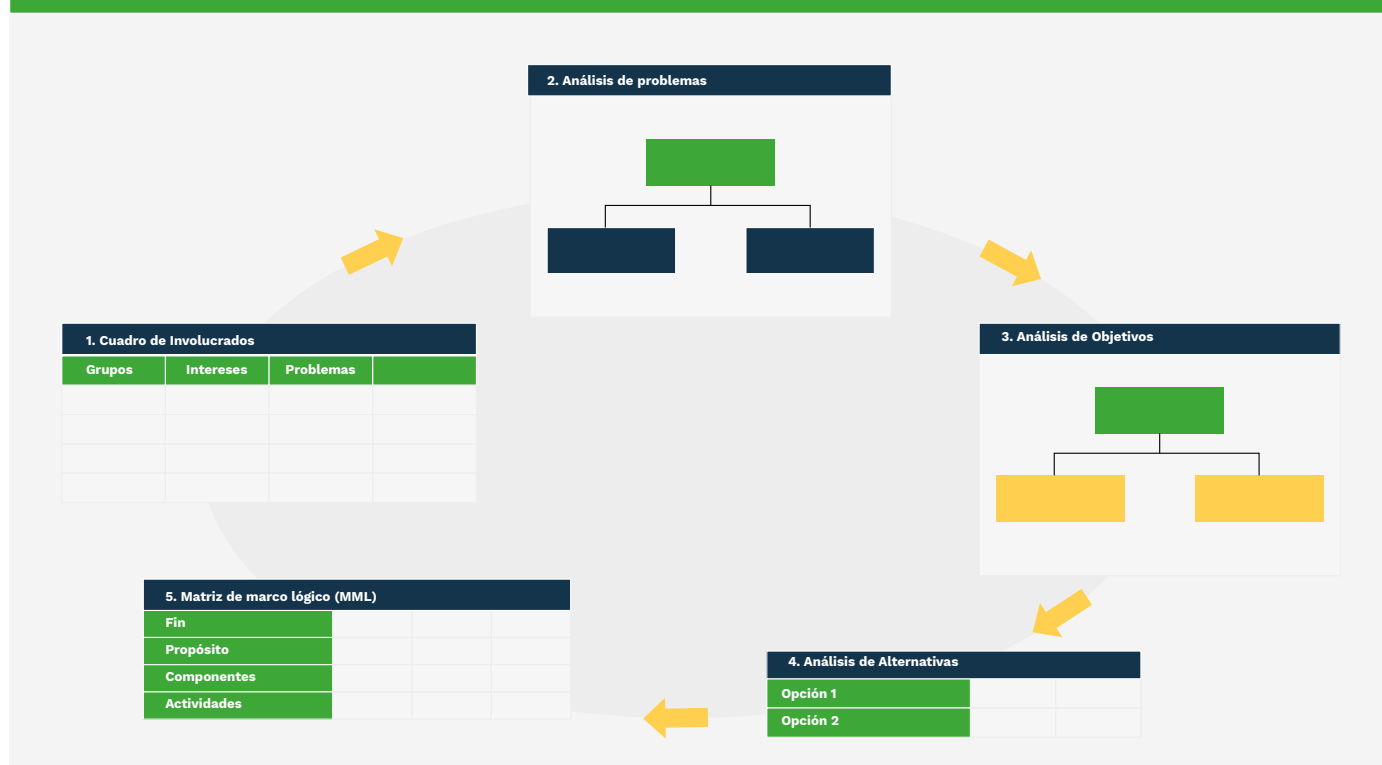
Six stages can be identified within the method: Identification of stakeholders, 2. Analysis of problems, 3. Analysis of objectives, 4. Analysis of alternatives, 5. Elaboration of the logical framework matrix, 6. Monitoring and evaluation of the logical framework (Hernández Mendoza, 2011).

Figure 1. Conceptual structure of the logical framework approach.



Source: Hernández Mendoza, A. (2011). Identificación de proyectos. Ibagué. Pag 7.

Figure 2. Diagram for the construction of the logical framework methodology.



Source: Hernández Mendoza, A. (2011). Identificación de proyectos. Ibagué. Pag 6.

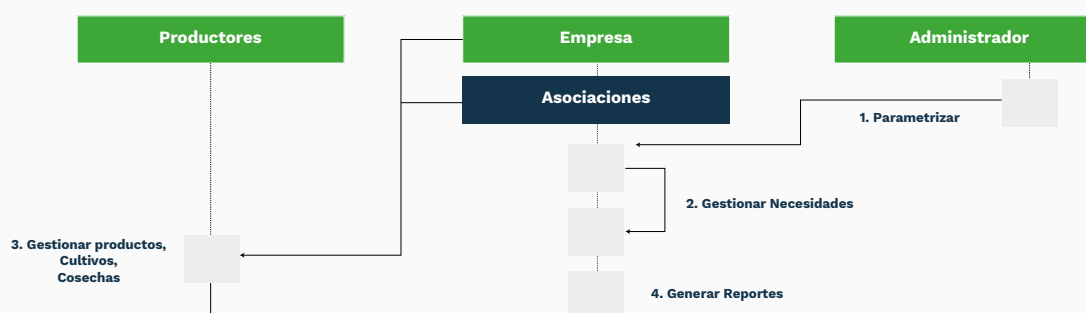
4. Results and discusión.

To achieve this objective, the SENA-MAPS software was designed and integrated 600 producers, 84 companies and 28 associations in the province of Vélez, and was able to store production data, number of plants, georeferencing, phenotypic characteristics of the crops, among others. The system, through the use of the Highcharts library, which allows interpolating data and using spatial formulas to determine the behavior of information with regression models, thus finding the distribution of production, price statistics, and market trends, enables growers, associations, and companies to have a robust tool when it comes to cultivating, producing, and selling.

4.1. User roles

The system allows users to be classified by producer, company, and association profile, each of which performs a function within the system as shown in Figure 3.

Figure 3. Representation of the actions for each of the roles or user profiles.



Source: Authors

Administrator: Allows to manage the users linked in the system, manage crops, requests and internal messaging, can access maps and system reports.

Company: Allows to manage demands and offers of products at a given time, has the option to publish and display their products, can access maps and system reports.

Association: Allows you to group your associates and manage demands and offers of products, generates a consolidated crop and production by the total number of users. It can access maps and system reports.

Producers: Manages crops and harvests, reports monthly production and prices of products registered at a specific time. It meets the production needs of companies and associations. It can generate statistical reports and consult maps.

Clients or individuals: This is a user who has access to the system to view information on the demand and supply of products registered in the system. It can generate reports and access the map tool.

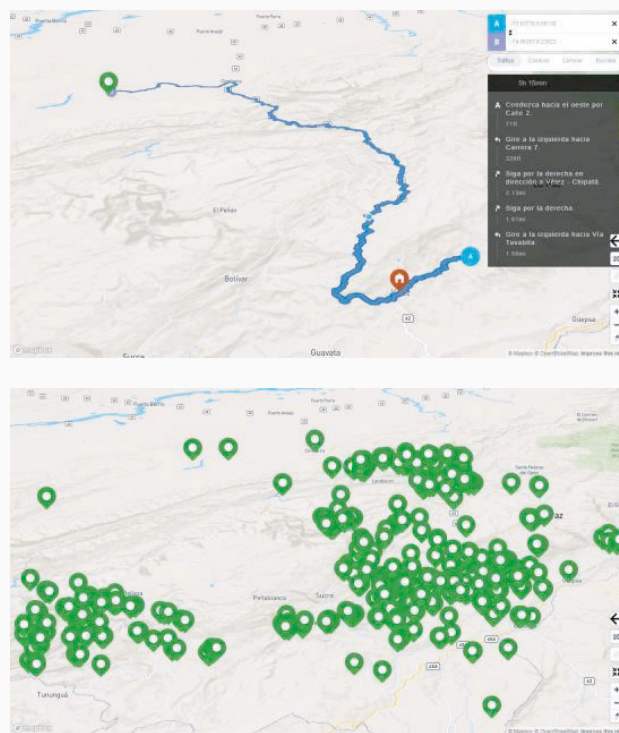
4.2. Model for report estimation

The calculation model for the estimation of the estimated harvest, average price, number of crops and sowing area. It is based on the dynamic tables of the system's database with the list of products, prices, areas, crops in production, dates, among other data collected. Once the user generates a query, the system performs filters and through arithmetic calculations between tables are returned as a result.

4.3. Type of spatial query

Geospatial queries were carried out using the mapbox api, the system located the crops, companies and associations on the satellite map using WGS84 geographic coordinates. The map allows creating searches to the database taking into account the parameters selected by the user (municipalities, type of crop, companies or associations). On the map, the system calculated vehicle routes from point A (departure) to point B (arrival) as shown in Figure 4, which allows knowing the distances and routes to reach a producer, association or company:

Figure 4. Mapbox satellite map, location of users and calculation of vehicle routes.



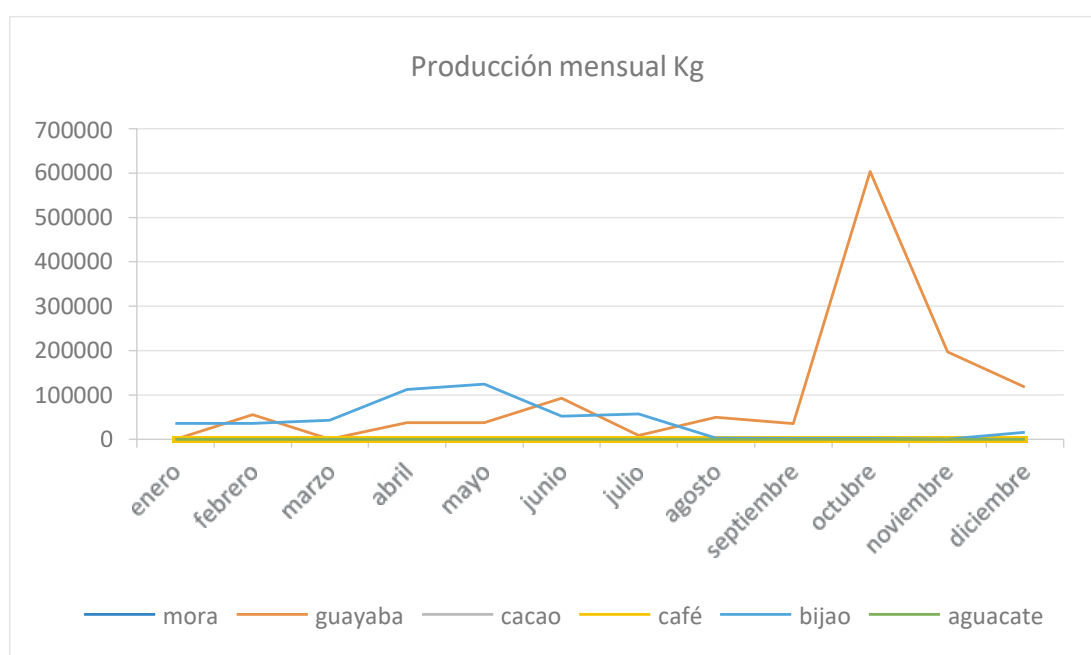
Fuente: mapbox

4.4. System reports

The system integrated the information reported by producers, companies and associations, consolidated the crops with the largest planting area, generated price and production indicators for a sector of the province of Vélez, as well as by municipality.

The companies and associations can identify the level of satisfaction of their production needs. Graph 5 shows the variation in the production of blackberry, guava, cocoa, bijao and avocado crops during the months of 2021.

Figure 5. Monthly production of the most representative crops in the province of Vélez.

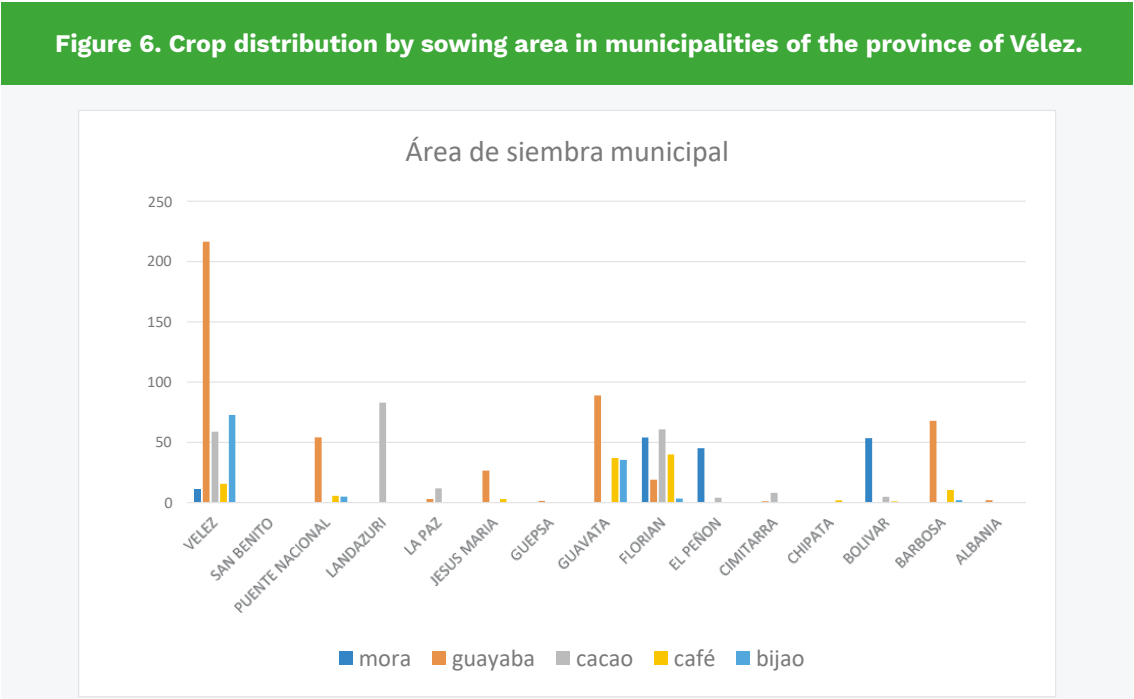


The average prices of the most important products of the sector studied at the provincial level were known, and the users were able to obtain indicative values of the products offered. To calculate the average prices of the products, the system selected from the database the products for each unit of presentation and took into account the values greater than zero. Once the tables by unit of presentation were created, the system counted the records and by means of an average function returned the value as shown in table I.

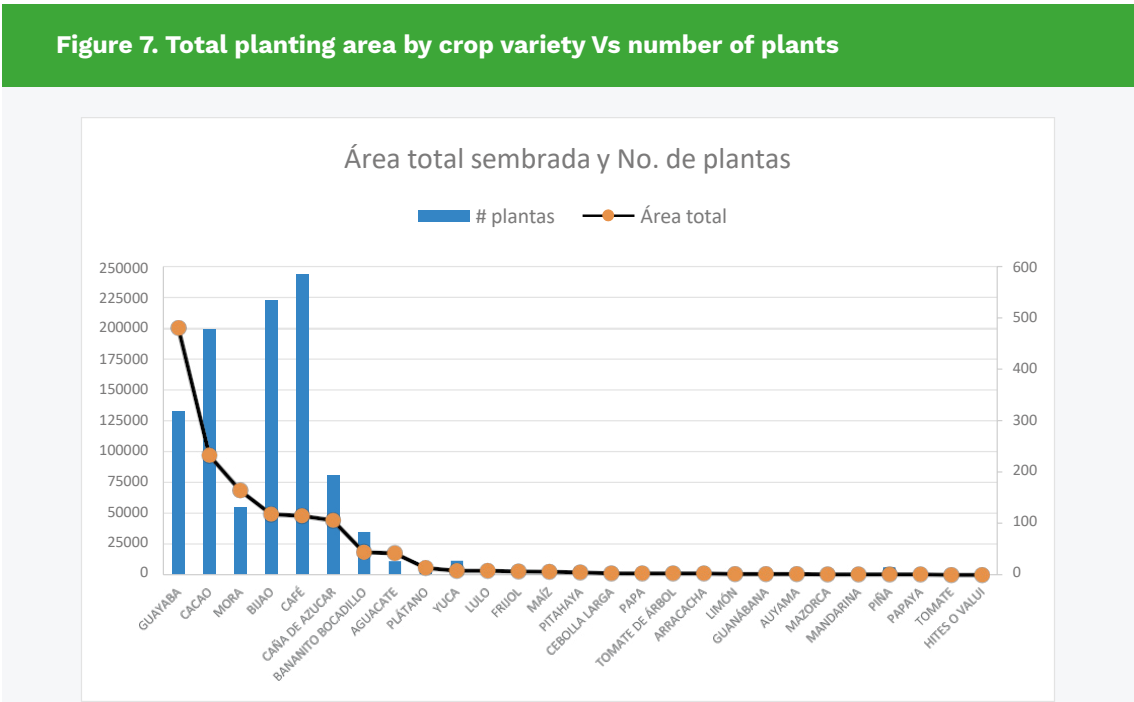
Table I. Average prices of agricultural products in the province of Vélez.

#	PRODUCTO	PRECIO PROMEDIO	ZONA
1	CACAO , bultos	\$172,500.00	Provincia de VÉLEZ
2	CACAO , cargas	\$800,000.00	Provincia de VÉLEZ
3	CACAO , kilos	\$6,369.00	Provincia de VÉLEZ
4	CAFÉ , arrobas	\$50,167.00	Provincia de VÉLEZ
5	CAFÉ , bultos	\$17,800.00	Provincia de VÉLEZ
6	CAFÉ , cargas	\$983,271.00	Provincia de VÉLEZ
7	CAFÉ , kilos	\$6,613.00	Provincia de VÉLEZ
8	GUAYABA , canastillas	\$14,956.00	Provincia de VÉLEZ
9	MORA canastillas	\$17,167.00	Provincia de VÉLEZ
10	MORA , canecas	\$13,600.00	Provincia de VÉLEZ
11	MORA , kilos	\$1,502.00	Provincia de VÉLEZ
12	MORA , libras	\$1,175.00	Provincia de VÉLEZ

Using the reporting tool, system users can consult the total number of crops reported in a municipality or at the provincial level, the areas planted by municipality and identify which crops are in production, as shown in Figures 6 and 7. The system used the charts library to generate this type of graphs, obtaining the data from the pivot tables of the database.



The crops with the largest planting area in the province of Vélez for the study group are headed by regional guava with a total area of 480 Ha, followed by cocoa cultivation with 250 Ha and in third place was blackberry with 180 Ha.

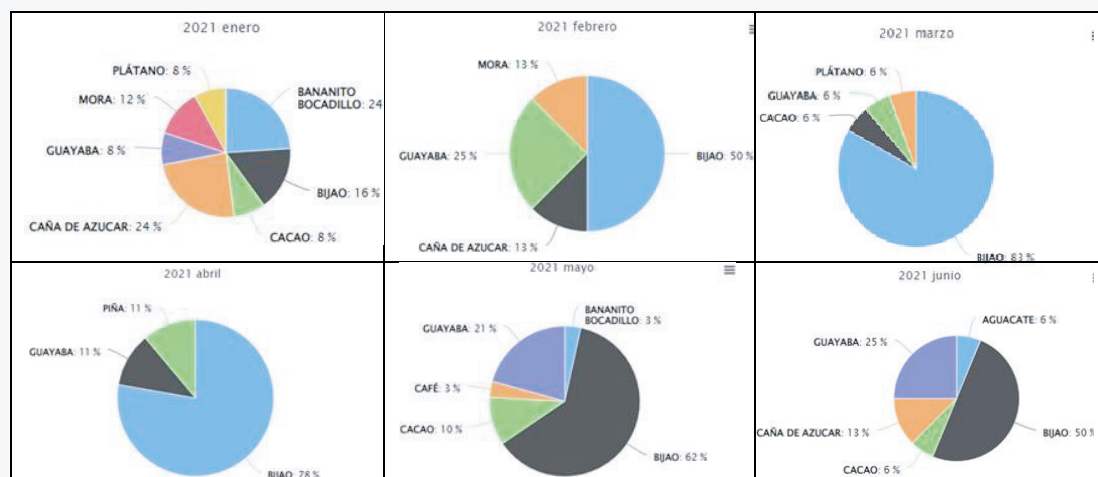


The production cycle was implemented in the information system based on the production record made by each farmer, i.e., when a user in the role of producer enters a new crop, the system requests the relationship of time in months and the phenological stages of the crop. The states in the production phase allow recording the estimated harvest at a specific moment in time.

4.5. Crops in production phase

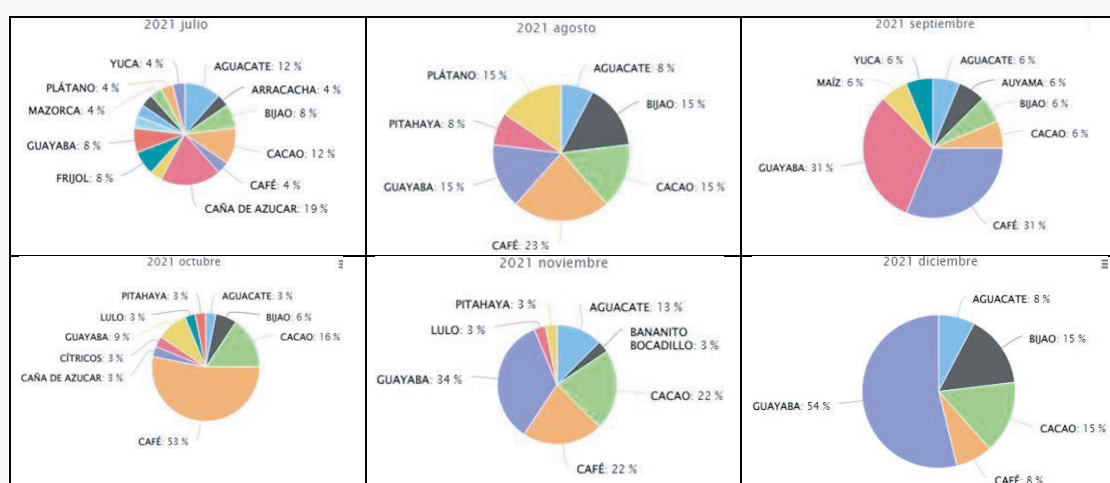
For the first half of 2021 see Figure 8, guava and bijao crops maintain a month-to-month production, bijao plantations represent between 16% and 83% of the total crops in production status, for guava the percentage remains between 6% and 25%.

Figure 8. Crops in production status first semester 2021



During the second half of 2021 (see Figure 9), the crops with the highest production status were guava (54%), bijao (15%), cocoa (22%) and avocado (13%); the months with the highest crop production were December for guava, March for bijao, November for cocoa and November for avocado.

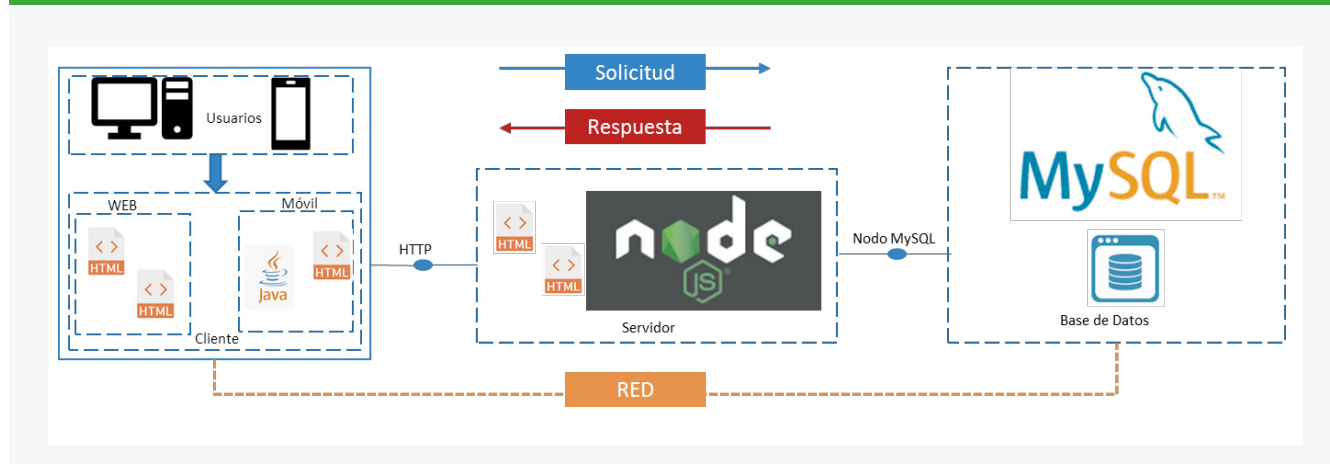
Figure 9. Crops in production status first half of 2021



4.6. Information System Architecture

Figure 10 shows the architecture used by the geographic information system. It shows a series of services provided by one or several servers directed to a group of clients that consume the services available in the database. This configuration reduces scalability and performance problems, optimizing data transfer between users and the database.

Figure 10. SENA-MAPS arquitectura



4.7. System security

It is of vital importance that the information reported by all users of the SENA-MAPS geographic information system is protected against any process of attack and vulnerabilities for which the system is equipped with:

- Encryption of connections via SSH. Only a person with the access keys can enter and alter things inside the server.
- Banning of automated systems. If any automated system or real person tries to connect to make changes and if it fails to decrypt the login in 3 attempts, the server automatically blocks the IP that makes such connections.
- Access to other unauthorized users is not allowed. It contains a block of authorized SSH keys.

Database:

The information is backed up by the hosting provider's security settings, as the database is located on another secured server.

When the system was developed, Django Native ORM was used to avoid SQL injections.

In addition, the system has a character escaping filter to prevent Cross Site Scripting attacks.



4.7.1. Potential Vulnerabilities

- We do not have an SSL Security certificate
- We do not have an immediate response to a massive DoS attack.

4.8. System implementation

The system was implemented by the production chains in the province of Vélez, where training was provided on how to use the tool and information on production, supply and demand was consolidated for 600 farmers, 84 companies and 28 associations, which made it possible to compile, store and obtain information that will be used when cultivating and selling, since with this tool all agribusiness players will be able to keep records of their production and sell their products on the direct market at reasonable prices.



5. Conclusions

The geographic information system made it possible to characterize productive units and strengthen associations through digital transformation and Industry 4.0 technologies.

SENA-MAPS is a technological tool that seeks to integrate the actors of the productive chains of the province of Vélez, locating by means of satellite maps including production information, sales prices and months of production. With the implementation of the software, associations know the status and production of associated users, farmers can consult the most favorable months for selling their crops and know the monthly production variation of a crop and a location. Companies

optimize the purchase of inputs depending on the available supply.

The system was worked with version control and subversions, which allowed a better organization of the project, providing the work of the development group in different times and spaces, it was evident that the testing of the system generated detailed specifications for the development and the operation of the application is specified.

During the development process, the system is projected as a platform for digital marketing processes, so that users can buy and sell their agricultural products on-line.

References

[1] Agricultura sostenible | www.fao.org. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

[2] Agronet Acerca de Agronet. (2018, 26 diciembre). Agronet Ministerio de agricultura. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://www.agronet.gov.co/agronet/Paginas/default.aspx>

[3] Carvajal Rojas, J. H. (2017, 19 julio). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. <http://www.laccei.org>. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/4ri-4-0-impacto-educacion-superior-ingenieria.pdf>

[4] da Silveira, F., Lermen, F. H., & Amaral, F. G. (2021). An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, 106405. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106405>

[5] Fielke, S. J., Garrard, R., Jakku, E., Fleming, A., Wiseman, L., & Taylor, B. M. (2019). Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100296. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>

[6] Pérez García, C. A. (2019). Sistema de información geográfica para la aplicación de técnicas avanzadas de cultivo en la caña de azúcar. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/11148>

[7] Phillips, P. W., Relf-Eckstein, J. A., Jobe, G., & Wixted, B. (2019). Configuring the new digital landscape in western Canadian agriculture. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.001>

[8] Los Sistemas de Información del Sector Agropecuario de Colombia | Agronoticias | FAO www.fao.org. (2011, 26 abril). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Recuperado 2 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/506759/>

[9] <https://www.freepik.com>

