

Prototipo de una aplicación informática mixta para el cultivo optimizado de viveros

Prototype of a mixed computer application for optimized nursery cultivation

Rivera - Jácome, Vicente Alexander^{1,2*}; Yadaicela - Toledo, Anthony Yair^{1,3}; Guillermo - Rodríguez, López^{1,4}

¹ Universidad Católica de Cuenca, Extensión La Troncal

² <https://orcid.org/0009-0004-4851-4331>

³ <https://orcid.org/0009-0004-5944-6020>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-0376-9902>

* vicente.rivera.69@est.ucacue.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v7i3.1408>

Resumen

En la actualidad la implementación de sistemas informáticos, dentro del área agrícola es una actividad de suma importancia. Sin embargo, en nuestro medio geográfico y socioeconómico, la implementación de tecnología no es tan común, como en otros sectores, aun se continúan las técnicas tradicionales, los agricultores no están aprovechando las oportunidades tecnológicas de vanguardia. Esto, debido a la gran desinformación que existe en el sector rural para optimizar las actividades que realizan. Por consiguiente, la finalidad de esta investigación fue modelar una metodología que conecte los requerimientos e indicadores de desempeño del agro con el sistema informático de alto rendimiento. La información se levantó mediante encuestas, observación y revisión de trabajos previos que orientaron este estudio. El trabajo se realizó en el sector agrícola del cantón La Troncal y otras zonas rurales de la provincia del Cañar. Luego de los resultados obtenidos de las principales necesidades de este sector agrícola desarrollamos una aplicación informática mixta como prototipo. Este prototipo inicial está formado de funciones transaccionales de software integrada con sensores y dispositivos electrónicos para el control integral de los cultivos de viveros que optimice su producción.

Palabras claves: Tecnología, sistema informático, agrícola, vivero, La Troncal Ecuador

Abstract

Currently, implementing computer systems in the agricultural sector is of utmost importance. However, technology adoption is less common in our geographical and socioeconomic context than in other sectors. Traditional techniques still prevail, and farmers are not capitalizing on cutting-edge technological opportunities. This is primarily due to the significant lack of information in the rural sector regarding optimizing their activities. Consequently, this research aimed to develop a methodology connecting agricultural requirements and performance indicators with a high-performance computer system. Data was collected through surveys, observation, and a review of previous studies that guided this research. The study was conducted in the La Troncal canton's agricultural sector and other Cañar province's rural areas. Based on the results that highlighted the critical needs of this agricultural sector, a mixed computer application as a prototype was developed. This initial prototype consists of transactional software functions integrated with sensors and electronic devices for comprehensive control of plant nursery cultivation to optimize its production.

Keywords: Technology, computer system, agricultural, nursery

1. Trabajos relacionados

La innovación de aplicaciones informáticas, que apoyen a la agricultura, es valiosa en la actualidad para estimular un crecimiento productivo. Más aún, en regiones donde su principal actividad son los cultivos, en su mayoría de plantas frutales. Por esta razón, es importante estudiar los requerimientos, para implementar tecnología informática avanzada, en la gestión de estos cultivos. Los trabajos previos revisados se observan que la tecnología, está siendo cada vez más utilizada en la agricultura y viveros, para mejorar la eficiencia y productividad. En los viveros, la tecnología también se está utilizando para mejorar la gestión de la información y la producción de plantas. Esto incluye el uso de software de gestión de inventario y sistemas de seguimiento de plantas. En el cantón Milagro se realizaron ya estudios de la implementación de la tecnología en el área de viveros ornamentales de tal sector como describen L. Mayorga & R. Martillo, en el cual describen su trabajo investigativo, donde hay nuevas y mejores tecnologías, que no han sido implementadas (Mayorga & Riccardi, 2021). Ellos llevaron a cabo la implementación de un sistema informático para el manejo de datos como transacciones y el manejo de gestión de procesos.

Cabe reconocer que las tecnologías de información han generado un gran impacto a lo que refiere en sistemas de información en el área de viveros. Los autores, estudiantes del cantón Milagro, dan a conocer la existencia de 108 viveros que están ubicados a lo largo de ocho kilómetros (Mayorga & Riccardi, 2021). Con el paso del tiempo, las tecnologías avanzan y su amplitud de beneficios que ofrece son de gran ayuda, sin embargo, algunos negocios en esta zona carecen de conocimientos en tecnología y tienen problemas con la gestión de información y producción de plantas. La investigación realizada por los autores, se destacaron los resultados que demostraron la falta de conocimiento de los propietarios de los viveros en cuanto a los sistemas informáticos, proponen la implementación de un sistema informático, con el cual se desea lograr demostrar la gran ayuda que se puede realizar, obtendrán mejoras

significativas para el manejo y gestión de sus viveros, la herramienta utilizada para la creación de este sistema fue de código abierto, como Python y PostgreSQL, con estas herramientas es mejor manejar las tareas administrativas y de producción.

La producción agrícola del Ecuador es un gran pilar de la economía, debido a que el país se encuentra entre los primeros productores en el mundo, con exportaciones de cacao, café, bananos entre otros, se considera que es autosuficiente, pero en realidad se necesita la capacidad de la ciencia y tecnología para intentar sobrepasar los límites, el estudio realizado por el los autores, se enfoca en la implementación de una innovación abierta a través del análisis. Correspondiente en un determinado sector agrícola, el cual intentará identificar si este tiene el potencial adecuado para colocar una innovación abierta, mediante la infraestructura y un buen uso de la ciencia y tecnología, el cual logre aumentar los niveles de producción con un estímulo de crecimiento productivo y económico. (Castro Perdomo et al., 2018)

En Latinoamérica se ha intentado de promover el cambio de los sistemas de producción tradicionales a sistemas agroecológicos, en sí los sistemas agroecológicos son aquellos que buscan un equilibrio entre la producción agrícola y la sostenibilidad ambiental, mediante el uso de técnicas de agricultura natural y la diversidad de cultivos. Lamentablemente las faltas de enfoque en los problemas sociales han dado un retroceso creando dificultades. Los autores sugieren la necesidad de avanzar en el análisis de las relaciones entre el ecosistema y las culturas, y de incorporar herramientas de análisis holístico para abordar los sistemas socio ecológicos (Cevallos Suarez et al., 2019). A partir de este punto, utilizo como guía para mi investigación, con una amplitud logística, el cual para incorporar un sistema informático ya sea en la agricultura o a los viveros de plantas, debo de crear una relación que sea amigable y tenga conexión con el área ecológica en el caso de mi proyecto tenga relación con los viveros, claro esta se crea el sistema realiza las actividades que me pidió el cliente pero este sistema debe estar conectado tanto la parte de diseño como la de funcionamiento al igual de la manera en la que va a beneficiar al vivero, debe el sistema realizar acciones que vayan netamente a este sector, es aquí que la investigación de los autores propone un enfoque de transición social agroecológico con tres dimensiones: socio-cultural, socio-política y eco-estructural, con el objetivo de mejorar la racionalidad económica productiva del sistema agroecológico (Cevallos Suarez et al., 2019).

Los autores ya con la realización de enfoque sostenible que busca integrar el manejo ecológico de los recursos naturales con las necesidades sociales y económicas de los agricultores. De aquí parten a proponer un modelo de transición social agroecológico que tiene en cuenta las dinámicas sociales, políticas públicas y manejo de los recursos naturales (Cevallos Suarez et al., 2019). Todo su trabajo va con la finalidad de mejorar la productividad y la sostenibilidad ambiental de los sistemas agroecológicos para expandir las oportunidades, democracia y bienestar de los individuos, con esta metodología y procedimientos realizados puedo tomar ciertos aspectos que realizaron los autores a mi proyecto con la finalidad de mejorar y que sea un sistema que cubra tanto las necesidades como la conexión que debe tener con el vivero.

Actualmente, el sistema de riego natural se encuentra bajo presión debido a la creciente escasez de agua, principalmente debido al crecimiento de la población y el cambio climático. Por lo tanto, la gestión de los recursos hídricos es muy importante para mejorar la distribución del agua acumulada. Cultivos principales se han visto afectados por el cambio climático en las últimas dos décadas, particularmente en el subcontinente indio. Sin embargo,

predecir una buena cosecha antes de la cosecha permite que los agricultores y los funcionarios gubernamentales tomen las medidas adecuadas para el transporte y almacenamiento de cultivos. Algunas estrategias predictivas han desarrollado modelos de productividad, aunque no consideran el clima. En el sistema propuesto por los autores, desarrollarán un algoritmo de búsqueda de cuco, que permite la reutilización del agua en todas las condiciones. Se recopilaron varios parámetros como temperatura, turbidez, pH, humedad, utilizando sensores relevantes y una plataforma de internet de las cosas (IoT), equipada con un sistema de comunicación inalámbrica. Esta plataforma IoT visualiza datos de sensores en la nube, usando ThingSpeak (Pathak et al., 2019). Los datos de ThingSpeak se utilizan en el algoritmo de búsqueda Cuckoo, recomendado para seleccionar el cultivo adecuado para un tipo de suelo específico. (Pathak et al., 2019)

Hoy en día realmente se ha estado dando gran importancia a las actividades agrícolas, especialmente en el aspecto de monitoreo, ya que esto podría influenciar en la productividad, para lograr satisfacer las necesidades de la creciente población, para ello se requiere un seguimiento preciso de los campos agrícola a gran escala, la cual es una tarea bastante difícil, por lo tanto en este artículo realizado por los autores, (Daponte et al., 2019) tiene como objetivo proporcionar una visión general de los métodos que se utilizaron para esta actividad, mediante drones equipados con funciones múltiples, cámara térmica, la cual ayudara a visualizar el campo que se está estudiando. (Daponte et al., 2019) Además, los drones podrían resultar una solución efectiva para mejorar el sistema inalámbrico de los viveros. Estos lugares requieren de un cuidado especial, por lo que la implementación de drones resultaría de gran ayuda para abordar los desafíos que se presentan en esta área.

En el siguiente artículo descrito por los autores, dan a conocer que una problemática a nivel mundial es el sector agrícola en, cual crea muchas preocupaciones por el alto número de población en aumento y la escases de alimento que está surgiendo, el sistema manual que es tradicionalmente utilizado por los agricultores, ya no es capaz de satisfacer toda la demanda que existente. A partir de aquí, los autores dan a conocer mediante la revisión de múltiples trabajos ya realizados, encontraron información de cómo, muchos métodos que se usaba tradicionalmente, no son saludables, como el alto uso de plaguicidas nocivos y al no tener un manejo adecuado hace más daño a la tierra dejándola infértil y dañada, volviendo infértil, sin poder producir más alimentos, afectando gravemente al problema de escases de alimento, es aquí que a través del manejo de malezas, control de riego y control de contaminación. Las buenas prácticas, un manejo adecuado, puede llevar a cabo una mejora significativa, luego de las múltiples automatizaciones que se puedan realizar como es la IoT, Comunicaciones Inalámbricas, Machine learning, entre otras (Kirtan y otros, 2019).

Ellos aclaran como estas herramientas, crean vínculos que son de una gran ayuda al sector agrícola, si se implementara y si se diera una mayor preocupación, se lograría grandes beneficios a la población en general, si la agricultura logra cubrir con la demanda, resulta todo un éxito, una ayuda mutua entre tecnología y ecología, a partir de aquí los autores concluyen, que el sector agrícola tiene una dirección a futuro hacia la automatización, los beneficios que conlleva la automatización, tienen la intención de realizar un sistema de sensores, el IoT(Internet of Things), por medio del aprendizaje automático, quien a futuro pueda reemplazar las acciones tradicionales de la agricultura. Para nuestro proyecto nos da una perspectiva de como nuestro sistema puede ayudar y reemplazar acciones tradicionales, que son comúnmente realizadas por trabajadores, se puede diseñar un sistema que no solamente se

encargue de cobrar, guardar información, de al igual pueda ser de gran ayuda con diferentes acciones, como guardar información de cada cuanto se fumigo, recomendación o notificación cada que sea de fumigar de abonarle, con esto podría reducir el uso de pesticidas, ya que el sistema le notificara el momento adecuado y lo recomendable para hacer de uso en el vivero.

Adicionalmente, I. Ahmad & K. Pothuganti explican un problema que abunda en la agricultura como son, las plagas desde aves que destruyen los cultivos, dañando severamente toda el área del campo, los insectos y roedores. Estos acaban con los cultivos, disminuyen la cantidad que, de cosecha, ya que la mayoría se los comen o los dañan. También, estas plagas traen consigo múltiples enfermedades, dando una pérdida significativa, los autores dan a conocer los métodos de control de plagas. Los más utilizados son el Manejo Integrado de Plagas (MIP), es una estrategia más eficiente que utiliza información sobre el ciclo de vida de la plaga y su impacto ambiental (Irfan & Karunakar, 2020).

Por otro lado, según (Irfan & Karunakar, 2020) están desarrollando un prototipo simple del sistema, que sea capaz de ayudar a este problema mundial que son las plagas. Esta información podemos agregar a nuestro sistema, un manejo de control de plagas, ya que la problemática que tiene los viveros son los caracoles y polillas. Por lo que, como una optimización del sistema sería integrar una función que identifique una la plaga y recomiende los insecticidas específicos para cada plaga y como aplicar sin que afecte de forma negativa a la planta.

Los autores, (Rok et al., 2019) proponen un trabajo sobre la agricultura de precisión, una tecnología reciente que busca mejorar la eficiencia en la producción agrícola y el cuidado del suelo. Se señala que, en la actualidad, se está tratando de mejorar esta tecnología, mediante el uso de sistemas de soporte de decisiones, asistidos por computadora (DSS). Este sistema apoya a la gestión de explotaciones agrícolas, con la finalidad de optimizar la rentabilidad de los insumos y preservar los recursos. Es aquí que, los autores describen que su aplicación AgroDSS combina los sistemas agrícolas con metodologías avanzadas. Esto con el la finalidad de dar soporte, para la toma de decisiones y es accesible para los agricultores. Este sistema se implementa como un servicio basado en la nube, tiene como objetivo mejorar el valor comercial, con técnicas como el ahorro, la reducción de riesgos, la planificación y el uso eficiente de los recursos. Los autores muestran como al sistema AgroDSS, planea desarrollar funcionalidades como modelos predictivos y métodos de selección de características. Puesto que, al ser un sistema con una gran amplitud de expansión, más para este sector, es muy accesible y está conectado a la nube. Esta aplicación, en el futuro con algunas actualizaciones se volverá de gran ayuda a todo el sector agrícola.

Estos estudios plantean, la preocupación en la agricultura, al ser un problema emergente en todos los países. La población mundial está creciendo a un ritmo muy rápido, a medida que crece la población, también lo hace la necesidad de alimentos tradicionales.

Los métodos utilizados por los agricultores no son suficientes para satisfacer la demanda, debido al uso intensivo de pesticidas nocivos. Estos, afectan en gran medida las prácticas agrícolas, la tierra es estéril y carencia de fertilidad. (Kirtan et al., 2019). Este artículo analiza varias prácticas de automatización como IOT, comunicación inalámbrica, aprendizaje automático e inteligencia artificial, aprendizaje profundo, hay factores que causan problemas en la agricultura, como enfermedades de los cultivos, falta de manejo de almacenamiento, mal uso de pesticidas, aparición de malezas, falta de riego. Todos estos problemas, pueden

resolverse con las diversas técnicas mencionadas anteriormente. Ahora existe una necesidad urgente de comprender el uso seguro de pesticidas, el riego controlado, el control de la contaminación y los impactos ambientales sean gestionados por aplicaciones informáticas. Se ha demostrado que la automatización de las actividades agrícolas aumenta la resistencia del suelo y lo fortalece. Este artículo revisa el trabajo de muchos investigadores, para brindar una breve descripción de la implementación de la automatización en la agricultura actual.

También, es importante mencionar que las prácticas de agricultura, a menudo se ven obstaculizadas, por los altos costos, asociados con la generación de mapas de suelo. Recientemente, se han publicado varios artículos que destacan, la utilización de herramientas como el infrarrojo (vis-NIR), la espectroscopia de reluctancia, estas pueden ofrecer una alternativa para abordar este problema, aumentando la densidad de muestreo del suelo, reduciendo el número de análisis de laboratorio convencionales. Sin embargo, los autores visualizaron las pruebas anteriores, las cuales rara vez se centran en optimizar el muestreo para la calibración de Vis-NIR. En el modelo sólido del cambio de espacio del suelo es predicho por el espectro VIS-NIR. En la actualidad, utilizamos modelos de espectroscopia VIS-NIR (Ramirez-Lopez et al., 2019), para optimizar el número de muestras calibradas y la precisión del mapeo de suelo, en la escala de la granja y el cuidado de algunas de las trampas más populares. En esta investigación se recolectamos 910 muestras de 458 ubicaciones a dos profundidades (A, 0-0.20 m; B, 0,80-1,0 m) en el estado de São Paulo, Brasil. Todas las muestras de suelo fueron analizadas por métodos convencionales y escaneado en el rango espectral vis-NIR. Para esto, usaron espectros vis-NIR, infiriendo estadísticamente, el conjunto óptimo de tamaño y las mejores muestras con las que calibrar los modelos vis-NIR. Los modelos calibrados fueron validados, y se utilizaron para predecir las propiedades del suelo.

Además, se plantea lo importante de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y el geomarketing, por el cual se pueden utilizar para identificar áreas pasadas por alto en la agricultura, su ubicación óptima y puntos de venta de productos agrícolas. Por lo que, a través de esta información es recomendable utilizar el geomarketing que describe el autor para identificar clientes potenciales y estimar ingresos, podemos aumentar la eficiencia y la rentabilidad en los distintos viveros de nuestra área. (Guzmán Zabala, 2020).

En otro trabajo, se describe el diseño arquitectónico de una plataforma de IoT, para el monitoreo ambiental en invernaderos de plantas ornamentales, dando acceso al almacenamiento y visualización dinámica de los datos recopilados en la nube. El modelo muestra una solución innovadora, al unir un nodo portátil, la cual usa tecnología Wi-Fi y una red de sensores estáticos. Estos sensores, se basan en el estándar 6LoWPAN, para la detección, recopilación y visualización de datos y presentan una propuesta de monitoreo, las cuales muestra, las condiciones ambientales y del sustrato de viveros de plantas ornamentales con infraestructura de bajo costo y sostenible. Los autores intentan mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en la producción agrícola (González Cárdenas y otros, 2022).

También, está el desarrollo e implementación de un sistema web, para la optimización de los procesos administrativos y de producción en viveros del cantón Milagro. Este es un trabajo donde se explica que el sistema es eficiente, porque, mejoro la satisfacción de los clientes, los procesos administrativos y la producción de platas en los viveros (Mayorga Vásquez y otros, 2022). Para nuestro proyecto, es de sumo interés, en nuestro cantón, consta de viveros ornamentales, pero su manejo es más tradicional, lo descrito por los autores, nos da

como iniciativa para la implementación de este proyecto a nuestro trabajo, los resultados que obtuvieron los autores, en su artículo, es suficiente información, desde cómo realizar un buen funcionamiento de este sistema, de igual manera para su creación, desde las estructuras, modelos, etc.

Según, (Lozza, 2019) propone un sistema orientado a la agricultura, que ayuda a los agricultores y expertos a agregar valor a las observaciones de humedad del suelo. Este se obtiene desde las plataformas SAOCOM. Proporciona información más precisa sobre el estado de la humedad del suelo, lo cual es esencial para la toma de decisiones y el manejo eficiente del riego. Lo importante de este modelo de cultivos, es que utiliza datos locales y ofrece estimaciones de rendimiento personalizadas para la toma de decisiones que mejoren el rendimiento del cultivo (Pizzali Coronado & Urbina Ramírez, 2016).

Finalmente, (Estrada Aguayo, 2014) el proyecto busca diseñar un sistema de calificación y registro de productores de la agricultura familiar campesina en la Sierra de Ecuador.

2. Metodología

El presente estudio se basó en varias etapas con el objetivo de desarrollar una aplicación informática de avanzada para optimizar el rendimiento de cultivos de viveros en el cantón La Troncal.



Figura 1: Modelo metodológico para el desarrollo de un prototipo informático mixto

La primera etapa, consistió en realizar un cuestionario de entrevistas con escala de Likert para 86 personas de un total de 850 de población de cultivadores de cacao, tomado de (Dirección Provincial Agropecuaria del Cañar). Se planteó un 10% del margen de error

puesto que la precisión no es relevante para el levantamiento de la información. Para validar el instrumento se utilizó la revisión de expertos y un piloto a 10 personas. Luego, aplicando el modelo de Alfa de Cronbach donde se obtuvo un 0.79 de fiabilidad. Las preguntas abarcaban temas de gestión de los viveros, las prácticas agrícolas, los desafíos a los que se enfrentan, las tecnologías utilizadas y las perspectivas futuras. El link del cuestionario fue enviado por la red social WhatsApp con las instrucciones claras sobre cómo completar la encuesta y aseguramos la confidencialidad de los datos recopilados.

La siguiente etapa, fue recopilar estos datos y clasificar las respuestas de los encuestados por medio del SPSS para identificar la relación de las preguntas.

Posteriormente, al revisar la tendencia de las necesidades e intereses primarios de los encuestados y futuros usuarios de la aplicación informática empezamos el diseño y elaboración del prototipo. Complementando con las recomendaciones de las revisiones de los trabajos previos orientados al mismo tema pudimos utilizar como guía ciertos aspectos que vimos de gran ayuda para el proyecto.

El prototipo se diseñó utilizando la herramienta Bizagi Modeler y la herramienta de programación Visual Basic.Net 2012, con los requerimientos y funcionalidades prioritarias. Todo esto, con la finalidad de que la aplicación genere valor agregado para la gestión de este sector del agro local y nacional.

3. Resultados

El instrumento fue aplicado a 86 personas que respondieron a las principales necesidades y requerimientos en la producción de sus cultivos de invernaderos. El primer cuestionamiento estaba centrado en ¿Cómo le gustaría manejar el control de inventario de sus viveros? Los resultados dieron a conocer que el 37% necesita un sistema de seguimiento de inventario en tiempo real. El 26% indica que están cómodos manejando las existencias de sus plantas a mano. El 14% indican que usan herramientas de ofimática. El 12% aplican herramientas de Internet y el 11% que no llevan ningún control del inventario, estos resultados se presentan en la Figura 2.

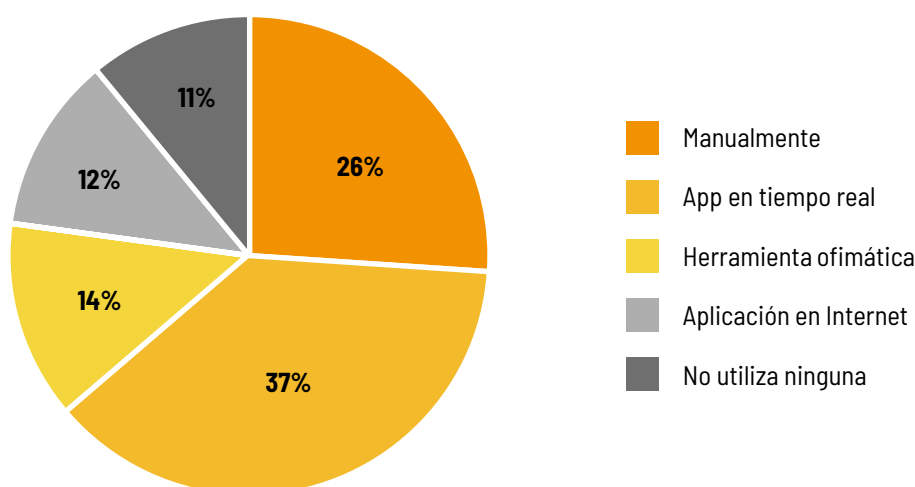


Figura 2: Muestra resultados de necesidades prioritarias de una aplicación informática

A partir de estos datos podemos rescatar la prioridad de requerimientos que necesitan los encuestados en caso de tener una aplicación informática a la medida. La siguiente interrogante planteada fue, ¿Cómo gestiona actualmente los pedidos, las ventas y el control de las plantas? Los resultados se aprecian en la Figura 3.

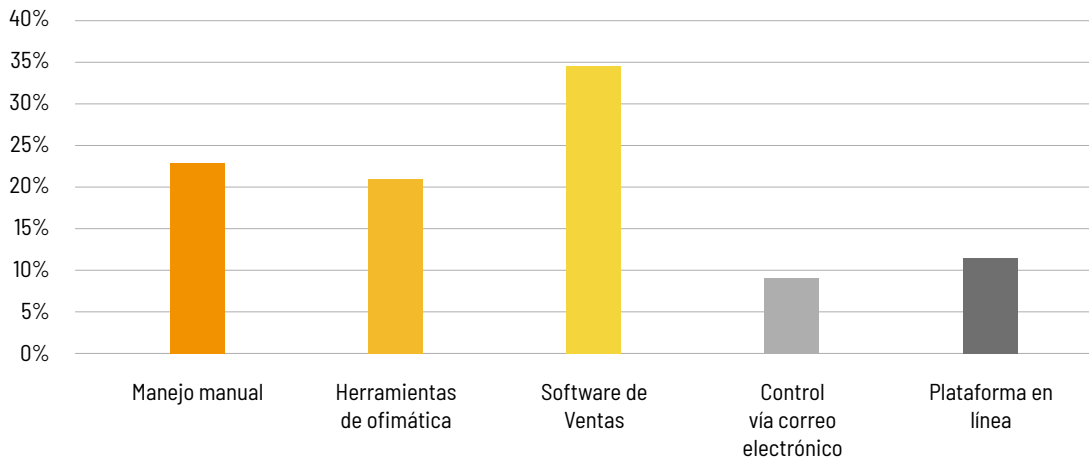


Figura 3: Muestra resultados de necesidades prioritarias de una aplicación informática

Los datos muestran que 35% de los encuestados utilizan un software de ventas para manejar sus pedidos ventas. El 24% trabajan manualmente, un 23% usan herramientas de ofimática y las restantes herramientas web disponibles. Estos resultados, abren las puertas al desarrollo de aplicaciones a medida que cubra las necesidades puntuales que tienen, con el afán de satisfacer al grupo que maneja estos negocios manualmente y los que usan herramientas inapropiadas.

La siguiente interrogante fue, ¿Qué procesos transaccionales y procedimiento de pagos utiliza actualmente? Los resultados se muestran en la Figura 4.

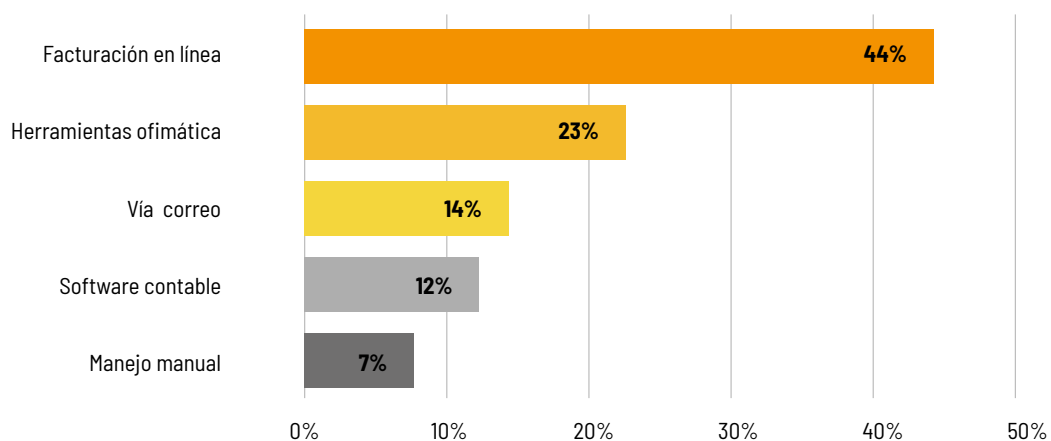


Figura 4: Muestra resultados de la gestión transaccional de los negocios

Los resultados de la encuesta indican que el 44% utiliza pagos en línea como transferencias. El 23% utiliza herramientas ofimáticas. Sin embargo, las transacciones comerciales especialmente de pagos solo el 7% lo hacen manualmente. Esto, indica que este tipo de transacciones si tienen la necesidad de alguna herramienta informática para

realizarlo. Lo que implica que se debe adaptar al prototipo informático que propuesto.

La siguiente interrogante planteada fue ¿Cómo le gustaría en este momento manejar la gestión y seguimiento de clientes? Los resultados se presentan en la Figura 5.

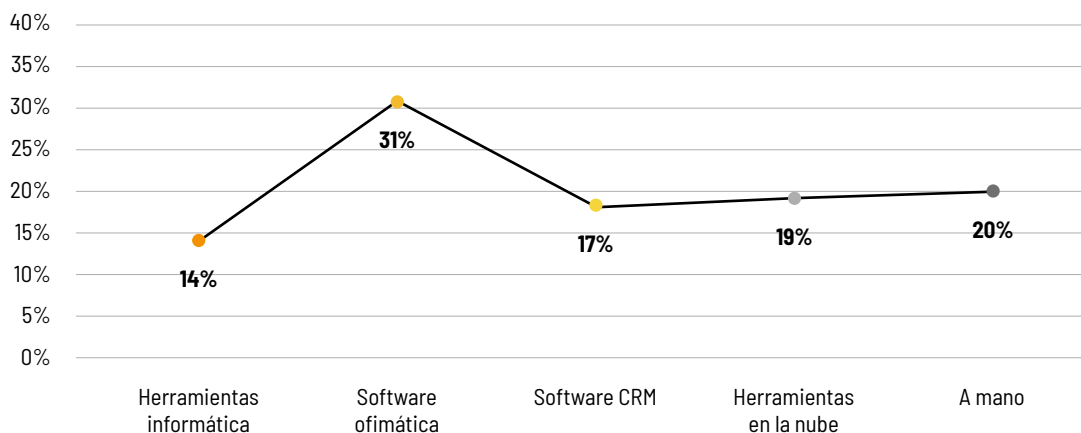


Figura 5: Muestra resultados del interés en automatizar la gestión de clientes

Los resultados indican el 31% prefieren utilizar herramientas de ofimática, el 20% seguir trabajando a mano, un 19% herramientas libres en la nube, el 14% herramientas informáticas en general y un 17% un Sistema de relación con el Cliente (CRM). Esto implica también, que se debe socializar a los encuestados para conocer herramientas especializadas en manejo de clientes para que puedan adoptarlas. Caso contrario, por desconocimiento están dispuestos a seguir trabando a mano o con herramientas conocidas como las hojas de cálculo.

La siguiente pregunta está relacionada con ¿Cuáles son sus necesidades para crear informes y análisis de datos para tomar decisiones en el negocio? Los resultados de las encuestas se muestran en la Figura 6.

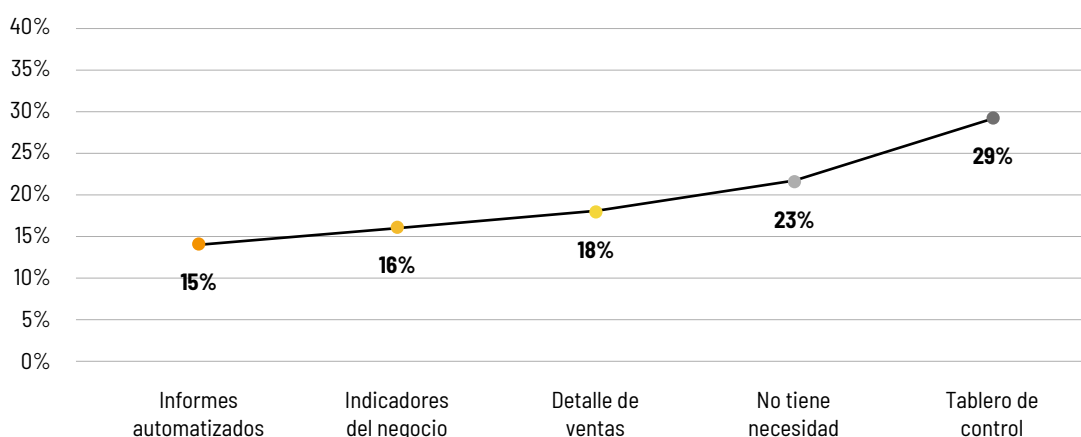


Figura 6: Muestra resultados del interés en la generación de informes para la toma de decisiones

Las encuestas revelan que el 29% les gustaría contar con un tablero de control, sin embargo, el 23% responden que no tienen necesidad. En menor proporción están las necesidades de informes de ventas 18%, Indicadores del negocio 16% e informes automatizados

15%. Estos resultados indican poner énfasis en crear una interfaz para mostrar tableros de control.

La siguiente pregunta se enfoca en ¿Qué módulos o dispositivos le gustaría integrar a su software?

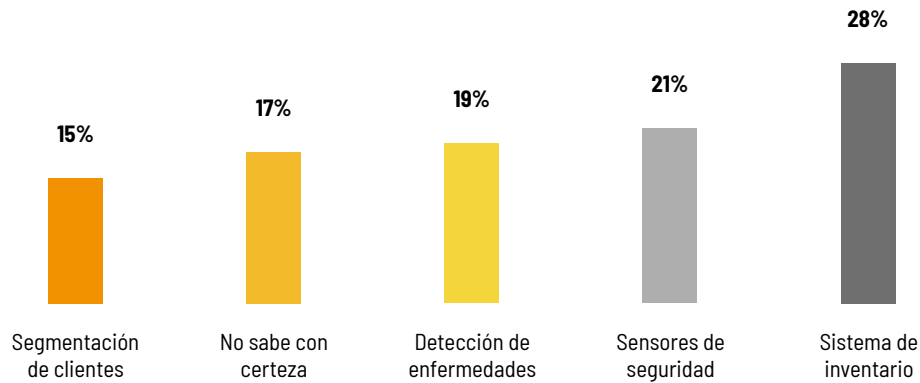


Figura 7: Muestra resultados integración de aplicaciones y dispositivos

Los resultados dieron a conocer que 28% requiere un sistema de inventario, el 21% cree necesario integrar sensores de seguridad al sistema. El 19% les gustaría que la app contenga detectores y control de enfermedades de los cultivos, el 17% no sabe con certeza que requerimiento agregar al sistema y el 15% requieren integrar un gestor de relación con clientes para poder segmentar su mercado.

La siguiente pregunta se enfoca en ¿Qué tipo de capacitación y soporte necesitarían para usar el nuevo sistema informático? Los resultados se aprecian en la Figura 8.

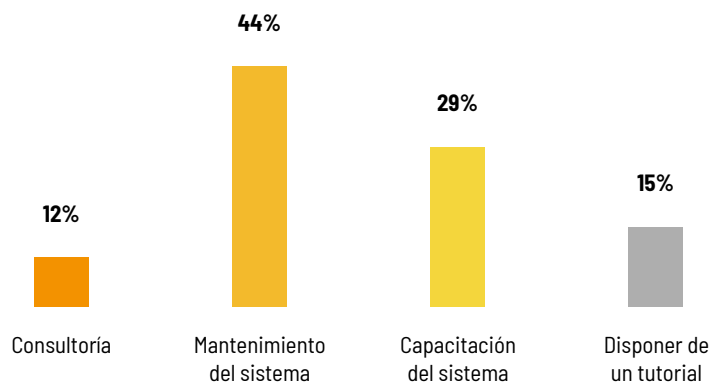


Figura 8: Muestra resultados de necesidades de soporte.

Los resultados dieron a conocer que el 44% requiere mantenimiento del sistema. El 29% capacitación del sistema. 15% desea disponer de un tutorial. Finalmente, el 12% desea contratar una consultoría. La siguiente pregunta se enfoca en ¿Cuál es su presupuesto para este proyecto? ¿Está buscando una solución de bajo costo o está dispuesto a invertir en una solución más robusta? Los resultados se muestran en la Figura 9.

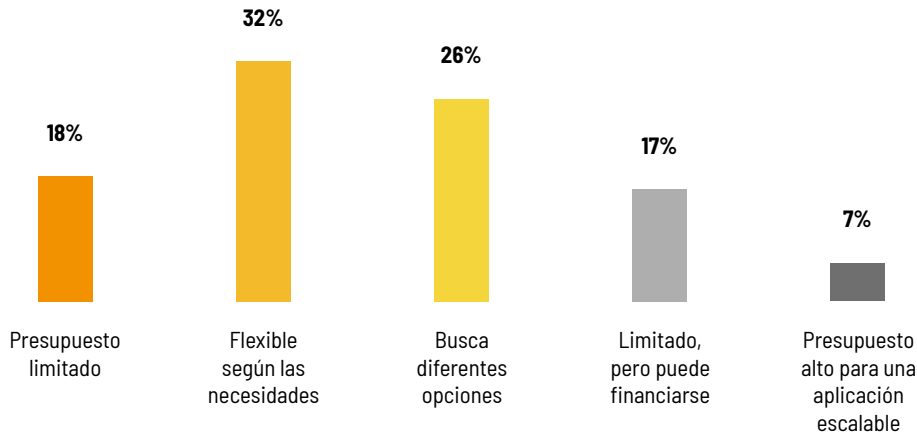


Figura 9: Muestra resultados de necesidades de soporte.

Los resultados dieron a conocer que el 18% tiene un presupuesto limitado. El 32% su presupuesto es flexible y está dispuesto a invertir en una solución grande si cumple con sus necesidades. El 26% está buscando opciones de diferentes precios para comparar y tomar una decisión informada. El 17% su presupuesto para este proyecto es limitado, pero está dispuesto a considerar opciones de financiamiento. El 7% su presupuesto es alto y está buscando una solución completa y escalable.

4. Interfaz Prototipo

Por consiguiente, con toda la información obtenida se puede constatar que la mayoría busca un sistema informático que realice acciones como de compra, venta y facturación que el sistema sea sencillo, rápido, funcional, seguro, entre otras. Para el costo se recomienda elegir un modelo de negocio de venta masiva para que comercializar a un precio bajo. El sistema se desarrolló para brindar el manejo de inventario, compra y venta. Adicionalmente, se plantea implementar una interfaz de tablero de control para dar seguimiento a los procesos del cultivo e integración de sensores de seguridad detección de humedad y plagas. Este último, para recomendar tipo de insecticidas, fungicidas y fertilizantes a aplicar según el contexto geográfico.

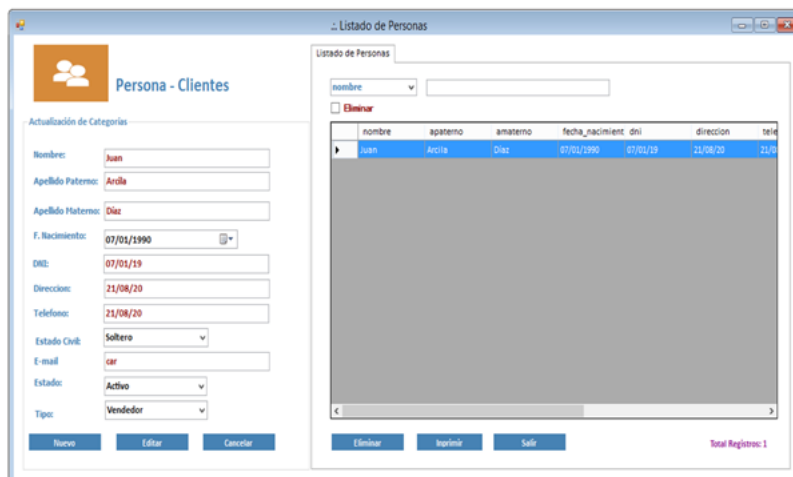
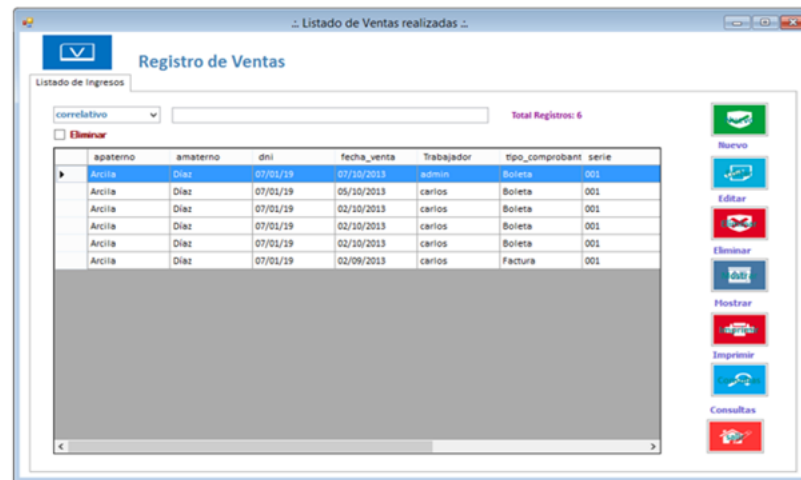


Figura 10: Muestra la interfaz para la gestión de la información.**Figura 11:** Muestra la interfaz de análisis de datos del negocio.

Este prototipo, desarrollado con herramientas de modelado y lenguajes de programación como Bizagi Modeler y Visual Basic. Net.

5. Discusión y recomendaciones

Este documento profundizó tres aspectos centrales para el desarrollo de aplicaciones mixtas. El uso de módulo de gestión empresarial y transaccional del negocio, el uso de sensores para automatizar procesos de detección de enfermedades de las plantas, sensores de seguridad y análisis de datos para la toma de decisiones. Esto en virtud que nos encontramos en la era de la automatización, el Internet de las Cosas, los sensores inteligentes, herramientas en la nube, entre otros componentes informáticos.

Por lo tanto, luego de esta investigación se evidencio necesidades urgentes que tienen los agricultores de viveros del cantón La Troncal, inclusive del país para automatizar los procesos de cultivos. Necesidades enfocadas en adoptar una aplicación informática que ayude a optimizar el rendimiento de sus negocios en la gestión de inventarios, ventas, seguridades, control de sus cultivos y toma de decisiones.

Los resultados obtenidos de las entrevistas fueron reveladores para identificar la requerimientos funcionales y no funcionales para implementar en el nuevo prototipo, donde se adopte elementos mixtos de software y hardware, como módulos transaccionales y sensores electrónicos.

Identificamos también, un desconocimiento tecnológico, sobre la inteligencia artificial e inteligencia de negocios; de las ventajas de adquirir una aplicación informática que se ajuste las necesidades de este sector agrícola usando estas tecnologías. Lo que implica desarrollar un asesoramiento y capacitación de las nuevas tecnologías y sus beneficios.

A partir de la información levantada, elaboramos un prototipo con tecnología mixta entre software, dispositivos digitales, sensores y uso de algoritmos de deep learning (aprendizaje profundo) para el reconocimiento de enfermedades. Sin embargo,

este prototipo está en fase de desarrollo y optimización. Por lo que, se requiere de retroalimentación de conocimientos, asesoría de expertos en el campo agrícola para ajustar detalles técnicos y funcionales para su producción final.

Durante el trabajo de campo se observó un desconocimiento en la población sobre los beneficios de estas tecnologías, por lo que se requiere asesoramiento y capacitación para que aporten con información más relevante.

6. Referencias Bibliográficas

- González Cárdenas, J. O., Figueroa Millán, P. E., Amezcua Valdovinos, I., & Benavides Delgado, R. (2022). Diseño arquitectural de una plataforma iot para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas de ornato. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 223-249.
- Guzmán Zabala, J. F. (2020). Localización óptima de viveros ornamentales con Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la ciudad de Bogotá, Colombia. IDEA Construcción y Madera, 78-87.
- Castro Perdomo, N. A., Flores Barzola, W. J., & Rajadel Acosta, O. N. (2018). La innovación abierta, una alternativa para el fortalecimiento de la agricultura ecuatoriana. Revista Universidad y Sociedad., 256-262.
- Cevallos Suarez, M., Urdaneta Ortega , F., & Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. Revista de Ciencias Sociales, 172-185.
- Daponte, P., De Vito, L., Glielmo, L., Iannelli, L., Liuzza, D., Picariello, F., & Silano, G. (2019). A review on the use of drones for precision. Earth and Environmental Science, 275.
- Estrada Aguayo, V. S. (2014). Diseño de un sistema de calificación para productores de la agricultura familiar campesina de la región sierra dentro del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Universidad central del Ecuador, 1-127.
- Irfan , A., & Karunakar , P. (2020). Smart field monitoring using ToxTrac: A cyber-physical system approach in agriculture. In 2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC), 723-727.
- Kirtan , J., Aalap , D., Poojan, P., & Manan , S. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. Artificial Intelligence in Agriculture, 1-12.
- Lozza, H. F. (2019). Sistema para la aplicación de los datos de la misión satelital SAOCOM en la agricultura. Co En XI Congreso de AgroInformática (CAI)-JAIIO 48, 15.
- Mayorga Vásquez, L. C., Riccardi Martillo, G. A., Bermeo Almeida, O. X., & Guevara Arias, V. I. (2022). Sistema Web para los procesos administrativos y de producción en viveros del Cantón Milagro. Universidad Agraria del Ecuador. Milagro, Ecuador.
- Mayorga, L. C., & Riccardi, G. A. (2021). Sistema web para los procesos administrativos y de producción de los jardines viveros del cantón Milagro. Universidad agraria del Ecuador, 21-196.
- Pathak, A., AmazUddin , M., Abedin, M. J., Andersson, K., Mustafa, R., & Hossain, M. S. (2019). IoT based smart system to support agricultural parameters: A case study. Procedia Computer Science, 155, 648-653.
- Pizzali Coronado, D. A., & Urbina Ramírez, L. C. (2016). Implementación de una red haciendo uso

de tecnologías verdes, para el soporte al sistema de información de la Dirección Regional de Agricultura-Lambayeque. Universidad señor de Sipán, 1/163.

Ramirez-Lopez, L., Wadoux, A. C., Franceschini, M. H., Terra, F. S., Marques, K. P., Sayão, V. M., & Demattê, J. A. (2019). Robust soil mapping at the farm scale with vis-NIR spectroscopy. *European Journal of Soil Science*, 378-393.

Rok, R., Matjaž, K., Petar, P., Domen, K., Darko, P., & Zoran, B. (2019). AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2-12.

Recibido: 19 de abril de 2023

Aceptado: 29 de junio de 2023

