

Revista

2024
Volumen 10

ENCUENTRO SENNOVA

DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

e-ISSN: 2665-2447



REVISTA ENCUENTRO SENNOVA DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO, 2024, VOLUMEN 10

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación (CIAA).

Rionegro (Antioquia), Colombia.
Periodicidad: Anual
e-ISSN: 2665-2447

Contenido producto de investigaciones
del Sistema de Investigación, Desarrollo
Tecnológico e Innovación SENNOVA del SENA
y del Grupo de investigación en
Innovación y Agroindustria (GIIA).

Hecho el depósito que exige la ley.
Este volumen, salvo las excepciones
previstas por la Ley, no puede ser
reproducido por ningún medio sin previa
autorización escrita de los autores.

Los textos publicados son de propiedad
intelectual de los autores y pueden
utilizarse con propósitos educativos y
académicos, siempre que se cite al autor
y la publicación.

Las opiniones aquí contenidas son de
responsabilidad exclusiva de los autores y no
reflejan necesariamente el pensamiento del
Comité Editorial ni del SENA.

Los artículos publicados en medio impreso
y electrónico están autorizados por los
autores mediante cesión de derechos de
autor.



Esta obra está bajo
Licencia Creative Commons
CC Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0
© Servicio Nacional de Aprendizaje

EQUIPO ADMINISTRATIVO

Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Director General
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Claudia Patricia Forero Londoño
Directora de Formación Profesional
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Emily Elisa Coronado
Directora Regional (E) - Antioquia
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Jorge Antonio Londoño
Subdirector
Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación (CIAA)
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Raul Emilio Olarte Vargas
Coordinador de Formación Profesional Integral
Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación (CIAA)

Lily Jhohana Gil Vasquez
Dinamizadora SENNOVA
Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación (CIAA)

COMITÉ EDITORIAL

Catalina María Jaramillo Alzate
Responsable de Gestión Editorial
Centro de la Innovación, la Agroindustria y la
Aviación (CIAA)

Juan Pablo Henao Sanchez
Auxiliar Editorial
Centro de la Innovación, la Agroindustria y la
Aviación (CIAA)

Lily Jhohana Gil Vasquez
Editor Jefe
Centro de la Innovación, la Agroindustria
y la Aviación (CIAA)

COMITÉ CIENTÍFICO

Andrés Felipe Toro Molina
Carlos Andrés Alvis Camelo
Diana Lorena Salinas Reina
Diego Antonio Legarda Córdoba
Ronald Soleno Wilches

Diseño y diagramación
Juan Pablo Henao Sanchez

Contenido

Editorial **4**

**Plataforma WEB para la Automatización
y Control Integral de Parquaderos
Arparking** **5**

Haddy Yised Moreno Agualimpia
Ronald Sneyder Hernández Gómez

**Visión Holística de la Agrocadena
Estrategias para la Optimización
Agrológica del Oriente Antioqueño** **19**

Karol Mendoza Martínez
Elizabeth Bran Serna



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Editorial

La revista Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño, es un espacio de divulgación científica multidisciplinar, promovido por el Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación (CIAA), a través del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), revista que, a lo largo de sus ediciones, ha logrado consolidarse como un referente para el intercambio de conocimiento en áreas fundamentales para el desarrollo regional. Reflejando así mismo la diversidad y la riqueza de las temáticas tratadas por nuestros investigadores, instructores y semilleros, quienes, con su dedicación y esfuerzo, continúan aportando soluciones innovadoras a los retos que enfrentan nuestras comunidades. Entendiendo la ciencia, la tecnología y la innovación como pilares fundamentales para el progreso, no solo de la academia, sino también de la sociedad en su conjunto.

En esta ocasión, es un honor presentar el Volumen 10 de la revista, la cual contiene dos artículos que abordan problemáticas y oportunidades clave en sectores estratégicos para el desarrollo económico, social y ambiental de nuestra región: la agroindustria y la tecnología. El primero, titulado. “Plataforma WEB para la automatización y control integral de parqueaderos Arparking”, presenta una solución para optimizar el control y la automatización de parqueaderos de vehículos en el municipio de Guarne- Antioquia, un claro ejemplo de cómo las herramientas digitales pueden generar valor en el sector industrial y el emprendimiento, brindando eficiencia y comodidad a los usuarios, además de contribuir a la modernización de los sistemas urbanos.

Por otro lado, el artículo “Visión Holística de la Agrocadena: Estrategias para la Optimización Agrologística del Oriente Antioqueño”, plantea un análisis integral de la agrocadena local, proponiendo estrategias que aporten a la optimización de la cadena de suministros agroindustriales, como factor esencial para el fortalecimiento de los procesos agrologísticos de los campesinos del Oriente Antioqueño

Este número también resalta la importancia de la vinculación de los Semilleros de Investigación con los sectores productivos, clave para la creación de una cultura de innovación que impulse el desarrollo local.

Agradecemos a todos los autores, revisores y colaboradores que hacen posible la publicación de este volumen, que sigue demostrando el invaluable aporte de la ciencia y la tecnología al desarrollo integral de nuestra región. Invitamos a nuestros lectores a reflexionar sobre los temas aquí tratados, a seguir apoyando el esfuerzo de los investigadores y a continuar construyendo juntos un Oriente Antioqueño más innovador, competitivo y sostenible.

¡Bienvenidos a este nuevo volumen de Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño!

Lily Jhohana Gil Vasquez
Editor Jefe



Plataforma WEB para la Automatización y Control Integral de Parqueaderos Arparking

WEB Platform For The Automation And Comprehensive Control Of Parking Spaces Arparking

Resumen

Haddy Yised Moreno Agualimpia

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA),
Grupo de Investigación en Innovación y Agroindustria
(GIIA), Tecnólogo Análisis y Desarrollo de Software
(ADSO), hymoreno@sena.edu.co

Ronald Sneyder Hernández Gómez

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA),
Semillero Teleinformática (SIT),
Tecnólogo Análisis y Desarrollo de Software (ADSO),
ronaldsneyder07@gmail.com

Como citarse

Moreno-Agualimpia, H.Y. y Hernández-Gómez, R.S. (2024).
Plataforma WEB Para La Automatización Y Control
Integral De Parqueaderos Arparking. *Revista Encuentro
SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 10(1), 5-18.

Arparking, es una plataforma que pretende dar solución de automatización y control de parqueaderos de vehículos en el municipio de Guarne - Antioquia. Se desarrolla bajo la metodología Scrum utilizando herramientas de Entorno de Desarrollo Integrado (IDE), como ArgoUML, MySQL WORKBENCH. La codificación de módulos se desarrolla en HTML5, CSS5 y lenguaje de programación PHP, Javascript con la integración de Inteligencia Artificial (IA). Se captura la información de las placas de los vehículos que se encuentren en buen estado, bien sean blancas o amarillas y se asignan celdas. La plataforma permite acceder a cada uno de sus módulos por medio de un usuario y contraseña previamente registrados; adicionalmente, se almacena información de ingreso y salida de vehículos, a su vez, está conformado por los módulos de celda, cliente, empleado, vehículo, pago y tarifa, así como la asignación de políticas de seguridad utilizadas en el desarrollo de la aplicación.



Abstract

Arparking, is a platform that aims to provide a solution for automation and control of vehicle parking in the municipality of Guarne- Antioquia. It is developed under the Scrum methodology using Integrated Development Environment (IDE), tools such as ArgoUML, MySQL WORKBENCH. The coding of modules is developed in HTML5, CSS5 and PHP programming language, Javascript with the integration of Artificial Intelligence (AI). The information of the license plates of vehicles that are in good condition, whether white or yellow, is captured and cells are assigned. The platform allows access to each of its modules through a previously registered username and password, additionally, information on the entry and exit of vehicles is stored; in turn it is made up of the cell, client, employee, vehicle, payment, rate modules, as well as the assignment of security policies used in the development of the application.

Palabras clave

Inteligencia Artificial, Lenguaje de programación, Estrategia, Procesamiento de datos, software.

Keywords

Artificial Intelligence, Programming language, Strategy, Data processing, software.

Introducción

En la actualidad, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), se han consolidado como una herramienta fundamental para mejorar los procesos administrativos en diferentes áreas, entre ellas la gestión de parqueaderos. Las TIC admiten la automatización de tareas repetitivas, la mejora en la recolección de información y optimización del uso de los recursos disponibles. En este contexto, el municipio de Guarne afronta una problemática significativa en sus parqueaderos, relacionada con la falta de control en el ingreso y salida de vehículos, así como con la emisión oportuna de facturas a los clientes. Esta falta de automatización afecta negativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Para abordar esta problemática, se han utilizado estudios y teorías fundamentales sobre la administración de parqueaderos y la integración con la IA. Cabe mencionar, la teoría de la automatización administrativa postula que la integración de sistemas digitales en procesos rutinarios no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce los errores humanos y permite una toma de decisiones más informada (Davenport & Short, 1990). Así mismo, la Ley de Moore, predice el crecimiento exponencial en la capacidad de procesamiento de los chips informáticos, subrayando la viabilidad de implementar soluciones de IA cada vez más sofisticadas en la gestión del estacionamiento (Moore, 1965).

El uso de la IA en la gestión de parqueaderos facilita no solo el control de vehículos, sino que también permite la optimización del uso del espacio. La IA puede predecir patrones de ocupación y asignar celdas de manera eficiente, lo que mejora el flujo de tráfico dentro del parqueadero y maximiza la capacidad disponible (Russell & Norvig, 2016). Además, el uso de sistemas de reconocimiento de matrículas y detección automática de vehículos mal estacionados contribuye significativamente a la mejora del servicio y a la reducción de la congestión (Almawgani et al., 2021; Bin Mohd Nazri et al., 2020).



El objetivo principal de esta investigación es la implementación de un software de parqueaderos en el municipio de Guarne – Antioquia, que permita registrar el ingreso y salida de vehículos, asignar celdas de manera eficiente mediante el uso de la IA, y generar facturas automáticamente.

Para sustentar la viabilidad de esta solución, se ha recurrido a estudios que han explorado soluciones innovadoras en la gestión de parqueaderos. Estos estudios incluyen la detección automática de automóviles mal estacionados (Almawgani et al., 2021), aplicaciones de estacionamiento inteligente con reconocimiento de matrículas (Bin Mohd Nazri et al., 2020), y sistemas de estacionamiento basados en las preferencias de los usuarios (Mohandes et al., 2019).

Uno de los hallazgos más relevantes de estos estudios es la eficiencia con la que los sistemas basados en IA pueden mejorar la experiencia del usuario y optimizar la operación del parqueadero. Por ejemplo, la implementación de un sistema de reconocimiento de matrículas no solo agiliza el proceso de entrada y salida de vehículos, reduciendo la posibilidad de fraudes y errores en la facturación (Bin Mohd Nazri et al., 2020). A la vez, la detección automática de vehículos mal estacionados permite una gestión más efectiva del espacio, lo que se traduce en una mayor capacidad de servicio y menor tiempo de espera para los usuarios. (Almawgani et al., 2021).

La construcción de esta plataforma en Guarne también busca aprovechar los datos recolectados para mejorar la gestión del espacio físico mediante el uso de modelos predictivos. Estos modelos, basados en técnicas de aprendizaje automático, pueden anticipar la demanda de estacionamiento en función de variables como la hora del día, el clima y los eventos especiales, permitiendo a los administradores del parqueadero tomar decisiones proactivas y optimizar la asignación de celdas (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016). La implementación de un software que controle el ingreso y salida de vehículos calcule automáticamente las tarifas y utilice IA para la asignación de celdas en los parqueaderos de Guarne. Lo que representa una solución integral a la problemática actual. Los hallazgos de esta investigación sugieren que la automatización y el uso de tecnologías avanzadas no solo mejorarán la eficiencia

operativa y la satisfacción del cliente, sino que también contribuirán a un uso más sostenible y racional del espacio disponible. Además, el análisis de los datos recolectados permitirá optimizar continuamente la gestión del parqueadero, asegurando que este recurso se utilice de manera efectiva y que las operaciones se adapten a las necesidades cambiantes de la comunidad.

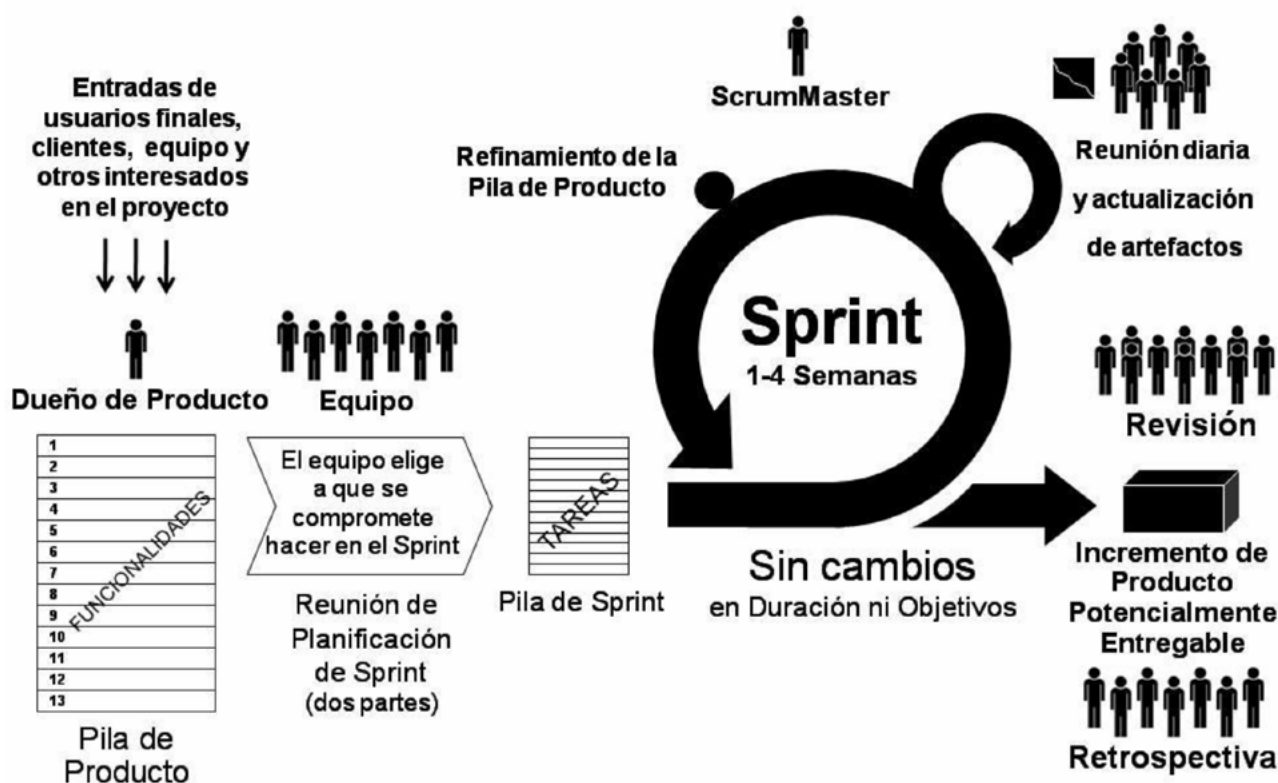
Metodología

La metodología ágil Scrum (ver **Figura 1**), fue seleccionada para abordar los aspectos socioeconómicos relacionados con el estado actual de los parqueaderos en el municipio de Guarne, destacando su enfoque adaptable y orientado a resultados. Jeff Sutherland, co-creador de Scrum, resalta en “Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time”, que esta metodología permite optimizar el trabajo en equipo y la entrega de valor en proyectos (Sutherland, 2014). Además, Cohn (2004, 2005) y Martin (2002, 2018), han aportado perspectivas prácticas sobre la planificación ágil, el uso de historias de usuario y la arquitectura limpia en el desarrollo de software. Scrum se organiza en roles, eventos y artefactos clave. Los roles incluyen el Product Owner, responsable de maximizar el valor del producto, el Scrum Máster, encargado de guiar al equipo en la metodología, y el Development Team, que construye el producto (Schwaber & Sutherland, 2020).

Los eventos principales comprenden el Sprint, la Sprint Planning, la Daily Scrum, la Sprint Review y la Sprint Retrospective, los cuales facilitan la adaptación continua y la entrega de incrementos funcionales. Los artefactos, como el Product Backlog, Sprint Backlog y el Incremento, estructuran el flujo de trabajo y priorizan tareas. (Schwaber & Sutherland, 2017).

Figura 1

Metodología Scrum.



Nota. Tomado de THE SCRUM PRIMER. (Deemer et al., 2009).

Para identificar los módulos de la plataforma de gestión de parqueaderos, se empleó una investigación descriptiva con enfoque cualitativo. Según Pardinás (1991), las encuestas permiten recopilar datos clave para analizar problemas específicos. En este caso, se aplicó una encuesta a una muestra de 40 personas, incluyendo comerciantes, funcionarios de la alcaldía del municipio de Guarne, docentes y miembros de la comunidad. Este instrumento permitió identificar retrasos y congestiones en los procesos manuales actuales de registro de vehículos, evidenciando la necesidad de una solución tecnológica.

Dentro de la metodología ágil Scrum aplicada al proyecto de construcción de la plataforma de gestión de parqueaderos en el municipio de Guarne, la implementación de IA ha jugado un papel crucial en mejorar la eficiencia y la experiencia, tanto para los usuarios como para los propietarios. A continuación, se describe el tipo de IA utilizada, las fases de su implementación y los resultados relevantes obtenidos. En el contexto del proyecto, se ha optado por integrar algoritmos de Aprendizaje Automático (Machine Learning), utilizando árboles de decisión y agentes inteligentes.

El propósito de estos modelos es optimizar la toma de decisiones en la gestión de los parqueaderos, tales como la predicción de la disponibilidad de espacios, la asignación de espacios de estacionamiento en tiempo real y la mejora de la seguridad en los procesos de entrada y salida de vehículos. Russell & Norvig (2021), definen:

- Árboles de decisión

Estos algoritmos se utilizan para clasificar patrones de comportamiento de los usuarios, como los hábitos de estacionamiento y las preferencias de los usuarios. Los árboles de decisión permiten que la plataforma realice predicciones y recomendaciones basadas en datos históricos sobre el uso de los parqueaderos.

- Agentes inteligentes

Se utilizan para monitorear las condiciones del parqueadero en tiempo real y gestionar de manera autónoma el flujo de vehículos. Estos agentes son capaces de realizar tareas como el ajuste dinámico de precios en función de la demanda, la asignación de espacios y la comunicación con los usuarios para mejorar la experiencia de usuario.

El modelo de IA utilizado en este proyecto es una versión personalizada, construida sobre un marco base de aprendizaje supervisado para los árboles de decisión y sistemas multiagentes. Este modelo fue entrenado utilizando datos históricos sobre el comportamiento de estacionamiento en los parqueaderos del municipio, los cuales fueron obtenidos a través de encuestas realizadas en la fase de análisis de requisitos:

Entrenamiento y Base de Datos

La base de datos empleada para el entrenamiento contiene registros históricos de los parqueaderos, incluyendo detalles como horarios de alta demanda, patrones de ingreso y salida de vehículos, y perfiles de los usuarios. La base de datos fue enriquecida mediante el uso de sensores IoT y cámaras de seguridad para obtener datos en tiempo real, los cuales alimentan el sistema de IA. El entrenamiento del modelo se llevó a cabo durante la fase de desarrollo, utilizando herramientas de programación en Python y bibliotecas como Scikit-learn para el entrenamiento de los árboles de decisión y TensorFlow, para el desarrollo de agentes inteligentes. Los modelos fueron validados con datos de prueba obtenidos de una muestra de parqueaderos, lo que permitió ajustar los parámetros y asegurar la precisión del sistema.

Fase de Análisis de Requisitos (Scrum)

Se identificaron las necesidades relacionadas con el uso de IA en el proyecto, como la predicción de la disponibilidad de espacios y la asignación dinámica de plazas de estacionamiento. Las encuestas y entrevistas con propietarios y usuarios ayudaron a definir los datos relevantes para alimentar los modelos de IA.

Fase de Diseño del Sistema (Scrum)

En esta etapa, se diseñó la arquitectura del sistema de IA, determinando cómo se integrarían los modelos de aprendizaje automático en la plataforma. Se especificaron las variables a monitorear y se estructuró la base de datos que alimentaría al sistema.

Fase de Desarrollo del Sistema (Scrum)

Se construyeron los algoritmos de IA y se entrenaron los modelos. Durante esta fase, se implementaron los árboles de decisión para la clasificación de patrones y los agentes inteligentes para gestionar el flujo de vehículos en tiempo real.

Fase de Prueba de Sistemas (Scrum)

Se realizaron pruebas exhaustivas de los modelos de IA para verificar su desempeño. Esto incluyó pruebas de validación y verificación para asegurar que los algoritmos de IA generaran las predicciones correctas y gestionaran adecuadamente los espacios de estacionamiento.

Fase de Implementación del Sistema (Scrum)

Finalmente, los modelos de IA se integraron en la plataforma, y el sistema de gestión de parqueaderos comenzó a operar con la capacidad de predecir la disponibilidad de espacios y automatizar la asignación de espacios a los vehículos. Se realizaron ajustes en tiempo real para garantizar que los agentes inteligentes respondieran de manera eficiente a las demandas del sistema.

Resultados y discusión

Guarne es un municipio ubicado en la subregión Oriente del departamento de Antioquia, Colombia. Limita al norte con Copacabana, Girardota y San Vicente; al este con San Vicente; al sur con Rionegro; y al oeste con Medellín (Alcaldía de Guarne, 2023). Tradicionalmente agrícola, la región ha experimentado transformaciones debido a la industrialización impulsada por el tránsito significativo en la autopista Medellín-Bogotá (Gobernación de Antioquia, 2024). En términos de ocupación laboral, esta dinámica ha tenido un impacto positivo en la economía local. Según la Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño (2020), el número de empresas formalizadas en Guarne ha crecido considerablemente, contribuyendo al desarrollo económico y a la generación de empleo en la región. Tras el levantamiento de requerimientos funcionales y su posterior análisis, se definieron los módulos clave para la plataforma. (ver **Tabla 1**).

Tabla 1

Módulos de la plataforma.

Inicio de sesión	Usuario
Parqueadero	Vehículo
Celda	Factura
Tarifa	Medios de pago
Reserva	

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2024).

La integración de IA en la plataforma ha generado importantes mejoras en la gestión de los parqueaderos de Guarne. Los resultados más relevantes son:

- Predicción precisa de disponibilidad

Algoritmos de IA predicen la disponibilidad de espacios en parqueaderos con una precisión superior al 85%, basada en datos históricos de demanda.

- Mejora de la experiencia del usuario

Los usuarios reciben recomendaciones en tiempo real sobre espacios disponibles y tarifas ajustadas a la demanda, incrementando la satisfacción general.

- Automatización en la asignación de espacios

Agentes inteligentes asignan automáticamente los espacios de estacionamiento, reduciendo tiempos de espera y mejorando la eficiencia operativa.

Para el desarrollo de la aplicación, se adoptó la metodología Scrum, que permitió priorizar las historias de usuario y concentrar esfuerzos en las funcionalidades críticas. El product backlog sirvió como una lista ordenada y dinámica de necesidades del usuario, que se ajusta continuamente a medida que el proyecto avanza. Esto garantizó: Atención a las funcionalidades más relevantes desde las primeras etapas del desarrollo y mayor satisfacción del cliente y eficiencia en el proceso de desarrollo. La identificación de necesidades del usuario se realizó mediante

encuestas aplicadas en la fase de análisis de requisitos. Este enfoque permitió recopilar información clave directamente de los usuarios, asegurando que las funcionalidades desarrolladas respondieran a sus expectativas. A continuación, se presentan las historias de usuario definidas para la plataforma:

Historia de Usuario 1 Ingreso y Salida de Vehículos

Como usuario del parqueadero, **Quiero** que la aplicación registre automáticamente la hora de entrada y salida de mi vehículo, **Para** que se calcule de manera precisa el tiempo de uso del parqueadero y la tarifa correspondiente.

Criterios de Aceptación

La aplicación debe registrar la hora exacta de entrada del vehículo en el momento en que pasa por la entrada del parqueadero.

La aplicación debe registrar la hora exacta de salida del vehículo cuando pasa por la salida del parqueadero.

El sistema debe calcular automáticamente el tiempo total de estacionamiento basado en las horas de entrada y salida.

La tarifa por pagar debe calcularse de acuerdo con el tiempo de estacionamiento registrado.

Historia de Usuario 2 Asignación Inteligente de Celdas

Como conductor que utiliza el parqueadero, **Quiero** que la aplicación asigne una celda de estacionamiento automáticamente basada en la disponibilidad y proximidad a la entrada, **Para** que pueda estacionar mi vehículo de manera rápida y conveniente.

Criterios de Aceptación

La aplicación debe mostrar las celdas disponibles en tiempo real.

Si la celda asignada previamente está ocupada, la aplicación debe asignar la siguiente celda disponible más cercana.

El usuario debe recibir una notificación o indicación clara de la celda asignada al ingresar al parqueadero.

Historia de Usuario 3 Generación de Facturas

Como usuario del parqueadero, **Quiero** que la aplicación me genere una factura digital al momento de salir del parqueadero, **Para** que pueda pagar fácilmente y tener un registro de mis gastos.

Criterios de Aceptación

La factura debe generarse automáticamente al registrar la salida del vehículo.

La factura debe incluir detalles como la hora de entrada, hora de salida, tiempo total de estacionamiento, y la tarifa aplicada.

La factura debe ser legible y cumplir con los requisitos legales de facturación.

Historia de Usuario 4 Reserva Anticipada de Estacionamiento

Como conductor frecuente del parqueadero, **Quiero** poder reservar una celda de estacionamiento con anticipación a través de la aplicación, **Para** asegurarme de tener un lugar disponible cuando llegue.

Criterios de Aceptación

El usuario debe poder seleccionar una fecha y hora específica para la reserva.

La aplicación debe mostrar la disponibilidad de celdas para la fecha y hora seleccionadas.

Una vez realizada la reserva, la celda debe ser bloqueada para el uso exclusivo del usuario durante el tiempo reservado.

El usuario debe recibir una confirmación de la reserva con los detalles, incluyendo la celda asignada.

Historia de Usuario 5

Notificaciones de Tiempo Restante

Como usuario del parqueadero, **Quiero** recibir notificaciones en mi teléfono sobre el tiempo restante de mi estacionamiento, **Para** evitar exceder el tiempo y posibles recargos.

Criterios de Aceptación

El usuario debe recibir una notificación 15 minutos antes de que el tiempo de estacionamiento expire.

Si el tiempo se extiende, el usuario debe recibir una notificación adicional informando sobre el tiempo extra y la tarifa adicional.

Las notificaciones deben ser claras y aparecer tanto en la aplicación como en el dispositivo móvil del usuario.

El usuario debe tener la opción de extender el tiempo de estacionamiento directamente desde la notificación.

Historia de Usuario 6

Histórico de Uso del Parqueadero

Como usuario recurrente del parqueadero, **Quiero** poder acceder a un historial de mis usos del parqueadero a través de la aplicación, **Para** revisar mis patrones de uso y gastos.

Criterios de Aceptación

El historial debe mostrar una lista de todas las entradas y salidas del usuario, incluyendo fechas y horas.

Cada registro en el historial debe incluir la tarifa pagada y la celda utilizada.

El usuario debe poder filtrar el historial por rango de fechas.

El historial debe ser accesible en cualquier momento desde el perfil del usuario en la aplicación.

Historia de Usuario 7

Integración con Métodos de Pago Electrónico

Como usuario del parqueadero, **Quiero** que la aplicación esté integrada con métodos de pago electrónico como tarjetas de crédito, débito y billeteras digitales, **Para** pagar de manera segura y rápida sin necesidad de efectivo.

Criterios de Aceptación

La aplicación debe permitir la vinculación de diferentes métodos de pago en el perfil del usuario.

El pago debe ser procesado de manera segura y rápida al momento de generar la factura.

El usuario debe recibir una confirmación de pago inmediatamente después de realizar la transacción.

La aplicación debe manejar pagos fallidos y notificar al usuario si es necesario volver a intentar el pago.

Captura de Placa por medio de IA

La IA es un campo multidisciplinario que ha sido definido y analizado por diversos autores y expertos, ganado importancia en la historia de la humanidad. Un enfoque pionero en este campo fue propuesto por Alan Turing en 1950, quien introdujo lo que hoy se conoce como el "Test de Turing". En su artículo "Computing Machinery and Intelligence", Turing planteó la pregunta, "¿Pueden las máquinas pensar?" y sugirió que, en lugar de responder directamente, se debería considerar si una máquina puede imitar a un humano lo suficientemente bien como para que no se pueda distinguir de una persona en una conversación, (Turing, 1950). De igual manera, Haugeland (1985), expresa que la IA tiene "la interesante tarea de lograr que las computadoras piensen, máquinas con mente, en su amplio sentido literal", (Merchán, 2015, p.20). En la misma línea, McCarthy (2007), uno de los padres fundadores de la IA, la definió como "la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes"(p.8), subrayando la importancia de la capacidad de las máquinas para realizar tareas que requerirían inteligencia si fueran realizadas por humanos. Por otro lado, Russell & Norvig (2010), definen la IA en su libro "Artificial Intelligence: A Modern Approach", como "el estudio de los agentes inteligentes, siendo esta cualquier cosa que

puede percibir de su entorno y tomar acciones que maximicen sus posibilidades de éxito en algún objetivo o tarea” (p.36). Adicionalmente, la IA ha permitido avances en la industria automovilística, desempeñando un papel importante en la conducción y seguridad vial, lo que contribuye una movilidad segura, confortable y eficiente. Este proceso se logra por medio de la utilización de algoritmos avanzados de IA, los cuales escanean las placas de los vehículos, capturando los datos en tiempo real y asignando automáticamente celdas disponibles en el parqueadero. La **Figura 2**, ilustra el proceso de captura de placas mediante IA.

Figura 2

Captura de placa por medio de Inteligencia Artificial.



Nota. Elaboración propia. (2024).

Prototipado

El diseño del prototipo del software se realiza teniendo en cuenta que es un modelo de preproducción, en el cual se busca medir el interés del cliente para posteriormente desarrollar la interfaz gráfica con características de claridad, coherencia y sencillez; permitiendo la interacción con el usuario final. Se utilizaron herramientas como Balsamiq Mockup, HTML5, CSS5, como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3

Prototipo de Inicio de sesión Arparking.



Nota. Elaboración propia. (2024).

Modelado de datos

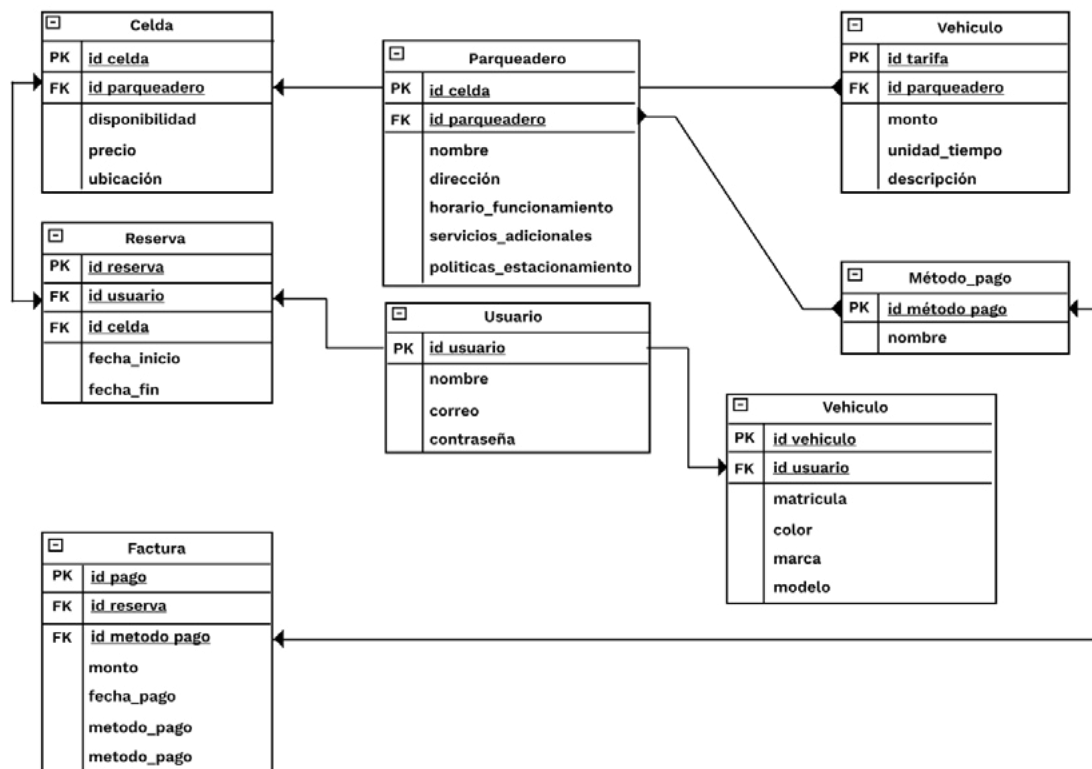
En la moderación de datos se realiza el procesamiento de la información. Para ello se diseña el modelo entidad relación y el diagrama relacional, lo que permite conocer la información que se almacenará en la base de datos. Con base en lo anterior, se procedió a construir la base de datos se utilizan herramientas como WORKBENCH para el modelamiento y MYSQL como gestor de bases de datos, como se evidencia en la **Figura 4**.

Programación

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron diferentes herramientas, tales como, servidor XAMPP, lenguaje de programación PHP, Python, JavaScript y JQuery; a través de las cuales se desarrollaron la parte funcional de la plataforma. Adicionalmente, se integra con una IA donde se logró la captura de la información de la placa de los vehículos. Posteriormente se asigna una celda disponible y se envía a guardar a la base de datos. Como se muestra en la **Figura 5 y Figura 6**.

Figura 4

Modelo Entidad Relación de la Base de Datos.



Nota. Elaboración propia. (2024).

Figura 5

Codificación en Python Preprocesamiento de datos históricos.

```

# Importar bibliotecas necesarias
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score
import joblib # Para guardar el modelo entrenado

# 1. Preprocesamiento de datos históricos
def cargar_y_preprocesar_datos(ruta_archivo):
    """
    Carga y preprocesa los datos históricos del parqueadero.
    """
    # Cargar datos desde un archivo CSV
    datos = pd.read_csv(ruta_archivo)

    # Convertir columnas de fecha y hora a formato datetime
    datos['fecha'] = pd.to_datetime(datos['fecha'])
    datos['hora'] = pd.to_datetime(datos['hora'], format='%H:%M:%S').dt.hour

```

Nota. Elaboración propia. (2024).

Figura 6

Codificación en Python Entrenamiento del Modelo.

```

return X, y

# 2. Entrenamiento del modelo
def entrenar_modelo(X, y):
    """
    Entrena un modelo de clasificación para predecir disponibilidad de espacios.
    """
    # Dividir los datos en entrenamiento y prueba
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=

    # Crear y entrenar un modelo Random Forest
    modelo = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
    modelo.fit(X_train, y_train)

    # Evaluar el modelo
    y_pred = modelo.predict(X_test)
    precision = accuracy_score(y_test, y_pred)
    print(f"Precisión del modelo: {precision * 100:.2f}%")

    # Guardar el modelo entrenado
    joblib.dump(modelo, 'modelo_arparking.pkl')
    print("Modelo guardado como 'modelo_arparking.pkl'.")

```

Nota. Elaboración propia. (2024).

Para identificar las necesidades y percepciones de los usuarios sobre la plataforma propuesta, se aplicó una encuesta como parte del levantamiento de requerimientos. Este instrumento fue diseñado siguiendo los lineamientos establecidos por Pardinás (1991), garantizando una recolección de datos sistemática y ordenada. La encuesta se dirigió a una muestra de 40 personas, compuesta por comerciantes, funcionarios de la alcaldía, docentes y miembros de la comunidad general del municipio de Guarne. Este enfoque permitió capturar las necesidades de los usuarios, identificar problemas en los procesos actuales y definir los requisitos para la plataforma de gestión de parqueaderos. Las preguntas de la encuesta se diseñaron para obtener datos específicos sobre las problemáticas del proceso actual, como el registro manual de vehículos, y las expectativas de los usuarios en relación con la aplicación. Los resultados fueron analizados cuantitativa y cualitativamente, priorizando las funcionalidades más relevantes para el desarrollo de la plataforma.

El análisis de los resultados de la encuesta permitió identificar los siguientes puntos críticos que justificaron el desarrollo de la aplicación:

Registro Manual de Ingreso y Salida de Vehículos

28 de las 40 personas encuestadas, afirmaron que el proceso manual es lento y propenso a errores ya que incluye actividades como el registro físico de la información del vehículo y del usuario en formatos de papel, la asignación de celdas basada en disponibilidad visual o consulta directa al personal, y el cálculo manual del tiempo de permanencia para la generación de facturas. Estas tareas son realizadas sin el apoyo de herramientas digitales, lo que las hace propensas a errores, como la duplicidad de datos, omisiones o inconsistencias en los registros. Además, la falta de un sistema estructurado genera retrasos en la atención al usuario, especialmente en horas de alta demanda, y dificulta la trazabilidad de los datos, impidiendo un seguimiento eficiente

de las entradas y salidas., generando retrasos en la atención y dificultades en la trazabilidad de los datos. Este resultado, que representa el 70% de los participantes, evidenció la necesidad de automatizar el registro de entradas y salidas mediante una plataforma digital.

Falta de Control sobre la Asignación de Celdas

20 de las 40 personas encuestadas, equivalente al 50%, mencionaron la ausencia de un sistema eficiente para asignar celdas de manera equitativa y adaptada a la demanda, lo que genera congestión en ciertas áreas del parqueadero. Se concluyó que la asignación inteligente de celdas, mediante algoritmos, sería una solución eficiente.

Generación Manual de Facturas

Se identificó que la facturación manual es propensa a errores y no optimiza el tiempo de servicio. Esto llevó a definir como módulo clave la generación automática de facturas digitales, agilizando el proceso tanto para los usuarios como para los propietarios. Este hallazgo fue señalado por 25 de las 40 personas encuestadas, equivalentes al 62.5%. En base a estos resultados, se definieron los módulos principales de la plataforma, tales como: inicio de sesión, parqueadero, asignación de celdas, tarifas, reservas, usuarios, vehículos, facturas y medios de pago. La priorización de estos módulos se realizó bajo la metodología Scrum, asegurando que las funcionalidades críticas para los usuarios fueran desarrolladas primero.

Importancia de la Ejecución del Proyecto

La implementación de este proyecto reviste gran relevancia para la comunidad de Guarne y el sector de transporte y logística en la región. La automatización de los procesos de parqueo y facturación permitirá:

Mejorar la Eficiencia Operativa:
Optimización de los tiempos de registro y atención en los parqueaderos.

Aumentar la Seguridad y Trazabilidad:
registro confiable de vehículos que ingresan y salen, beneficiando tanto a usuarios como a propietarios de parqueaderos.

Reducción de errores humanos en la gestión diaria.

Incrementar la Satisfacción del Usuario: ofrecimiento de una experiencia más ágil y eficiente, con características como la asignación inteligente de celdas y la facturación automatizada.

Fortalecer la Economía Local: Mejora en la administración de los parqueaderos, incrementando la rotación de vehículos y optimizando los ingresos.

Conclusiones

El desarrollo de la plataforma de automatización y control de vehículos en los parqueaderos del municipio de Guarne involucró la participación de aprendices del Semillero de Investigación en Teleinformática (SIT) y de instructores SENA del CIAA. Este trabajo colaborativo demostró ser una estrategia clave para el éxito del proyecto, permitiendo un análisis detallado de los requerimientos de propietarios y usuarios, así como el diseño y desarrollo de la solución tecnológica. La combinación de teoría y práctica fortaleció las competencias técnicas y profesionales de los participantes, proporcionando un conocimiento integral en áreas clave del saber.

La implementación de la metodología Scrum, fue un factor determinante en la administración de los recursos del proyecto. Esta metodología permitió al equipo descomponer el proyecto en módulos manejables, adaptándose de forma estructurada y ágil a los cambios y desafíos. Como resultado, se logró mejorar tanto la calidad del producto final como la satisfacción de los usuarios, alcanzando de manera eficiente los objetivos propuestos.

La aplicación ArParking representa una solución efectiva para la automatización y control de vehículos en los parqueaderos de Guarne. Al integrar IA para la asignación de espacios de estacionamiento, la plataforma optimiza la gestión operativa, resolviendo problemas como la congestión y la ocupación ineficiente del espacio. Este avance no solo mejora la experiencia de los usuarios, sino que también impulsa el desarrollo local al fortalecer las competencias técnicas de los aprendices involucrados en el proyecto.

Finalmente, la experiencia adquirida a través de este proyecto constituye un valioso precedente para futuros esfuerzos tecnológicos en la región. Este desarrollo destaca el potencial de la innovación como motor de crecimiento sostenible, contribuyendo significativamente a la modernización de servicios esenciales en Guarne y marcando un punto de referencia para iniciativas similares.

Referencias

- Alcaldía de Guarne. (2023, Julio 6). Identificación del municipio. Información del municipio. <https://www.guarne-antioquia.gov.co/publicaciones/55/informacion-del-municipio/>
- Alcaldía de Guarne. (2023, Julio 6). Identificación del municipio. Información del municipio. <https://www.guarne-antioquia.gov.co/publicaciones/55/informacion-del-municipio/>
- Bin Mohd Nazri, M. I., Alsharif, M. H., Mohd Nasir, N. A., & Hassan, N. (2020). Smart parking system using IoT technology with vehicle recognition and automatic billing. *Journal of Computer Science*, 16(7), 902-913. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2020.902.913>
- Cámara de Comercio Oriente Antioqueño. (2020, noviembre). Analítica de datos y aporte al proceso de IVC (inspección, vigilancia y control) para identificar el nivel de informalidad en el municipio de Guarne. *Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño*. <https://ccoa.org.co/wp-content/uploads/2021/01/INFORME-Guarne.pdf>
- Cohn, M. (2004). *User stories applied: For agile software development*. Addison-Wesley Professional.
- Cohn, M. (2005). *Agile estimating and planning*. Prentice Hall.
- Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4), 11-27. <https://sloanreview.mit.edu/article/the-new-industrial-engineering-information-technology-and-business-process-redesign/>
- Deemer, P., Benefield, G., & Larman, C. (2009). *Scrum primer. GoodAgile*. https://www.goodagile.com/scrumprimer/scrumprimer_es.pdf
- Gobernación de Antioquia. (2024, agosto 6). *Guarne Corregimientos de Antioquia*. <https://corregimientos.antioquia.gov.co/guarne/>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (Ed.). (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Haugeland, J. (Ed.). (1985). *Artificial intelligence: The very idea*. MIT Press.
- Martin, R. C. (Ed.). (2002). *Agile software development: Principles, patterns, and practices*. Prentice Hall.
- Martin, R. C. (Ed.). (2018). *Clean architecture: A craftsman's guide to software structure and design*. Pearson Education.
- McCarthy, J. (2007). What is artificial intelligence?. <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>
- Merchán, G. (2015). Inteligencia artificial informe. https://www.academia.edu/7908741/inteligencia_artificial_informe
- Mohandes, M., Deriche, M., Abuelma'Atti, M. T., & Tasadduq, N. (2019). Preference-based smart parking system in a university campus. *IET Intelligent Transport Systems*, 13(2), 376-384. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5207>
- Mohandes, S. R., Zhang, Y., & Li, C. (2019). User-preference based intelligent parking system for smart cities. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(11), 4245-4255. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2900657>
- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8), 114-117. <https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf>

Pardinas, F. (Ed.). (1991). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. Siglo veintiuno editores sa. <https://cirma.org.gt/library/images/4/4b/57927.pdf>

Russell, S., & Norvig, P. (Ed.).(2010). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson Education.

Russell, S., & Norvig, P. (Ed.).(2016). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson Education.

Russell, S., & Norvig, P. (Ed.).(2021). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson Education.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>

Sutherland, J. (Ed.).(2014). *Scrum: The art of doing twice the work in half the time*. Crown Business New York. https://www.agileleanhouse.com/lib/lib/News/More_Praise_for_Scrum_The_Art_of_Doing_T.pdf

Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, New Series*, 59(236), 433-460. <https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>



Visión Holística de la Agrocadena: Estrategias para la Optimización Agrologística del Oriente Antioqueño

*Holistic Vision of the Agro-chain: Strategies for the
Agrologistics Optimization of Eastern Antioquia*

Resumen

Karol Mendoza Martínez

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Semillero de Investigación Gestión y Desarrollo Empresarial (GESTORING) y Grupo de Investigación en Innovación y Agroindustria (GIIA), Tecnología en Coordinación de Procesos Logísticos, kmendozam@sena.edu.co

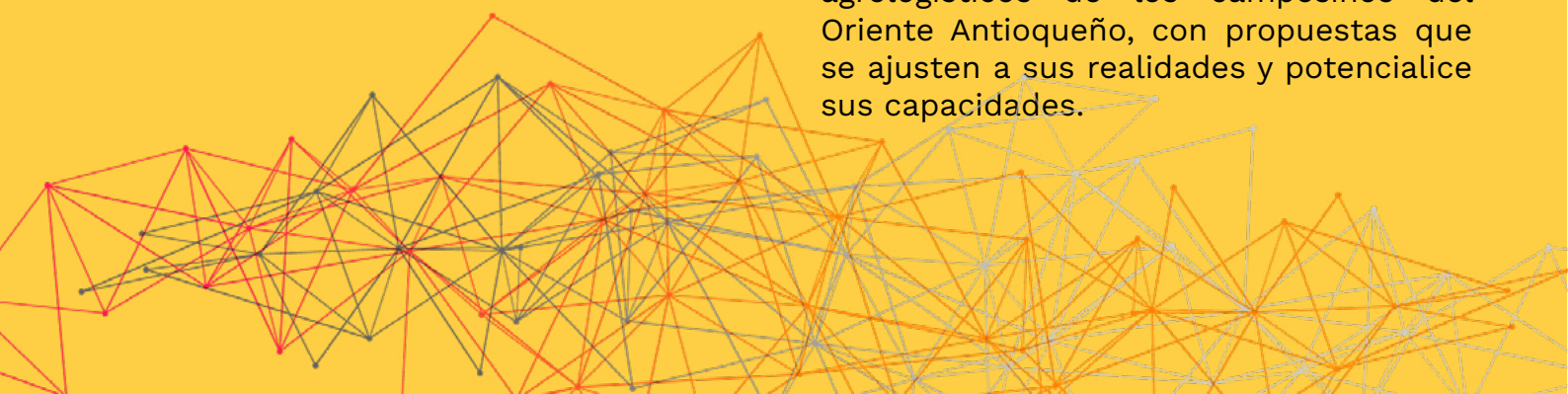
Elizabeth Bran Serna

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Semillero de Investigación Gestión y Desarrollo Empresarial (GESTORING), Tecnología en Coordinación de Procesos Logísticos, ebrans@sena.edu.co

Como citarse

Mendoza-Martínez, K. y Bran-Serna, E. (2024). Visión Holística de la Agrocadena: Estrategias para la Optimización Agrologística del Oriente Antioqueño. *Revista Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 10(1), 19-32.

La generación de sinergias interdisciplinarias en la construcción de una ruta hacia la competitividad del campo colombiano es de gran valor, ya que permiten integrar conocimientos técnicos, innovaciones y posibles políticas públicas para optimizar procesos y mejorar la productividad agrícola. Razón por la cual, se realiza un ejercicio investigativo de enfoque cualitativo con los instructores del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), del Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación (CIAA), para la gestación de estrategias que aporten a la optimización de la cadena de suministros agroindustriales; que dan como resultado diversas estrategias para las etapas clave de la agrocadena que van desde el abastecimiento, la producción, la transformación, el almacenamiento, el manejo postcosecha, la distribución, la comercialización y la sostenibilidad; que contribuyen a la mejora de los procesos agrologísticos de los campesinos del Oriente Antioqueño, con propuestas que se ajusten a sus realidades y potencialice sus capacidades.



Abstract

The generation of interdisciplinary synergies in the construction of a route towards the competitiveness of the Colombian countryside is of great value, since it allows the integration of technical knowledge, innovations and possible public policies to optimize processes and improve agricultural productivity. For this reason, a qualitative research exercise is carried out with the Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) instructors of the Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación (CIAA), for the development of strategies that contribute to the optimization of the agroindustrial supply chain; which result in various strategies for the key stages of the agrochain ranging from supply, production, transformation, storage, post-harvest handling, distribution, marketing and sustainability; which contribute to the improvement of the agrologistic processes of the farmers of Eastern Antioquia, with proposals that adjust to their realities and enhance their capabilities.

Palabras clave

Agroindustria, suministro de alimentos, estrategias de desarrollo, desarrollo agrícola, clase campesina.

Keywords

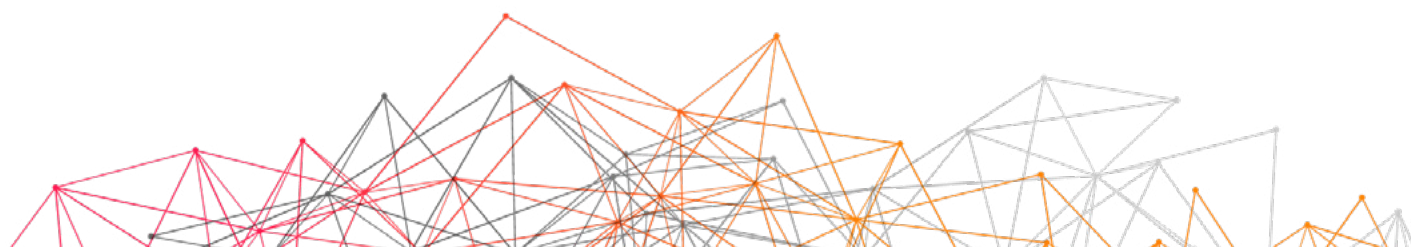
Agroindustry, food supply, development strategies, agricultural development, peasantry.

Introducción

El Oriente Antioqueño, es un territorio con abundancia en recursos naturales, lo que le otorga una ventaja comparativa en relación con el sector primario y, por consiguiente, productos agrícolas con características especiales de calidad. Sin embargo, esta ventaja no se traduce en competitividad debido a la falta de desarrollo del sector, que presenta procesos productivos y logísticos ineficientes, lo que convierte la labor del campo en una actividad de escasa retribución económica y alto esfuerzo físico. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MinAgricultura], 2020).

El artículo expone los resultados de una investigación cualitativa, que explora estrategias aplicables al sector agroindustrial desde las diferentes actividades logísticas de la cadena. Lo anterior con el fin de identificar oportunidades de mejora, desde una visión holística e interdisciplinaria, que se ajusten a las realidades del sector y potencien sus capacidades y crecimiento, reconociendo el alto impacto que estas ideas pueden tener en la competitividad del sector agrícola de la región. Tal como lo expresan Ramírez-Molina et al. (2024):

La búsqueda de ventajas competitivas y encadenamiento de los sistemas productivos ayudaría a evolucionar de inestables y precarios sistemas de producción de subsistencia, a ser unidades productoras de bienes y servicios con valor e insertados a cadenas de valor, suministros locales y globales. (p.333)



Metodología

El diseño de la investigación es de tipo cualitativo, utilizando la técnica de grupos focales, ya que se centra en las percepciones y experiencias de los participantes respecto a las propuestas de mejora para la cadena de suministro. Esta aproximación permite una exploración profunda de los temas de interés y facilita la identificación de patrones.

Los participantes fueron instructores SENA del CIAA, seleccionados mediante un muestreo a conveniencia, contando con representatividad de instructores de las áreas agropecuaria, empresarial, industrial, turística y gastronómica. De esta manera, integraron los grupos focales de manera interdisciplinaria, contando con instructores de diferentes áreas del conocimiento. Esta diversidad en la selección de participantes permitió obtener una perspectiva holística de los desafíos y oportunidades en los procesos logísticos del sector.

En total, se organizaron 8 grupos focales con 12 participantes cada uno, para un total de 123 ideas o estrategias que surgieron a partir de la pregunta: ¿Qué estrategias podrían ayudar a mejorar los procesos agrologísticos de los campesinos colombianos?, con el fin de determinar estrategias clave para los diferentes eslabones de la cadena de suministro del sector agrícola.

Se realizó un análisis descriptivo de la información, clasificando cada una de las ideas de los participantes en correspondencia a los eslabones de la agrocadena y posteriormente, se describen los aportes de acuerdo a la pertinencia y la viabilidad con relación a la misión institucional y el quehacer del SENA.

Cadena de Suministro

La cadena de suministro es el sistema completo de actores, actividades, información y recursos involucrados en la creación y distribución de un producto, desde la gestión de la materia prima e insumos, pasando por la producción, hasta llegar al consumidor final. Cada componente de la cadena de suministro interactúa con los demás, para asegurar que los productos se produzcan, almacenen, transporten y entreguen de manera eficiente. La gestión de esta afecta directamente la eficiencia operativa, los costos, la calidad del producto y la satisfacción del cliente. (Ballou, 2004).

De esta manera, se habla de la gestión de la cadena de suministro situando como eje transversal de la integración logística entre proveedores, productores, intermediarios y consumidores finales, teniendo como origen y final, el cliente. Por consiguiente, se hace apremiante el desarrollo de una red de actividades logísticas como la planeación de la demanda, el abastecimiento, la logística de entrada, la operación, la logística de salida, la distribución y la logística inversa. (Mora, 2023).

La cooperación y coordinación entre todos los actores de la cadena es por tanto de vital importancia, lográndose un trabajo conjunto que permita un efecto sinérgico entre las partes, estando siempre atentos a las cambiantes necesidades y preferencias de los consumidores. (Chiavenato y Sapiro, 2017).

Por tanto, una cadena de suministro bien gestionada puede ofrecer ventajas competitivas significativas al garantizar que los productos se produzcan y entreguen de manera efectiva y satisfactoria.

Agrocadena

Así mismo, se hace relevante abordar el concepto de agrocadena y otros términos asociados (ver **Figura 1**). La agrocadena se entiende como:

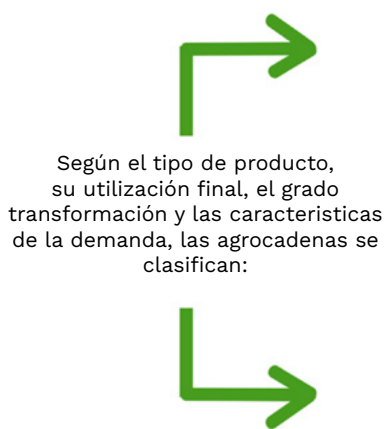
El proceso de transformación que lleva a producir mercancías destinadas al consumo directo o para ser procesadas industrialmente con la finalidad de dar origen a bienes alimentarios o no alimentarios. Así, el sector agrícola y el sector industrial se constituyeron en dos sectores productivos especializados, independientes pero relacionados a través del mercado. El concepto de agrocadena productiva hace referencia al conjunto de actores que participan en el proceso de producción, transformación, comercialización, mercadeo y distribución de un bien común. (Cardona et al., 2010, p.63).

Figura 1

Alcance de la Agrocadena.

Cadena de suministros Agrícola

Sistema que comprende todas las actividades, organizaciones, actores, tecnología, información, recursos y servicios involucrados en la generación de productos del sector primario para los mercados de consumo



Agrocadena Alimentaria

Las relacionadas únicamente con productos frescos.

Agrocadena industrial

Las relacionadas con productos que reciben algún grado de transformación y productos no alimentarios tales como fibras, textiles, cueros, biocombustibles

Nota. Elaboración propia, tomando como base la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017) y Cardona et al. (2010).

Se presenta el concepto de agrologística, como elemento de confluencia para la generación de estrategias acordes a la realidad de la producción agrícola, estando directamente conectada con la distribución de productos agrícolas y, en un sentido más amplio, con la creación del sistema óptimo de movimiento de todo tipo de productos agrícolas en la cadena de distribución, no solo de manera rentable sino también con el logro de altos estándares de servicio, dirigidos al ámbito del consumo. (Kiladze, 2017).

Estrategias para la Mejora de la Cadena de Suministro

El trabajo de Fontalvo y Morelos (2013), presenta varias estrategias para mejorar la cadena de suministro basadas en el modelo SCOR. A continuación, se destacan algunas de estas estrategias clave:

- **Planificación de la Demanda:** Utilizar modelos de previsión de la demanda para alinear la producción y la distribución con las necesidades del mercado, evitando tanto el exceso como la falta de inventario.

- **Gestión Dinámica del Inventario:** Establecer sistemas flexibles de inventario que permitan ajustar rápidamente las existencias según las fluctuaciones en la demanda, esto ayuda a reducir el desabastecimiento y los costos asociados al almacenamiento excesivo.

- **Automatización de Procesos:** Mejorar la eficiencia en la producción y en la gestión de la cadena de suministro. Esto incluye la automatización de la recepción de materiales y la distribución de productos finales.

- **Optimización de la Transparencia de Datos:** Mejorar la visibilidad y el intercambio de información a lo largo de la cadena de suministro para minimizar errores y facilitar una toma de decisiones más informada.
- **Evaluación y Selección de Proveedores:** Desarrollar criterios claros y procesos de evaluación para seleccionar proveedores que se alineen con los objetivos de la cadena de suministro y puedan ofrecer una calidad consistente y costos competitivos.
- **Implementación de Tecnología Avanzada:** Adoptar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el análisis de datos para mejorar la eficiencia y la adaptabilidad de la cadena de suministro.

Así mismo, Sablón-Cossío et al. (2017), propone diversas estrategias para mejorar la integración en las cadenas de suministro. Algunas de estas estrategias incluyen:

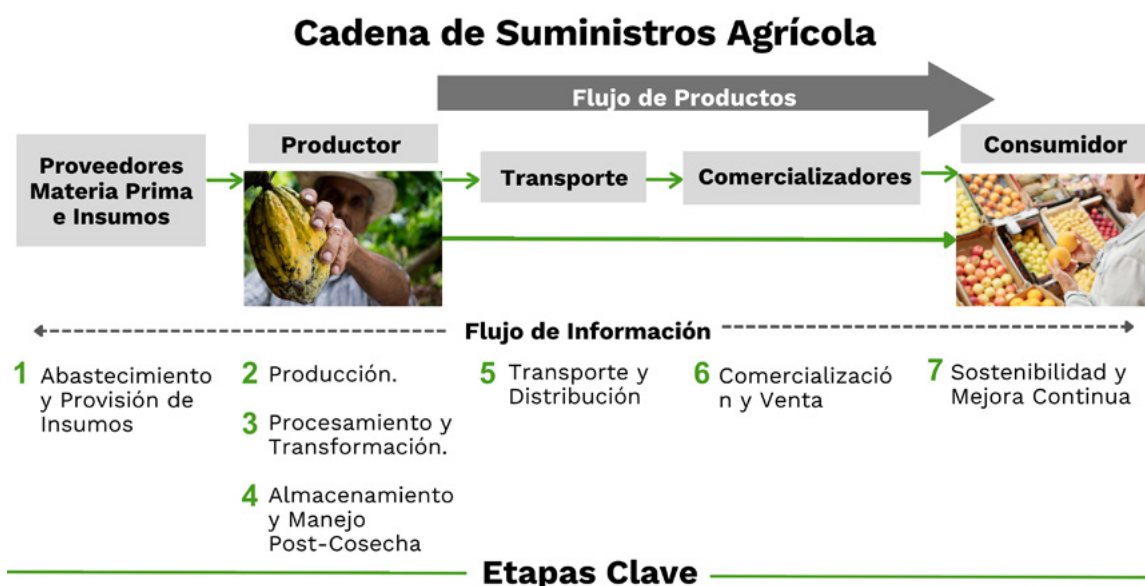
- **Planificación Colaborativa:** Fomentar la colaboración entre los distintos actores de la cadena de suministro para mejorar la eficiencia y la sincronización.
- **Tecnologías de Información y Comunicación (TIC):** Implementar herramientas tecnológicas para mejorar la comunicación y el flujo de información.
- **Estandarización de Procesos:** Crear estándares comunes para facilitar la integración y la interoperabilidad entre las diferentes partes de la cadena.
- **Gestión de Relaciones con Proveedores (SRM):** Desarrollar relaciones estratégicas con proveedores para asegurar la calidad y la continuidad del suministro.
- **Optimización Logística:** Mejorar la logística y el transporte para reducir costos y tiempos de entrega.

Resultados y Discusión

Para efectos de clasificación de las estrategias dadas por los instructores participantes en la investigación, se determinan siete etapas clave para la gestión de la agrocadena, tal como lo expone la siguiente **Figura 2:**

Figura 2

Etapas Clave de la Cadena de Suministros del Sector Agrícola.



Nota. Elaboración propia. (2024).

1. Abastecimiento y Provisión de Insumos. Enfocado en la adquisición de semillas, fertilizantes, pesticidas, maquinaria y otros insumos necesarios para la producción.

2. Producción. En este se incluyen actividades relacionadas con la siembra, cultivo, manejo de cultivos y cosecha.

3. Procesamiento y Transformación. Se refiere a la transformación de materias primas en productos terminados o semiterminados, y puede incluir actividades como el embalaje, conservación y liofilización.

4. Almacenamiento y Manejo Post-Cosecha. Comprende el almacenamiento adecuado de productos agrícolas, el manejo de atmósferas controladas, y la logística de almacenaje para preservar la calidad de los productos.

5. Transporte y Distribución. Tiene en cuenta el transporte de productos desde el lugar de producción o almacenamiento hasta los mercados o consumidores finales.

6. Comercialización y Venta. Incluyen actividades de mercadeo, promoción, creación de canales de distribución y ventas, tanto en mercados locales como internacionales.

7. Sostenibilidad y Mejora Continua. Se enfoca en la gestión de residuos, la sostenibilidad ambiental, y la mejora continua de procesos.

Clasificación de las Estrategias para cada Etapa Clave de la Agrocadena

1. Propuestas para Mejorar el Abastecimiento y la Provisión de Insumos para el Sector Agrícola

En este sentido, las propuestas están enfocadas a la gestión de proveedores, estructuras de costos, consolidación de centros de acopio de insumos y asociatividad.

Control de la Gestión de Proveedores de Insumos Agrícolas

Permite reducir costos para los campesinos, asegurando precios más competitivos en el mercado y evitando prácticas de precios abusivos; esto es fundamental para mantener la rentabilidad

y sostenibilidad agrícola. Esta estrategia es viable si se implementan mecanismos de regulación y monitoreo adecuados, así como, capacitación y asesoría de los productores en negociación con los proveedores, gestión de costos y selección de insumos adecuados. Promover la creación de redes de cooperación entre agricultores para que puedan agrupar sus compras y obtener precios más competitivos y mayor poder de negociación con los proveedores.

Mejorar el Costeo de los Productos Agrícolas

Esto puede proporcionar una visión más clara de los costos totales y ayudar a optimizar el proceso de producción que conlleva a una gestión más eficiente y a una mejor planificación financiera. La implementación efectiva depende de la disponibilidad de herramientas de análisis de costos que permitan a los agricultores, de manera fácil y funcional, calcular y analizar los costos asociados con la producción agrícola, desde la adquisición de insumos hasta la comercialización de sus productos, a través de prácticas de costeo eficientes para gestionar sus recursos de manera efectiva.

Centrales de Acopio Locales

Ofrecen múltiples beneficios tanto para los productores como para la cadena de suministro agrícola en general. Facilitan el acceso a insumos agrícolas al concentrar recursos en un solo punto, lo que simplifica el proceso de compra para los productores locales.

Al centralizar las compras y el almacenamiento de insumos, se pueden reducir costos logísticos asociados, lo que puede resultar en precios más competitivos para los productores. Disminuye la necesidad de intermediarios, lo que puede traducirse en una mayor transparencia y menores costos para los agricultores.

Asociatividad para la Compra Conjunta de Insumos

Estas asociaciones permiten a los agricultores unir fuerzas para adquirir insumos a precios más competitivos y optimizar el proceso de compra. Al agrupar las compras, los agricultores pueden aprovechar economías de escala, obteniendo precios más bajos debido al mayor volumen de compra.

La compra conjunta puede asegurar una mayor disponibilidad de insumos, especialmente para pequeños productores (que podrían enfrentar dificultades para acceder a ciertos insumos), lo que permite a los agricultores acceder a insumos de mayor calidad y variedad, mejorando la producción agrícola, aumentando el poder de compra y una mayor influencia en las negociaciones con proveedores y fabricantes.

2. Propuestas para Mejorar la Producción del Sector Agrícola

Se centran en varios aspectos clave del desarrollo agrícola, tales como la capacitación, la tecnificación, la mejora de la logística y el fortalecimiento de la asociatividad.

Asesorías Técnicas y Capacitación a los Campesinos

La capacitación es fundamental para mejorar la calidad y productividad de los cultivos. Los conocimientos técnicos son necesarios para adoptar mejores prácticas agrícolas y tecnologías emergentes. No obstante, las capacitaciones deben ser continuas y adaptadas a las necesidades locales. La capacitación en logística es importante, ya que ayuda a mejorar la eficiencia, reducir los costos y las pérdidas postcosecha. De igual forma, la capacitación en temas de mercadeo y ventas se evidencia como de alto impacto para el sector, en tanto lo habitual es que existan múltiples intermediarios entre el productor y el consumidor final.

Asociatividad y Fortalecimiento de Pequeños Productores

Permite a los campesinos mejorar el poder de negociación y acceso a recursos, y les facilita la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles. Aunque la estrategia es viable, requiere un esfuerzo significativo en términos de gestión, teniendo clara una estructura organizativa para la asociación, con roles y responsabilidades definidos para ejecutar cada una de las actividades para el logro de los objetivos, acordando términos y condiciones comunes que vayan en la vía de beneficiar a todos los miembros.

Tecnificación del Campo y Transformación Digital

Este es un proceso fundamental para aumentar la productividad y eficiencia del sector, al optimizar el uso de recursos y mejorar la calidad de los productos. Se habla entonces de la agricultura 4.0, concepto adoptado por la FAO, como la agricultura que:

Integra una serie de innovaciones para producir productos agrícolas. Estas innovaciones engloban agricultura de precisión, IoT y big data para lograr una mayor eficiencia de producción. En una definición más amplia, ciertos autores afirman que, la Agricultura 4.0 contempla toda la cadena de valor, desde el agricultor a la distribución, conectado a través de Internet para coordinar y compartir información, sin dejar de lado, la experiencia del consumidor. (Ojeda-Beltrán, 2022, p.11)

Es necesario un enfoque gradual que permita a los productores familiarizarse con las nuevas tecnologías, siendo un desafío, especialmente en áreas rurales con poca infraestructura tecnológica, por lo tanto, es indispensable adaptarlas al nivel de acceso y comprensión tecnológica de los campesinos.

Apoyo en la Creación de Abonos Orgánicos

Mejora la fertilidad del suelo y por ende la productividad agrícola, permitiendo a los agricultores cultivar productos con mayor calidad nutricional y sostenibles, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos costosos y perjudiciales para el medio ambiente.

Retomar Prácticas Ancestrales Combinadas con Nuevas Tecnologías

Pertinente en términos de sostenibilidad, conservación de la biodiversidad y el valor por lo ancestral, al poder ser una ventaja competitiva en mercados nicho con demanda de productos orgánicos y sostenibles, ofreciendo soluciones innovadoras y culturalmente apropiadas que respetan el medio ambiente. Es viable, en la medida en que se tenga la capacidad de combinar efectivamente estas prácticas con tecnologías modernas, lo que requiere un enfoque respetuoso y colaborativo con los agricultores.

3. Propuestas para Mejorar Procesamiento y Transformación Productos

Son actividades decisivas para añadir valor a los productos agrícolas, mejorar la calidad y facilitar el proceso de comercialización, tales como los procesos de liofilización, tecnificación en empaque y embalaje y sinergización agroalimentaria.

Proceso de Liofilización

Es una técnica avanzada de conservación que retiene la calidad nutricional y el sabor de las frutas y verduras, aumentando su valor agregado, extiende la vida útil de los productos, haciéndolos más adecuados para la exportación y reduciendo pérdidas por perecederos. Este tipo de transformación cuenta con un mercado creciente internacional, especialmente en regiones con consumidores preocupados por la salud y la nutrición. Es un proceso que requiere inversión en equipos especializados y tecnología, lo que puede ser costoso para pequeños productores, no obstante, se pueden hacer alianzas con entidades que faciliten el acceso a los laboratorios o los centros de procesamiento equipados con tecnología de liofilización.

Elaboración de Productos Funcionales y Fortificados

Se refiere a alimentos que han sido mejorados con ingredientes adicionales o modificados para proporcionar beneficios para la salud. Más allá de su valor nutricional básico, estos productos pueden incluir alimentos enriquecidos con vitaminas, minerales, probióticos, antioxidantes, o ingredientes bioactivos que ayuden en la prevención de enfermedades del corazón, la digestión o el sistema inmunológico, y que aborden deficiencias de nutrientes comunes en ciertas poblaciones, como la vitamina D, hierro, calcio, ácido fólico, entre otros. Actualmente existe una creciente demanda por parte de los consumidores de este tipo de alimentos que contribuyan a una dieta más saludable y al bienestar general. (Organización Mundial de la Salud y Organización [OMS], 2017).

Sinergización Agroalimentaria

Es el proceso de combinar diferentes productos agrícolas en un solo producto o proceso para crear un resultado que sea mayor que la suma de sus partes individuales, donde la interacción de los elementos combinados produce un efecto adicional o mejorado (FAO, 2024), lo que concede a los productores diversificar su oferta, creando nuevos productos que pueden atraer a diferentes segmentos de mercado, facilitando el uso completo de los productos agrícolas, incluyendo aquellos que podrían no tener un valor comercial significativo por sí solos y reduciendo el desperdicio.

Además, puede llevar a la creación de productos innovadores, más complejos y novedosos, con nuevos sabores, texturas y propiedades nutricionales, aumentando el valor percibido por los consumidores, justificando precios más altos, y diferenciando a los productores en el mercado.

Para el desarrollo de esta estrategia se requiere una base sólida de investigación para identificar combinaciones efectivas al entender cómo interactúan los ingredientes a nivel químico y sensorial, además de emplear tecnologías adecuadas para procesar y estabilizar los productos combinados sin comprometer su calidad. Es fundamental educar a los consumidores sobre los beneficios, además de las características de los nuevos productos, asimismo, saber diferenciar de las opciones tradicionales.

4. Propuestas para Mejorar Almacenamiento y Manejo Post-Cosecha

Este aspecto ayuda a garantizar la calidad y seguridad de los productos agrícolas desde el momento de la cosecha hasta su llegada al consumidor final. El almacenamiento con atmósfera adecuada y la orientación y capacitación a los campesinos, son esenciales para fortalecer este eslabón.

Almacenamiento con Atmósfera Controlada/Modificada

Los productos agrícolas son altamente perecederos y requieren condiciones específicas para mantener su frescura, sabor y valor nutricional. El uso de atmósferas controladas o modificadas puede retardar

el deterioro y prolongar la vida útil de los productos agrícolas. Una adecuada atmósfera de almacenamiento puede minimizar las pérdidas por descomposición, reduciendo el desperdicio y aumentando la disponibilidad de productos frescos. Los productos que se mantienen en mejores condiciones durante más tiempo tienen una ventaja competitiva en el mercado, especialmente para la exportación. La implementación de tecnologías para atmósferas controladas, como refrigeración y control de gases, puede ser costosa, sin embargo, las inversiones iniciales pueden recuperarse rápidamente gracias a la reducción de pérdidas y el aumento de la calidad del producto.

Monitoreo y Control de Calidad en el Almacenamiento y Manejo Post-Cosecha

Implementar sistemas para monitorear constantemente la temperatura, humedad, y calidad del aire en las instalaciones de almacenamiento, garantiza la disminución de las pérdidas, aspecto muy importante para las pequeñas empresas productoras que a menudo operan con márgenes más estrechos que las grandes empresas, por lo que la prevención de pérdidas por deterioro es determinante para mantener la rentabilidad; además que permite cumplir con las regulaciones de seguridad alimentaria, aspecto esencial para acceder a mercados más amplios, incluyendo los internacionales.

La viabilidad de implementar estos sistemas depende de factores como el costo inicial, la capacidad de formación y asistencia técnica, y la adaptación de las soluciones tecnológicas a las necesidades y recursos de la empresa.

Tecnificación en el Proceso de Embalaje del Producto

Un embalaje adecuado puede prevenir daños durante el transporte, asegurando que los productos lleguen en buen estado al mercado, mejorando la percepción de calidad del producto por parte de los compradores y facilitando una mejor gestión y manejo de los productos a lo largo de la cadena de suministro.

Capacitar a los productores y trabajadores agrícolas en técnicas de embalaje, permite que sean eficientes y preserven la calidad del producto, y que los materiales y métodos de embalaje cumplan con las regulaciones locales e internacionales.

Uno de los nuevos conceptos es el embalaje activo, que hace referencia a materiales de embalaje que interactúan con el contenido, como absorbentes, controladores de humedad o emisores de antioxidantes, para extender la vida útil del producto. Por su parte, el embalaje inteligente incluye sensores integrados que monitorean la condición del producto, como la frescura, temperatura o niveles de gases. Estos sistemas pueden alertar a los productores o distribuidores cuando se detectan problemas potenciales (Rojas-Lema, 2022).

Tecnología de Plasma Frío

Es un método de desinfección sin químicos para eliminar bacterias, hongos y otros patógenos de la superficie de los productos agrícolas, que ayuda a prolongar la vida útil y a mantener la seguridad alimentaria sin afectar la calidad del producto.

Esta tecnología puede ser aplicada a una variedad de productos agrícolas y es adaptable a diferentes escalas de producción, desde pequeños hasta grandes cultivos y es de bajo impacto ambiental. La implementación requiere una inversión inicial en equipos especializados, lo que representa una barrera para los pequeños productores con recursos financieros limitados (Puente-Díaz, 2024).

5. Propuestas para mejorar Transporte y Distribución

La distribución hace referencia a la selección del modo y medio de transporte, “proceso se enfoca en la forma cómo los productos serán enviados y trasladados para estar disponibles, desde los almacenes de distribución de proveedor al cliente final. el que juega un papel fundamental dentro de la cadena de suministros” (Bran, et al. 2023, p. 66).

Por tanto, la eficiencia y la organización son clave para reducir costos logísticos, mantener la calidad de los productos y garantizar un acceso al mercado, en ese sentido, las propuestas planteadas por los instructores se enfocan en:

Asociación entre Productores para el Uso de Transporte Conjunto

Compra de motocarros que les permita a los pequeños productores sacar directamente sus productos al mercado local. Esta estrategia puede empoderar a los productores locales, permitiéndoles un mayor control sobre la distribución de sus productos, reduciendo la dependencia de intermediarios, lo que se traduce en disminución de costos de distribución y mejores precios para sus productos en el mercado, aumentando así sus ingresos totales.

El reto se enfoca en requerir una inversión inicial considerable y lograr la eficiencia en la planeación de las rutas, sin embargo, la asociatividad y la buena comunicación puede facilitar la adquisición de recursos y el buen uso de los mismos.

Aplicaciones Móviles para Coordinación de Transporte

Permite a los productores coordinar el transporte de sus productos de manera eficiente, compartiendo rutas y optimizando el uso de vehículos. Genera mayor eficiencia en el uso de recursos, reduce costos operativos de transporte y mejora la planificación logística. El desafío lo genera el acceso a tecnología por parte de los campesinos, las habilidades digitales, la infraestructura de comunicación y la conectividad.

Almacenamiento Temporal en Centros de Distribución

Establecer sistemas de almacenamiento temporal con refrigeración en centros de distribución para mantener los productos frescos hasta su recolección o venta. Esto permite flexibilizar la gestión de inventarios y ayuda a mejorar la eficiencia y la calidad en el transporte de productos perecederos.

6. Propuestas para Mejorar la Comercialización y Venta

Las estrategias propuestas abarcan desde enfoques tradicionales, como la asociatividad y la creación de centros de acopio, hasta enfoques más innovadores, como la implementación de tecnologías digitales y la creación de nuevas formas de distribución. La pertinencia de cada estrategia depende de las

características locales, las necesidades de los productores y las oportunidades de mercado.

La viabilidad, por otro lado, está condicionada por factores como el acceso a financiamiento, la infraestructura disponible y la capacidad organizativa de los productores.

Fortalecimiento de Asociaciones y Cooperativas

Permite a los pequeños productores unir fuerzas, negociar mejores precios, compartir recursos y acceder a mercados más grandes. Esta estructura facilita la comercialización directa, eliminando intermediarios y mejorando los márgenes de beneficio. Es de alta viabilidad, especialmente con el apoyo de instituciones gubernamentales o educativas como el SENA, que pueden ofrecer capacitación y asesoría técnica. Los desafíos incluyen la necesidad de una gobernanza efectiva y la construcción de confianza entre los miembros.

Desarrollo de Centros de Acopio

Ofrecen la posibilidad a los productores de almacenar los productos en condiciones adecuadas, consolidar volúmenes de producción y mejorar la logística de distribución. Esto facilita la comercialización al determinar un punto centralizado para la venta y reduce los costos de transporte.

Fortalecimiento de Mercados Campesinos Locales

Ayuda a crear un vínculo directo entre productores y consumidores, lo que puede aumentar la lealtad y la preferencia por productos locales. Además, reduce los costos asociados con intermediarios y transporte a mercados distantes. Requiere menos infraestructura que otras estrategias y puede ser apoyada por campañas de sensibilización y educación de los consumidores, fortaleciendo el valor y el sentido de pertenencia hacia los productos locales. Se busca fortalecer las preferencias de los consumidores hacia los productos del territorio, fomentando el consumo de productos de los municipios y territorios vecinos, avocando a reconocer la labor esencial del campesino.

Implementación de Tecnologías y Canales de Venta Digital

Se proponen páginas web y marketplaces que amplíen el alcance de los productores, permitiéndoles llegar a consumidores urbanos y a los mercados internacionales. Estas herramientas pueden mejorar la visibilidad de los productos y facilitar las transacciones electrónicas. Es una estrategia viable, con un costo inicial relativamente bajo para la creación de plataformas digitales y con el potencial de que retornen los recursos invertidos, si se implementan de manera efectiva. “El éxito de estas estrategias depende no solo de la oferta, sino también de la adopción e implementación de estas tecnologías por parte del consumidor”. (Mazon-Olivo et al., 2018 como se citó en Romero-Sánchez y Barrios, 2023, p. 3)

Puerto Seco en el Oriente Antioqueño

Brinda la posibilidad de una conexión con mercados nacionales e internacionales. La región cuenta con importantes vías de comunicación terrestre que la conectan con otras partes del país, así como con puertos marítimos en la costa Atlántica y Pacífica, lo que es esencial para el movimiento de mercancías. Aunque el establecimiento de un puerto seco requiere una inversión significativa en infraestructura, la viabilidad económica puede ser alta si se logra una integración efectiva con las cadenas de suministro existentes y se atraen suficientes volúmenes de carga.

Incentivar a los Restaurantes a Comprar Insumos Locales

Al motivar a los restaurantes a utilizar productos locales, se incrementa la demanda de estos, beneficiando a los productores locales y de esta manera se minimizan los intermediarios, logrando el abastecimiento de los alimentos de manera directa, asegurando tiempos, calidad y frescura de los mismos. Para esto se requiere de acuerdos y posiblemente incentivos para que los restaurantes replanteen sus proveedores, viendo los grandes beneficios de esta alianza estratégica.

Implementar Vitrinas, Virtuales o Físicas, en las Instalaciones del SENA

Promocionar productos agrícolas de los aprendices y egresados SENA, que sirva como plataforma de comercialización, al mismo tiempo que de aprendizaje práctico para los aprendices, ya que es una estrategia que permite el desarrollo de habilidades empresariales en gestión empresarial, marketing, ventas, atención al cliente, logística, entre otras; además brinda la posibilidad de mejorar la visibilidad de los productos y fomentar la interacción con nuevos mercados.

7. Propuestas para la Sostenibilidad y Mejora Continua

Si bien la sostenibilidad y mejora continua, no se considera un eslabón en la cadena de suministro, sino más bien un enfoque o principio transversal que puede aplicarse a lo largo de todos los eslabones de la agrocadena, se plantearon conceptos que se integran en diversas etapas para mejorar la eficiencia, reducir impactos ambientales y promover prácticas responsables, como:

Gestión y Optimización de Residuos Agrícolas

Es un aspecto relevante de la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola y se refiere al manejo adecuado de los desechos generados durante la producción agrícola, como restos de cultivos, residuos de cosecha, insumos utilizados en la agricultura, y otros materiales orgánicos e inorgánicos. La transformación de residuos agrícolas en compost o biogás es una forma de reciclar nutrientes y generar energía, lo cual reduce la dependencia de fertilizantes químicos y combustibles fósiles, generando nuevas fuentes de ingresos para los agricultores y reducir el costo de insumos. (Chávez y Rodríguez, 2016)

Implementación de Políticas de Sostenibilidad y Uso Eficiente de Recursos

Es un componente fundamental para la gestión responsable y sostenible de las operaciones agrícolas y de la cadena de suministro. Estas políticas no solo ayudan a mitigar el impacto ambiental, sino que también promueven la eficiencia económica y la responsabilidad social.

En este sentido los planteamientos se orientan especialmente a promover prácticas agrícolas sostenibles como la rotación de cultivos, la agroecología, la conservación del suelo y el agua, e incentivan la agricultura orgánica y la producción local para reducir el uso de productos químicos y la huella de carbono asociada con el transporte. En este punto, se habla de la sigla en inglés GSCM, que traduce Gestión de la Cadena de Suministros Verde, donde el factor ambiental es el más importante dentro de toda la cadena. (Silva, 2017)

Uso de Tecnología de Precisión

Las tecnologías de precisión utilizadas en la agricultura “ayuda a resolver los problemas del uso adecuado de los recursos, los altos costos y el impacto medioambiental”. (Ríos-Hernández, 2021, p.67)

Entre los beneficios, el riego es más eficiente y dirigido, lo que reduce el consumo de agua y minimiza el riesgo de sobre irrigación, protegiendo así los recursos hídricos y reduciendo los costos de producción. También apoya la aplicación de fertilizantes de manera más precisa, ajustando las cantidades exactas necesarias en cada área del cultivo, reduciendo no solo los costos, sino que también disminuye el riesgo de contaminación del suelo y del agua por el uso excesivo de fertilizantes químicos. Algunas de las tecnologías modernas que se emplean en la agricultura de precisión son: imágenes de satélite, maquinaria de conducción autónoma, drones, sensorización en parcelas y Sistemas de Información Geográfico (SIG). (Ríos-Hernández, 2021)

Conclusiones

El análisis de las estrategias propuestas para cada etapa clave de la cadena de suministro del sector agrícola revela un enfoque integral y multidimensional que aborda las principales áreas de mejora necesarias para optimizar la eficiencia y sostenibilidad en la agrocadena. Las estrategias destacadas abarcan desde la mejora en la gestión del abastecimiento y la provisión de insumos, hasta la optimización del procesamiento, almacenamiento, y distribución de productos agrícolas.

La implementación exitosa de estas estrategias requiere un enfoque coordinado que incluya la capacitación continua, el acceso a recursos y tecnologías, y una sólida estructura organizativa. El apoyo estatal es un aspecto crítico para el éxito a largo plazo de cualquier iniciativa agrícola, debido a que facilita el acceso a financiamiento, tecnologías, mercados, que de otra forma no sería viable para los productores campesinos; no obstante, depende de la voluntad política y del compromiso de las autoridades gubernamentales con el crecimiento y desarrollo del sector.

El aporte de este trabajo de investigación al campo de conocimiento se centra en un ejercicio que tiene como enfoque generar un dialogo alrededor de nuestras potencialidades y limitaciones como territorio, así como la forma en la que se puede aportar desde la concepción de iniciativas propias, producto de la experticia y experiencia de cada actor social. Es un ejercicio inicial que tiene la intención de continuar con el análisis practico de la aplicación de las estrategias en la realidad del campo colombiano.

Referencias

Ballou, R. H. (Ed.).(2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Prentice Hall. Pearson Educación.

Bran, E. S., Mendoza, K. M., Ramirez, J.H. V., Montoya, E. B. y Castro, P. A. L. (2023). *Planeación estratégica logística con enfoque de sostenibilidad para empresas con procesos de e-commerce*. Revista Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño Servicio. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/8340>

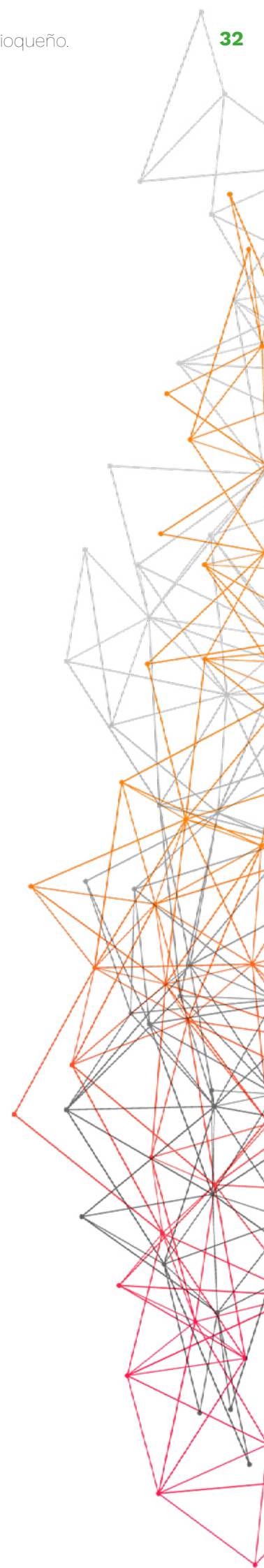
Cardona, M., Álvarez, C. y Sáenz, S. (2010). Sistema, cadena, empresa y negocio: desafíos en conceptualización y articulación para la competitividad del agro. *Suma de negocios*, 1(1), 59-71. <http://www.scielo.org.co/pdf/sdn/v1n1/2027-5692-sdn-1-01-59.pdf>

- Chávez-Porras, A. y Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia y Virtualidad*, 9(2), 90-107. <https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- Chiavenato, I., y Sapiro, A. (Ed.).(2017). *Planeación Estratégica Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill Education.
- Fontalvo, T. J. y Morelos, J. (2013). Estrategias para el mejoramiento de la cadena de suministro para el modelo SCOR. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 8(1), 1-1464. https://www.researchgate.net/profile/Mohammed-Tarabay/publication/320624741_THE_BETA-INDEX_AND_BETA-MOBILITY_IDEA_AND_EMPIRICS/links/59f2325f0f7e9beabfcc5df4/THE-BETA-INDEX-AND-BETA-MOBILITY-IDEA-AND-EMPIRICS.pdf#page=1294
- Kiladze, A. B. (2017). Agrologistics in the agriculture system: from history to the prospects. *Revista Espacios*, 38(32),7. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n32/17383207.html>
- Mora, G. L. A. (Ed.).(2023). *Gestión logística integral*. Ecoe Ediciones. <https://www.ebooks7-24-com.bdigital.sena.edu.co/?il=28771>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020). *Plan Nacional de Agrologística Colombia*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/S3877-Plan%20Nacional%20de%20Agrolog%C3%ADstica.pdf>
- Ojeda-Beltrán, A. (2022). Plataformas tecnológicas en la Agricultura 4.0: Una mirada al Desarrollo en Colombia. *Journal of Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 9–18. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.02>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2024). *Sinergias: crear sinergias potencia las principales funciones de los sistemas alimentarios, lo que favorece la producción y múltiples servicios ecosistémicos*. <https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/synergies/es/>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). *Guía OCDE-FAO para las cadenas de suministro responsable en el sector Agrícola*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264261358-es>
- Puente-Díaz, L. (2024). Principios, aplicaciones y efectos de la aplicación de plasma frío en alimentos: una revisión actualizada. *Revista chilena de nutrición*, 51(2), 155-164. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182024000200155>
- Ramírez-Molina, R.I., Ríos-Pérez, J.D., Severino-González, P. y Lay, N.D. (2024). Ventajas Competitivas Sostenibles en Empresas Agropecuarias en Colombia. *Interciencia*, 49(6), 332-339. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2024/06/01_7086_A_Ramirez_Molina_v49n6_8.pdf
- Ríos-Hernández, R. (2021). La agricultura de precisión. Una necesidad actual. *Ingeniería Agrícola*, 11(1), 67-74. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1347>
- Rojas-Lema, S.P. (2022). *Desarrollo y optimización de nuevas formulaciones de biopolímeros con principios activos para aplicaciones en el sector envase-embalaje* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Repositorio Institucional UPV. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/191458>
- Romero-Sánchez, D. y Barrios, D. (2023). Modelo de aceptación tecnológica en los canales digitales para la adquisición de productos agrícolas frescos. *Revista CEA*, 9(21), 1-21. <https://doi.org/10.22430/24223182.2553>

Sablón-Cossío, N., Hernández-Nariño, A., Urquiaga-Rodríguez, A. J., Acevedo-Suárez, J. A., Bautista-Santos, y Acevedo-Urquiaga, A. (2017). Matriz de selección de estrategias de integración en las cadenas de suministro. *Ingeniería Industrial*, 38(3), 333-344. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362017000300011&lng=es&tlng=es

Sarmiento, P. E. (2020). Teorías del crecimiento y la distribución para una nueva era. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, (117), 7-23. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2505>

Silva, J. D. (2017). Gestión de la cadena de suministro: una revisión desde la logística y el medio ambiente. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(22), 51-59. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672017000200051&lng=en&tlng=es





Revista Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño Volumen 10
e-mail. reencuentrosennova@sena.edu.co
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
Centro de la Innovación la Agroindustria y la Aviación (CIAA)
Rionegro - Antioquia, Colombia 2024

