

# ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



**“Propuesta de mejora para la gestión de datos de la  
producción bananera en la empresa Frutas Tropicales de  
Guayas-Ecuador con Internet Of Things”**

**Trabajo de Investigación  
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en  
Gestión de Tecnologías de la Información

**Autores:**

Bach. Vargas Álava, Christian René  
Bach. Estévez Guamaní, Juan Daniel

**Docente Guía:**

Dr. Espinoza Villalobos, Luis Enrique

TACNA – PERÚ

2023

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

## INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción .....	2
Capítulo I Antecedentes del Estudio.....	3
1.1. Título del tema .....	3
1.2. Planteamiento del Problema .....	3
1.3. Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo General:.....	4
1.3.2. Objetivo Específicos: .....	4
1.4. Metodología .....	4
1.5. Justificación.....	6
1.6. Definiciones.....	8
1.7. Alcances y Limitaciones .....	12
Capítulo II Marco Teórico .....	14
2.1. Gestión de datos de la producción .....	14
2.1.1. Gestión de datos bananeros .....	20
2.1.2. Internet of Things .....	23
2.1.3. IoT y sus componentes básicos .....	25
2.2. Importancia de los tópicos claves .....	33
2.3. Análisis comparativo .....	35
2.4. Análisis crítico .....	36
Capítulo III Marco Referencial .....	38
3.1. Reseña histórica .....	38
3.2. Filosofía organizacional.....	39
3.2.1. Nuestros valores:.....	39
3.2.2. Visión:.....	39
3.2.3. Misión: .....	39
3.2.4. Compromiso: .....	40
3.2.5. Objetivos:.....	40
3.3. Diseño organizacional .....	41
3.4. Productos y/o servicios .....	43
3.5. Diagnóstico organizacional.....	46
Capítulo IV Resultados.....	48
4.1. Diagnóstico. ....	48
4.1.1. Lentitud en gestión de información sobre la producción de la cosecha- empaquete.....	49

4.1.1.1. Proceso de cosecha y empaque en la empacadora de la bananera ....	49
4.1.1.2. Causas y efectos .....	51
4.1.1.3. Formatos en papel que contienen los datos de la producción.....	54
4.1.1.4. Caso del departamento de estadísticas .....	60
4.1.1.5. Cálculos utilizados en la producción bananera .....	60
4.1.2. Observación de las instalaciones físicas de las empacadoras .....	61
4.1.2.1. Instalaciones físicas.....	61
4.1.2.2. Pesaje de racimo y pesaje de caja.....	63
4.1.2.3. Instalaciones eléctricas.....	64
4.1.3. Estadísticas manuales .....	65
4.1.3.1. Reportes de estadísticas en hoja de cálculo .....	65
4.1.3.2. Tiempos en procesamiento de datos .....	68
4.1.3.3. Actividades realizadas en forma manual.....	68
4.2. Diseño de la Mejora. ....	69
4.2.1. Adecuada gestión de información sobre la producción de la cosecha- empaque.....	70
4.2.1.1. Árbol de Acciones .....	70
4.2.1.2. Diagramas .....	70
4.2.1.3. Casos de uso.....	74
4.2.2. Acciones .....	76
4.2.2.1. Instalar red IoT en las empacadoras.....	76
4.2.2.2. Captura automática de pesos y digitación de muestreos .....	79
4.2.2.3. Diseñar un dashboard para indicadores bananeros .....	81
4.2.2.4. Almacenar los datos en la nube .....	88
4.2.2.5. Estadísticas sistematizadas .....	90
4.2.2.6. Obtener datos de la producción en línea .....	91
4.2.3. Entregables y requerimientos la plataforma IoT .....	91
4.2.4. Plan de implementación.....	92
4.2.5. Plan de acción .....	94
4.3. Mecanismos de Control.....	96
4.3.1. Tiempo en captura de pesos, peso exacto de racimos y cajas .....	96
4.3.2. Transferencia de datos .....	97
4.3.3. Tiempo de entrega de información.....	98
4.3.4. Control de cosecha y empaque .....	98
4.3.5. Procesamiento de datos .....	99

4.3.6. Control de peso por caja.....	100
4.3.7. Responsables del control.....	102
4.3.8. Interesados.....	102
4.3.9. Plan de costos financieros .....	102
4.3.10. Relación Costo-Beneficio.....	105
Conclusiones.....	107
Recomendaciones .....	108
Bibliografía .....	109

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama .....	41
Figura 2 Red de datos de Frutas Tropicales .....	45
Figura 3 Proceso de cosecha y empaque .....	50
Figura 4 Diagrama de flujo en registro de datos .....	51
Figura 5 Diagrama de Ishikawa .....	51
Figura 6 Diagrama de Pareto .....	52
Figura 7 Árbol de problemas .....	53
Figura 8 Formulario de cosecha y producción .....	55
Figura 9 Formulario de cosecha y producción con datos .....	56
Figura 10 Reporte de racimos muestreados .....	57
Figura 11 Formato de cosecha .....	58
Figura 12 Reporte de racimos rechazados .....	59
Figura 13 Parte exterior de empacadora .....	62
Figura 14 Rieles de cajas .....	62
Figura 15 Pesaje de racimo de banano .....	63
Figura 16 Pesaje de caja de banano .....	63
Figura 17 Instalación eléctrica .....	64
Figura 18 Tomas eléctricas .....	65
Figura 19 Estadísticas de producción .....	66
Figura 20 Cajas de proceso .....	67
Figura 21 Racimos cortados versus procesados .....	67
Figura 22 Estadísticas de racimos .....	67
Figura 23 Rendimiento .....	67
Figura 24 Estimado real .....	68
Figura 25 Árbol de acciones .....	70
Figura 26 Flujo de datos en la producción bananera .....	72
Figura 27 Diagrama de actividades de procesos .....	73
Figura 28 Pesaje de racimo de banano .....	74
Figura 29 Pesaje de caja de banano .....	75
Figura 30 Departamento de estadísticas .....	75
Figura 31 Gerente .....	76
Figura 32 Arquitectura en plataforma IoT .....	78
Figura 33 Diagrama de secuencia en el flujo de los datos .....	80
Figura 34 Diagrama de red IoT .....	81
Figura 35 Estándar del dashboard .....	82
Figura 36 Parámetros semanales .....	82
Figura 37 Estadísticas de cajas de banano .....	83
Figura 38 Estadísticas de racimos de banano .....	84
Figura 39 Inventario de racimos .....	85
Figura 40 Inspección por Rechazo .....	86
Figura 41 Gráficos estadísticos .....	87
Figura 42 Indicadores bananeros .....	88
Figura 43 Datamart .....	89

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis comparativo.....	36
Tabla 2 Tiempo actual de procesamiento de datos en los formularios .....	68
Tabla 3 Actividades manuales en producción bananera.....	69
Tabla 4 Dispositivos IoT .....	79
Tabla 5 Plan de implementación de red IoT .....	93
Tabla 6 Plan de implementación en la nube .....	93
Tabla 7 Plan de mantenimiento .....	94
Tabla 8 Plan de Acción .....	95
Tabla 9 Tiempos en procesamiento .....	97
Tabla 10 Cantidad de documentos en producción bananera.....	97
Tabla 11 Tiempos de información de indicadores bananeros.....	98
Tabla 12 Dashboard de plataforma IoT .....	99
Tabla 13 Índices bananeros .....	100
Tabla 14 Indicadores de control .....	101
Tabla 15 Recursos físicos .....	103
Tabla 16 Capacitación.....	103
Tabla 17 Talento Humano .....	103
Tabla 18 Otros Varios .....	104
Tabla 19 Costos de Red IoT.....	104
Tabla 20 Relación Costo-Beneficio .....	106

## **Resumen**

En la empresa Frutas Tropicales, los datos de la producción bananera son obtenidos de manera manual y posibles errores en una hoja electrónica, la información se entrega al finalizar la jornada, y esto provoca retraso en la toma de decisiones. El objetivo general fue elaborar una propuesta de mejora para la gestión de datos de la producción bananera basada en una arquitectura IoT. Como metodología, en diagnóstico se utilizó la técnica de observación, exploración, análisis de procesos, la entrevista; en diseño de la mejora se utilizó el método empírico analítico y la investigación cualitativa; en mecanismos de control se utilizó la investigación cuantitativa y la descripción. Los hallazgos principales son las causas y efectos en la lentitud para entregar la información, se determinaron las acciones para la mejora, y los indicadores para el proceso de control. Los principales aportes son información de la producción en línea, índices bananeros actualizados y tomar decisiones informadas durante la producción. Se concluyó que la plataforma IoT minimiza la gestión de datos de la producción, automatizan los cálculos con información confiable y sin alteración.

## **Introducción**

La producción bananera genera fruta de buena calidad, nutritiva y muy comercial, esta actividad también genera datos en los procesos de la siembra, cosecha, transporte y exportación; hoy los datos son importantes en todos los procesos para tomar decisiones durante la ejecución o posterior ejecución, pero estos datos son obtenidos de manera manual y son susceptibles de ser ingresados con errores a los sistemas de información; existen varias tecnologías para capturar o automatizar la obtención de estos datos, una buena alternativa para obtener datos y convertirla en información útil es Internet of Things, esto inicia la importancia en esta propuesta de mejora para la gestión de datos de la producción bananera en la empresa Frutas Tropicales de Guayas-Ecuador.

El primer capítulo trata sobre los antecedentes mediante los planteamientos del problema, el objetivo general, los objetivos específicos, la metodología para desarrollar esta investigación, la justificación del proyecto, las definiciones principales del proyecto como IoT, agricultura, nube, bases de datos y aplicaciones, además se expone el alcance y limitaciones. El segundo capítulo trata sobre el marco teórico que expone los conceptos científicos sobre agricultura en la nube, protocolos en IoT, arquitecturas IoT, indicadores de rendimiento, diagramas UML, dispositivos IoT para la agricultura, business intelligence, indicadores de control y calidad en banano; además se expone el análisis comparativo y análisis crítico. El tercer capítulo trata sobre el marco referencial de Frutas Tropicales de Guayas-Ecuador y su entorno empresarial en producción de banano. El cuarto capítulo trata sobre los resultados de nuestra propuesta en diagnóstico, el diseño de la propuesta, el diseño de los indicadores, los recursos necesarios para la implementación. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendación sobre este proyecto.

## **Capítulo I Antecedentes del Estudio**

### **1.1. Título del tema**

Propuesta de mejora para la gestión de datos de la producción bananera en la empresa Frutas Tropicales de Guayas-Ecuador con Internet Of Things.

### **1.2. Planteamiento del Problema**

La empresa agrícola bananera Frutas Tropicales se dedica a siembra, cosecha y empaque de la fruta “Banano” en la provincia del Guayas-Ecuador, las actividades agrícolas realizadas por los trabajadores del campo son asentadas en papel, y luego son pasadas a los sistemas por un departamento de digitación; se conoce que en este tipo de empresa la información generada está separada en dos grandes grupos; el primer grupo son las actividades del campo y el segundo grupo son las actividades de producción. Este documento se concentra sólo en la producción que realiza un control de peso al racimo de banano solo por muestreo de cada 5 racimos, y se realiza el control de peso a cada caja de banano ya elaborada, pero se registra un muestreo promedio de los racimos y cajas en un formato de papel (Frutas-Tropicales, 2022).

La problemática principal en la empresa agrícola Frutas Tropicales es el tiempo que toma en obtener los datos de la producción bananera del día, esta toma de datos actualmente se tarda durante el día y recién se obtiene un consolidado de la producción a las 22h00; las posibles causas que están generando esta tardanza es el uso de documentos físicos para asentar la producción de una empacadora, mientras se muestrean los racimos de banano, el peso de los racimos, el peso de las cajas de banano y otros muestreos se asientan en formatos que son entregados al final de la jornada laboral después de las 19h00.

Para resolver el problema en captar datos detallados y generar información de la producción agrícola bananera, se plantea que los datos sean capturados por dispositivos conectados a internet; la propuesta para captura de datos, almacenamiento y procesamiento de datos se basa en una infraestructura de Internet of Things (IoT) (Kour & Arora, 2020).

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Elaborar una propuesta de mejora para la gestión de datos de la producción bananera en la empresa Frutas Tropicales de la provincia del Guayas-Ecuador basada en una arquitectura IoT.

#### **1.3.2. Objetivo Específicos:**

- Realizar un diagnóstico de la gestión de datos para optimizar el procesamiento mediante un modelado estructurado.
- Diseñar una propuesta de mejora para la gestión de datos en la producción agrícola bananera basada en una arquitectura IoT.
- Establecer mecanismos de control para conocer su impacto en la gestión de los datos procesados

### **1.4. Metodología**

La metodología utilizada está en relación a los elementos que se mencionan en la propuesta.

**El diagnóstico de la gestión de datos:** Se usa la observación y exploración en artículos científicos sobre la tecnología IoT en área agrícola, entender sobre dispositivos inteligentes, estructuras o modelos IoT, procesamiento de datos; se utiliza la Observación para analizar el proceso de cosecha y empaque en la empacadora de la bananera, analizar los formatos de papel que contienen los datos de la producción,

analizar el caso del departamento de estadísticas, analizar los cálculos utilizados en la producción bananera; se debe entender los reportes que estadísticas elabora en la hoja de cálculo, los tiempos en el procesamiento de los datos, conocer que actividades realizadas en forma manual; se utiliza la técnica de la entrevista al calificador de racimos, al calificador de cajas, al estadístico para conocer otros problemas de la obtención de datos y procesos. Se utiliza la técnica de la observación de las instalaciones físicas, el lugar para llegada y pesaje del racimo banano y lugar para pesaje de la caja de banano; otros puntos a revisar es la factibilidad de instalaciones eléctricas para los dispositivos IoT, switch, antena y mástil de comunicaciones.

**El diseño de la propuesta de mejora en la gestión de datos:** Se utiliza el método empírico analítico para analizar la factibilidad de una solución a través de evidencias empíricas; se utiliza la investigación cualitativa para describir los procesos, componentes del sistema IoT, los indicadores y el dashboard. Se plasma el nuevo proceso de datos, se presentan todos los indicadores de producción de banano para el dashboard, estudio FODA de la propuesta, se plantea casos de uso, los requerimientos funcionales, los requerimientos no-funcionales, se diseña la aplicación web/móvil y sus módulos, se diseña las interfaces, se diseña los reportes, se diseña el datamart. Nombrar los indicadores que debe presentar el tablero de control (dashboard) en una página web en línea, los indicadores para Frutas Tropicales son: Parámetros de Producción Semanales (racimos enfundados, racimos cosechados, peso promedio, calibre promedio, cantidad de cajas cosechadas, ratio cortado, merma cortada), Estadísticas de Peso de Cajas por tipo de caja (cajas despachadas, peso promedio, desviación estándar, porcentaje de muestra, exceso de cajas, exceso de peso), Eficiencia de Cosecha por sector (edad promedio de racimos, peso promedio de racimos, calibre promedio, porcentaje promedio de merma, racimos cortados por

edad, calibración semanal), Inventario de racimos por sector (racimos enfundados, racimos cosechados, saldo, porcentaje de recobro), Indicadores de la semana (peso promedio de racimo, calibre promedio de banano, cajas por hectáreas, enfunde por hectárea, porcentaje de merma cortada, recusados por hectárea, cantidad de dedos promedio, cantidad de manos promedio) (Frutas-Tropicales, 2022). Estos indicadores se actualizan en la medida que las balanzas electrónicas de racimo y cajas capturen los datos y los envíen a la nube para su almacenamiento, procesamiento y presentación en el dashboard.

**El establecimiento de mecanismos de control:** Se utiliza la investigación cuantitativa para presentar los resultados en tiempos y recursos para el entorno IoT; se propone medir los tiempos de captura de datos en forma manual versus forma automatizada; medir la cantidad de documentos, medir la hora de entrega sobre los indicadores bananeros. Se utiliza la descripción para presentar la planeación del proyecto. Además, se nombra a los responsables del control, se realiza un reporte de interesados, plan de implementación de la red IoT, plan de implementación de la nube, plan de implementación la aplicación web/móvil, plan de optimización de la base de datos, plan de mejoras continuas de aplicación web/móvil, plan de costos financieros. Además se realiza una simulación teórica de la arquitectura IoT para conocer su eficiencia.

Para establecer las conclusiones se utiliza la Técnica Deducción que comienza con razones generales hacia conclusiones particulares.

## **1.5. Justificación**

**Justificación Teórica:** Esta propuesta renueva el proceso de capturar los datos y gestionar para convertirla en información en línea y precisa en la empresa agrícola bananera de la provincia del Guayas-Ecuador; adopta tecnología IoT con

dispositivos inteligentes, se diseña la aplicación web/móvil para permitir la entrega de información en línea para el gerente, clientes y estadísticas; el proceso de producción empieza con la cosecha del racimo de banano y finaliza con el empaque en la caja de banano dentro del contenedor o camión de carga.

**Justificación Metodológica:** Para el diseño de la arquitectura IoT se adopta una metodología que organiza un modelo en capas y hace más entendible el diseño de una IoT, una arquitectura general tiene al menos 3 o 4 capas como: capa dispositivos, capa red, capa nube, capa aplicaciones (Mohammad El-Basioni & Abd El-Kader, 2020). En el diseño de aplicación web se utiliza la metodología OOHDM que consiste en las fases: Obtener requerimientos, Diseño conceptual, Diseño Navegacional, Diseño de interfaz e Implementación, cabe destacar que en este proyecto solo se realiza el diseño, no está considerada la implementación (Molina Ríos et al., 2018). En el diseño de la aplicación móvil se utiliza una metodología ágil que consiste en las fases: Análisis, Diseño, Implementación y Pruebas, cabe destacar que en este proyecto solo se realiza el análisis y diseño, no está considerada la implementación ni la prueba (Villamil & Guarda, 2019). Para la seguridad en la arquitectura IoT se adopta NIST Cybersecurity Framework que es un lenguaje para minimizar ataques de ciberseguridad, es adoptado por empresas públicas o privadas, asegura la privacidad y minimiza los riesgos; NIST consta de 5 fases: Identificación, Protección, Detección, Respuesta y Recuperación (Strielkina et al., 2018), (Webb & Hume, 2018).

**Justificación Práctica:** La propuesta de arquitectura IoT y sus aplicaciones web/móvil minimizan el tiempo de captar/almacenar/procesar los datos de la producción bananera, automatizar las actividades en procesamiento de los datos porque será en línea, tener información confiable, los datos capturados no son

alterados, interfaces de aplicaciones amigables; los beneficiados principales son: el gerente que conoce el peso de la fruta en línea, los calificadores pueden conocer el peso exacto de cada racimo o caja, los clientes que pueden conocer los indicadores del banano.

## 1.6. Definiciones

**IoT:** Es una “red de dispositivos físicos” que captura datos y procesa estos datos en una aplicación informática sin intervención de personas; las arquitecturas IoT están en continua actualización que reducen los costos en envío de datos, la latencia y ancho de banda de acuerdo a las exigencias de las aplicaciones informáticas; los dispositivos IoT son heterogéneas, los datos capturados son de diferentes estructuras, diferentes formatos (Krishnamoorthy et al., 2021). IoT es una tecnología que posee variedad de algoritmos de seguridad, dispositivos, estándares de comunicación, protocolos de mensajería, tecnologías de computación, entre otros; algunos estándares de comunicación que utiliza son: 5G , BLE, Wireless Fidelity, Sigfox, NB-IoT, ZigBee, Z-wave; algunos protocolos que utiliza son: CoAP, DDS, MQTT, XMPP, RESTful API/HTTP, entre otros. Para el almacenamiento y procesamiento, las arquitecturas IoT que trabajan con Edge, Fog, Cloudlets y Cloud. Los datos capturados por una infraestructura IoT tienen peso en diversas toma de decisiones, de la misma manera la privacidad y confidencial; IoT se utiliza en sectores como transporte, monitoreo, agricultura, hogar, salud, ventas, energía, industria, medio ambiente, ciudades, entre otros (Swamy & Kota, 2020).

**IoT en Agricultura:** Se estima que: en 2025 los dispositivos IoT conectados a Internet sean 100 mil millones valorados en \$11 billones de dólares americanos (Majumdar, 2019); en 2022 la agricultura basada en IoT utiliza 75 millones de dispositivos valorados en 18 mil millones de dólares americanos (Buyya; & Dastjerd,

2016); en 2023 las granjas inteligentes tengan 12 millones de sensores IoT (Business-Insider, 2022). IoT permite monitorear la agricultura mediante la recolección, procesamiento y análisis de los datos en línea, y permite “mejorar la gestión agrícola” para tomar decisiones mejores informadas (Köksal & Tekinerdogan, 2019). IoT en el dominio agricultura se clasifica en tres subdominios: agricultura de precisión, invernadero y ganadería (Farooq et al., 2022). La agricultura se encuentra en adopción de tecnologías IoT para mejorar u optimizar el monitoreo del campo agrícola, el monitoreo ayuda en la gestión y corrección del entorno agrícola para tener buenas siembras y producción de los cultivos; la agricultura que utiliza tecnología es llamada Agricultura Inteligente, aquí se usa una combinación de hardware-software para mejorar los beneficios de la agricultura; en este tiempo el hardware IoT es más económico, portátil, resistente y ahorrador de energía, esto permite cubrir más hectáreas o instalaciones agrícola; algunos dispositivos IoT que se utilizan en agricultura son: sensores de humedad, sensores de suelo, sensores de temperatura, sensores niveles de fluido (Qazi et al., 2022). IoT mejora la eficiencia operativa agrícola, aumenta el rendimiento y disminuye el desperdicio mediante la captura de datos desde el campo y en tiempo real, además se logra el análisis de datos para un uso de algún mecanismo de control; IoT es una buena alternativa para enfrentar los problemas en la agricultura y aumentar la calidad/cantidad de la producción agrícola; las infraestructuras IoT envían/reciben datos por medio de los sensores/actuadores agrícolas y están enlazadas a Cloud Computing para procesamiento de los datos heterogéneos; se debe considerar el aumento en consumo de energía por la transferencia de datos agrícolas (Alharbi & Aldossary, 2021).

**Agricultura de precisión:** Se aplica para mejorar el rendimiento de los cultivos, minimizar los riesgos en la producción, realizar “prácticas agrícolas precisas y

controladas” a través del uso de sensores inalámbricos/alámbricos, se toma datos de animales, medio ambiente, cultivos; en la agricultura de precisión se aplica la Detección Remota, el Sistema Geográfico y el Sistema de Posicionamiento; este concepto se aplica en el monitoreo de cultivos, cosecha, siembra, fumigación y análisis del campo, aquí existe un proceso de decisión para la “gestión de la producción agrícola”, otros beneficios son minimiza el uso de pesticidas, mejora el riego agrícola, reduce el desperdicio, el cultivo crece en un ambiente adecuado, mejora el uso de la tierra, análisis de datos sobre el cultivo, mejorar la producción, aumentar la calidad de los productos agrícolas (Ferrag et al., 2020).

**Cloud Computing (Nube):** Además de tener sensores y conexión a Internet, es necesario que una infraestructura tenga soporte para almacenar/procesar/analizar/administrar todos los datos que son capturados por la red de sensores; la nube da esa clase de soporte para los datos generados en gran cantidad, desde la nube se obtienen informes de rendimiento y estadísticas que permiten al agricultor conocer sobre la actividad del negocio y tomar decisiones mejor informadas; al momento las aplicaciones agrícolas están en la nube para entregar beneficios como almacenamiento, acceso a datos, sincronización y costos monetarios; los dispositivos IoT y aplicaciones móviles en los teléfonos celulares están conectados y sincronizados a través de la Nube móviles, además que se puede trabajar fuera de línea en otros casos (Roopaei et al., 2017).

**Sensores:** IoT utiliza avances tecnológicos como comunicación inalámbrica, microelectromecánica y electrónica digital; en la electrónica digital se encuentran los sensores que captan datos del entorno agrícola como humedad del ambiente, humedad del suelo, movimientos, temperatura, peso, presión, y luego envía esos datos hacia internet mediante una puerta de enlace, y los deposita en servidores para

el procesamiento de datos; los datos procesados se convierten en información para ser visualizada y analizada para tomar decisiones, en otras infraestructuras la información puede activar dispositivos llamados actuadores para encender/apagar motores; utilizar sensores reduce el costo monetario del cableado en forma sencilla y práctica (Bouali et al., 2022).

**Aplicación Web:** Una contiene interfaz de varias páginas, cada página web está relacionada a una dirección (URL) y están hechas en un lenguaje que logra que la computadora cliente realice interactividad de solicitudes y respuestas; esta interactividad produce cambios en las páginas web de acuerdo a las respuestas del computador servidor; las páginas web están formadas por texto, figuras, gráficos, hipertexto, hojas de estilo, hipervínculos y botones, entre otros; el contenido que se presenta al usuario se actualiza en forma dinámica por medio de código en el lado del computador cliente (Wang et al., 2021). Es necesario considerar el aspecto de seguridad, aquí la autenticación es la principal capa para proteger la información recolectada, evitar el robo de datos o fraude, y permite el acceso a los usuarios autorizados a los servicios web; es necesario un mecanismo de autenticación para minimizar los riesgos, algunos ataques se enfocan a las aplicaciones y servicios en la web (Olanrewaju et al., 2021).

**Aplicación móvil:** Los teléfonos inteligentes tienen fuerte presencia a nivel mundial, son utilizados por millones de personas para distintos propósitos; estos dispositivos utilizan aplicaciones móviles que tienen características diferentes a las aplicaciones web, como son el aumento de interacción, servicio de sensores, aplicaciones nativas, administración de la seguridad, la interfaz pequeña y menor consumo de energía; las aplicaciones móviles operan en entornos heterogéneos con

menos recursos, deben tener alto rendimiento, buena disponibilidad, tonelaje de respuesta (Martinez et al., 2020).

**Base de Datos (BD):** Almacenan datos relacionados y estructurados en forma de tablas, las tablas están formadas por columnas que contienen características/atributos, los datos están en filas que contienen los valores de los atributos; las BD relacionales tienen una característica llamada ACID (atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad), esto permite transacciones indivisibles y seguras; una BD evita la duplicación de datos, posee restricciones de acceso para aumentar la privacidad de la información; los sistemas de administración de BD tienen particularidades como asignación de roles, accesos a nivel de usuario, envío de mensajes cifrados, control por fila, control por columna, aunque estas particularidades requieren pagos de licencia; en seguridad se debe considerar que existen ataques a la privacidad de datos como inyecciones SQL o ataques internos (Goel & Hofstede, 2021).

### **1.7. Alcances y Limitaciones**

- Esta investigación de plan de mejora se realiza desde Septiembre hasta Diciembre del año 2022.
- Se pretende mejorar la captura, almacenamiento y procesamiento de los datos capturados en la producción bananera en la empresa Frutas Tropicales ubicada en la provincia del Guayas-Ecuador.
- Se enfoca IoT en el dominio Agricultura y subdominio Agricultura de Precisión (Farooq et al., 2022).

- Diseñar una infraestructura de red/datos en IoT, Diseñar una arquitectura de datos IoT, diseñar la base de datos, diseñar la interface web, diseñar la interface móvil.
- Reemplazar el modelo de captura de datos actual que utiliza la empresa bananera y proponer un modelo de captura en línea donde no existe la manipulación ni intervención de personas.
- Este trabajo se limita: al diagnóstico de la situación sobre la gestión de datos en la producción bananera, el diseño de la infraestructura IoT, y diseño de indicadores en la producción bananera, y controles en su diseño y posible desarrollo.
- Otra limitación es la realización de las entrevistas y revisión de procesos de manera presencial, pueden volver restricciones por el COVID-19.

## **Capítulo II Marco Teórico**

### **2.1. Gestión de datos de la producción**

La materia prima, los insumos, el recurso humano y los costos son parte fundamental de una empresa de producción; la administración en este tipo de empresa y cualquier otro tipo realiza la planificación de acuerdo a los datos primarios que son obtenidos desde los procesos hasta la venta final; las empresas cuentan con sistemas de información para obtener datos y generar información, en las empresas de producción tienen estrategias para gestionar sus datos sean de forma manual o sistematizada; en las empresas que se utiliza la tecnología para obtener los datos de producción se basa en infraestructura que soporten la recolección, guardado, análisis y gestión de todo tipo de dato; los administradores disminuyen el tiempo en conocer el estado de la producción y tomar acciones durante el proceso.

Las empresas de producción están en la búsqueda continua de mejores herramientas y/o actividades para aumentar los niveles de eficiencia en la organización y ser más competitivo, por esto son importantes las infraestructuras tecnológicas que ayudan en la gestión de los datos sea en la etapa de producción o administrativo; la sistematización de datos para transformarlos en adecuada información es una continua dinámica porque la tecnología está en continua actualización (Rodríguez-Castilla et al., 2020).

El análisis de la producción bananera tiene como objetivo el optimizar la producción de banano, por ello los datos de producción deben estar organizados y estructurados; la tecnología ayuda en integrar los modelos de datos que se obtienen durante la producción desde los dispositivos y redes que atrapan esos datos, el procesamiento de los datos capturados por los sensores generan un mejor control de la producción y asisten en óptimas toma de decisiones; la gestión de datos obtenidos

desde la producción bananera permite una perspectiva de análisis de los datos con un punto de vista diferentes y más preciso para apoyar la gestión de la producción de la fruta de banano. La tecnología IoT permite otra perspectiva que tiene en consideración varios componentes de hardware y software, esto permite capturar, almacenar, procesar y analizar los datos que pueden terminar en estadísticas o gráficos descriptivos, es decir permite la gestión de datos.

La gestión de datos obtenidos de la producción en forma sistémica, tiene impactos más característicos como agronómico, económico y medio ambiente; los datos agronómicos ayudan en el ajuste de las experiencias de cultivo-cosecha de la plantación de banano; además el aumento de los datos es otro factor que en el futuro se debe considerar por las nuevas formas de gestión de datos que existen gracias a las tecnologías de la información.

En el escenario agrónomo, los datos de la producción pueden integrarse con tecnologías que facilitan su medición, aquí el IoT contiene componentes que facilitan la captura de datos de la fruta o plantación; los datos gestionados son importantes para el análisis del estado de la fruta es decir en la cosecha; existen otros escenarios de IoT en el proceso de cultivo para gestión de datos que permiten el análisis de la plantación y otros parámetros importantes. De acuerdo a Vite, el modelo de gestión de datos tiene las actividades como: recolección de datos, almacenamiento, transferencia, procesamiento, transformación, análisis de datos, visualización y toma de decisiones; además estas variables están en dimensiones como el conocimiento, sensores, seguridad de datos, integración de datos, estandarización, modelamiento, técnicas estadísticas y resultados (Vite-Cevallos et al., 2020).

La agricultura moderna puede basar sus decisiones en la gestión de datos que conducen a un trabajo sostenible y beneficioso para mejorar la producción o minimizar

perdidas; la toma de decisiones en la agricultura se basa en información obtenida de los sistemas de gestión de datos a través de tecnología en redes, nube, herramientas estadísticas que adquieren los datos desde el cultivo y cosecha; los datos agrícolas se pueden obtener por varios medios como IoT, Agricultura 4.0, Agricultura Digital, Agricultura Inteligente o Agricultura de Precisión, aquí la gestión de datos y la telemática mejoran la precisión de las actividades agrícolas; los productores agrícolas que utilizan plataformas de información generan datos para gestionarlos y seleccionar decisiones estratégicas y/o operativas que sean adecuadas.

La gestión de datos en la producción agrícola genera tanta cantidad de datos gracias a la tecnología actual, nuevos esquemas nacieron con el aumento de datos en varios sectores económicos; la gestión de campo obliga al desarrollo y utilización de procesos automáticos para capturar los datos operativos o masivos; hoy en día el volumen de datos en la producción agrícola es bajo en relación a otras áreas como Ciudad Inteligente o Gobierno Digital (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020).

La producción significa que los productos se cosechan y se empaquetan después de los pedidos para cumplir con las especificaciones realizadas por los clientes, con los pedidos en aumento por parte de los clientes algunos empaques son personalizados; además del área agrícola otros tipos de empresas tienen participación como manufactura, transporte, químicos, puertos, entre otros, en este caso interesa los datos de producción generados en la empacadora. Algunas empresas son muy discretas y otras realizan procesos para mantenerse más competitivos, además otros clientes piden personalización en empaques, peso, calidad de fruta, y estos datos deben ser gestionados por la empresa agrícola; por eso es necesario garantizar la precisión de la fruta mediante una información generada desde datos fidedignos en la producción.

En producción, los datos son útiles para seguimiento de los productos, las empresas que realizan producción bajo pedido utilizan estándares, después del pedido del cliente el empaque de la fruta es en cajas de acuerdo al cliente o mercado; aquí los datos del proceso de producción se generan y pueden ser verificado por la empresa y por el cliente; entonces “existe la necesidad de una plataforma de gestión de datos” para procesar los datos en los diferentes cambios que pueda tener el producto durante el proceso. En otros tipos de empresas de producción existen dos etapas: el procesamiento del producto y el ensamblaje del producto, esto en banano equivale a cosecha y empaque con sus respectivas inspecciones de calidad.

Un desafío latente es el riesgo de seguridad por manipulación de los datos, porque las diferentes actividades pueden ser complejas o en momentos que los datos se envían de un área a otra; los empleados de la empresa pueden manipular los datos, por esta razón la tecnología puede evitar la manipulación y realizar seguimiento de la producción, además de garantizar la validez y permanencia en el tiempo (Jing et al., 2022).

Los sistemas de información tienen como objetivo el determinar los costos de los productos o servicios y comprobar la utilidad con respecto al precio de venta, pero hoy en día no es una ventaja tecnológica; otros métodos capturan los datos para toma de decisiones y optimizar la competitividad. Toda organización se encuentra en un mercado globalizado, con competencia aligerada e incesante avance tecnológico en las acciones productivas, por ello las plataformas de producción y control progresan para dinamizar el mercado.

Las plataformas que capturan los datos generados en la producción tienen algunos objetivos como: Capturar datos para asistir en el control y planeación de la producción de la empresa; Establecer los inventarios de la producción en productos

terminados; Entregar informes sobre los posibles costos; Apoyar la planeación de la producción; Apoyar en los presupuestos de la producción.

La gestión, se precisa como “la acción y el efecto de gestionar y administrar de una forma más específica”, una gestión es una actividad orientada a la obtener algún beneficio, a través del control y optimización de los procesos; la gestión extiende su análisis considerando la eficiencia interna y externa de la organización para planificar resultados más provechosos al mercado en el que se desenvuelven (Rodríguez-Castilla et al., 2020).

Con la tecnología, la agricultura puede obtener la medición y análisis de los cultivos en menor tiempo y sin manipulación de los datos para conseguir los objetivos; la agricultura utiliza las TIC para actuar y/o tener datos del suelo, pesos de la fruta, del sistema de regadíos, cantidad de agua y otros parámetros del medio ambiente dentro de un sector cultivado; los datos obtenidos son utilizados para descripciones, estadísticas o predicciones, y planificar los seguimientos o controles sobre el cultivo o cosecha. Las tecnologías en la agricultura ayudan en la gestión de los datos que controlan las cantidades o distancias, pueden ayudar a controlar plagas que perturban a los cultivos, la cantidad de líquidos-fertilizante que se aplican en el suelo, cantidad de productos, calidad de productos, entre otros.

Las TIC asisten en la optimización de los cultivos, además de aumentar la calidad y disminuir los gastos mediante una acertada gestión de los datos; la agricultura debe estar conectada con TIC para evitar la intervención o manipulación de los datos en la producción o seguimiento del cultivo y cosecha, se favorece la competitividad, se puede aplicar en varios indicadores de la producción en las empresas agrícolas.

Es conveniente la aplicación de TIC en la agricultura para aumentar u optimizar la gestión de datos que hacen posible el uso eficiente de riegos, amenazas bióticas, drenajes, alertas tempranas o enfermedades, sistemas anti sequías, entre otros; para la gestión de los datos de la producción se puede utilizar sensores, redes, teledetección, georreferenciación u otras tecnologías para procesar los datos y convertirlos en información útil en tiempo real (Rambauth Ibarra, 2022).

En la producción de cualquier producto existen cambios cualitativos y cuantitativos sea por actividades físicas o químicas o mecánicas; la tendencia en la implementación de tecnologías de la información considera hardware y software que apoyan la gestión de datos y aplicaciones informáticas para la toma de decisiones basados en los análisis y teoría. El progreso tecnológico optimiza la calidad en la gestión de los datos e información, procesamientos, controles y automatización, además las TIC tienen software y sistemas que ayudan en la gestión de datos para solucionar inconvenientes de gestión de la producción que desembocan en controles de alto nivel (Vasilyeva et al., 2021).

En tecnología, un desafío permanente es adicionar, abstraer y analizar los datos que a la vez son heterogéneos para que se puedan entender y mejorar los procesos en que participan los datos, aunque, los datos solicitados están en características de diferentes fuentes o generadores inter disciplinarias; es posible aislar los datos porque son generados en diferentes fases en la producción y/o distribución del producto; la información generada y analizada puede ser identificable e integradora, y es útil para realizar toma de decisiones, vinculación de datos, sistemas de aprendizaje automático o simple visualización para optimizar los procesos de producción; la gestión de datos brinda una imagen integral para que los tomadores de decisiones entiendan los procesos o la cadena de valor (Brauner et al., 2022).

La industria tiene permanente interés en utilizar la tecnología, se sabe que no existe una fuente única de generación de datos y que la gestión de datos e información debe ser distribuida; se afirma que las organizaciones deben evolucionar en la gestión de datos enfocada en documentos físicos hacia un enfoque digital para que todos los datos relevantes capturados en las fases de producción sean actualizados y formalizados, esto elimina documentación redundante; además minimiza la pérdida de datos importantes en las diferentes fases de producción. Con IoT los datos capturados se almacenan de manera perpetua y se procesan en las diferentes fases de producción, la información puede simplificarse o ser más compleja de acuerdo a los formatos, roles, procesos o funciones que asignen los gerentes de la organización, aunque el objetivo de la gestión de datos es simplificar la información y asegurar el intercambio de datos (Corallo et al., 2022).

Los siguientes conceptos tienen que ver con la gestión de datos de la producción bananera y se utilizan de manera implícita o explícita en esta investigación.

### **2.1.1. Gestión de datos bananeros**

Parte de la agricultura en línea, uno de los desafíos es el monitoreo de cultivos y cosecha en línea debido a las comunicaciones de larga distancia que existe entre los dispositivos sensores, las líneas de energía eléctrica, las instalaciones de empaque de la fruta y las oficinas centrales para envío de los datos hacia internet; la red en cada empacadora y los medios de captura/transmisión de datos son componentes de la arquitectura basada en Tecnología IoT y este caso se aplica a una hacienda bananera; la producción bananera utiliza muchos insumos/tiempo/indicadores que utilizan los trabajadores agrícolas en para diferentes actividades (Singh et al., 2021).

Los indicadores de control y calidad en banano, se establecen para hacer estudios y valoraciones con el fin de conocer las tendencias de la producción y comercialización de la fruta banano, además sobre la evolución del mismo. Además, miden la seguridad alimentaria y nutrición que aporta la fruta. El peso de racimo, la medida del tallo, el diámetro del pseudotallo y la altura son algunos de los indicadores que repercuten en el provecho del banano (Burgo, 2021). El objetivo es la selección de los productos que presenten defectos como deformaciones o infestaciones por plagas. Además, los controles de calidad se hacen de acuerdo al diámetro y la longitud del fruto, la categoría, el grado de madurez, fibra alimenticia, minerales y vitaminas. Al cuantificar y separar los productos que no son aptos para exportar (de tratarse de una producción para dicho fin), por las diferentes características entre los sólidos solubles, la acidez y el PH, se llega a las pérdidas poscosecha (Vásquez-Castillo et al., 2019). En esta investigación se utiliza indicadores de: peso de racimo de banano, peso de caja de banano, promedios, desviación, cantidad de manos de banano, cantidades de cajas, cantidades de racimos.

El banano es el cuarto cultivo alimentario básico, necesario e importante en el mundo ya que coadyuvan a la seguridad alimentaria en países con déficit alimentario y de bajos ingresos. Ecuador es el mayor productor de banano. El 30% de la oferta mundial de este alimento es de Ecuador. Constituyendo así el 2% del PIB general de este país. Este cultivo se produce substancialmente en las provincias de la Costa como Los Ríos, Esmeraldas, Guayas, Manabí y El Oro. Los principales países demandantes del banano con Canadá, Japón, Estados Unidos y Europa (Castro-García & Nava, 2021). El banano se ha vuelto popular, el rendimiento de la producción del banano se ve amenazado por las plagas, como los picudos, las deformidades, daños mecánicos y maduración prematura. Es decir, que las pérdidas pueden oscilar

entre el 10 y el 80%. Esto se da más cuando son frutas para exportación y los estándares de calidad no son alcanzados, así que el alimento pasa a los mercados nacionales, otros subproductos o para nutrir a animales como los cerdos (Vásquez-Castillo et al., 2019).

El racimo de banano, está formado por el conjunto de frutos (banano). El racimo está conformado por frutos individuales que se agrupan en manos y estas son las que se acomodan en el racimo a lo largo de la planta (Castro-García & Nava, 2021). El tallo de la planta del banano se llama rizoma tuberoso, éste está parcialmente enterrado y, antes de empezar a emerger del suelo para producir retoños, se expande un poco hacia los laterales. Los retoños favorecen en la nutrición a la planta madre y se mantienen en contacto con ella. Cuando el fruto se desarrolla los hacen doblándose de manera geotrópica de acuerdo a su peso, dando como resultado la forma del racimo. Este se agrupa en manos (5-20) y estos a su vez pueden contener de 2 a 20 frutos (Galan et al., 2018).

Una caja de banano, para efectos de comercialización el banano es puesto en cajas. El precio de la caja varía y se basa en los periodos por año, el proceso, materiales de producción y comercialización, además de los costes existentes en la cadena de valor de esta fruta. En el 2020, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca fijó el precio de la caja de fruta banano de 41 libras y de 43 libras en \$6 y \$6,22 correspondientemente. El fin era competir con países como Costa Rica y Colombia. Pero, al llegar COVID-19 y el cierre de los puertos marítimos se limitó el ingreso de este alimento y el precio bajó de manera abismal, pasó de \$6 a \$2 por caja (Herrera Freire, A. G., Herrera Freire, A. H., & Chávez Cruz, 2021). La caja de banano es vendida en el mercado europeo a \$18 por caja aproximadamente. En Ecuador, el irrespeto a precio mínimo de la caja de banano perjudica a los medianos y pequeños

productores bananeros que sugieren que el precio fijado no supera los costos de producción de la fruta (Vaca et al., 2020).

### **2.1.2. Internet of Things**

IoT también es conocido como un paradigma emergente que relaciona el mundo real y el mundo digital para generar mejor calidad de vida; se prevé que mayor cantidad y variedad de objetos inteligentes que pertenecen al entorno humano se conecten, estos objetos aumentan en capacidad, procesamiento y comunicación de datos; IoT se utiliza en áreas como vehículos, redes inteligentes, salud, agricultura inteligente, entre otros (Farooq et al., 2022). Se conoce como una “red de dispositivos físicos” que tiene la capacidad de capturar y procesar los datos para que sean visualizados en una aplicación informática sin intervención de personas; las arquitecturas/modelos IoT están en continua actualización y reducen los costos en transferencia de datos, la latencia y ancho de banda de acuerdo a las funcionalidades de las aplicaciones informáticas; los dispositivos IoT son distintos o heterogéneos, los datos capturados están en diferentes estructuras, diferentes formatos (Krishnamoorthy et al., 2021). IoT es una parte de Tecnologías de Información que contiene variedad de algoritmos de seguridad, dispositivos, estándares de comunicación, protocolos de mensajería, tecnologías de computación, entre otros; algunos estándares de comunicación utilizados en IoT son: 5G, BLE, NB-IoT, Sigfox, Wireless Fidelity, Z-wave, ZigBee,; algunos protocolos utilizados en IoT son: CoAP, DDS, MQTT, XMPP, RESTful API/HTTP, entre otros. Para el almacenamiento y procesamiento, las arquitecturas IoT que trabajan con Edge, Fog, Cloudlets y Cloud. En muchos casos, los datos capturados y procesados por una infraestructura IoT tienen peso en diversas toma de decisiones, otra característica es la privacidad y confidencial de los datos (Swamy & Kota, 2020).

IoT es considerada “próxima generación en dispositivos de comunicación”, es una red que combina sensores, señales de radiofrecuencia, actuadores, entre otros; un objetivo de IoT es entregar buenos servicios a los seres humanos en hogares, salud, industrias y ciudades inteligentes, por ejemplo los relojes inteligentes monitorean la salud, los dispositivos móviles monitorean electricidad o agua; además de conectar dispositivos al Internet, también se conectan dispositivos no IP que ayudan a recolectar e intercambiar datos (Badhib et al., 2021). El avance de IoT ayuda en la agricultura a mejorar el rendimiento y satisfacer la demanda de productos, IoT en el dominio agrícola tiene un crecimiento del 15,2 % desde el 2020, este avance permite a agricultores aplicar la agricultura de precisión; IoT tiene características como sensores con batería limitadas para recolectar datos y analizarlos; de acuerdo a IEEE: IoT es “una red que conecta cosas identificables de forma única a Internet”, IoT utiliza dispositivos conectados para realizar actividades como captura de datos, monitoreo de procesos o estados o fases (Singh et al., 2021). IoT en agricultura asiste en la gestión de agua en tiempo real, los cultivos de ciclos y variada producción se benefician del monitoreo; aquí se utilizan sensores permanentes, sensores en drones, sensores en pivotes, para obtener indicadores que ayudan en la predicción y adaptación de una granja o finca (Webb & Hume, 2018).

IoT incide en la Agricultura Inteligente para obtener uso eficiente de energía, monitoreo de productos, gestión de agua, monitoreo de medio ambiente, condición del terreno, entre otros; en agricultura los sensores obtienen datos sobre humedad, calor, productos químicos, temperatura, agua, estrés hídrico, estado de maquinarias, peso de fruta, nivel de recursos hídricos, entre otros; esto facilita al agricultor utilizar los recursos como agua, insumos, fertilizantes en cantidades optimizadas y en mejores tiempos; con la optimización de recursos se pueden disminuir costos y tiempos en la

agricultura, aumentar la eficiencia en riego, control de peso, disminuir uso de energía, control remoto de máquinas, entre otros (Roopaei et al., 2017).

Los siguientes conceptos tienen que ver con el diseño de la propuesta de mejora basada Internet de las Cosas y se utilizan de manera implícita o explícita en esta investigación.

### **2.1.3. IoT y sus componentes básicos**

Los protocolos en IoT, hay disponibles varios protocolos que sirven para aumentar la seguridad al flujo de datos capturados por los dispositivos; MQTT utiliza es bidireccional para los datos, mantiene bajo ancho de banda es confiable en monitoreo; CoAP se utiliza para transferencia web en redes específicas y dispositivos restringidos; AMQP utiliza el método de publicación/suscripción; SSL/TSL se utiliza en seguridad de datos; IEEE 802.15.4 es muy utilizado por su menor complejidad, menor consumo de energía, menor costo y transmisión de datos; TCP se utiliza en la transmisión y confiabilidad de la información obtenida por los dispositivos IoT, aunque la velocidad de transmisión es menor relacionada a UDP, pero UDP es menos confiable (Farooq et al., 2022).

Una arquitectura IoT representa lógica de red y gestión de datos en la captura y envío de datos hacia la nube, la arquitectura puede ser presentada en varios niveles, se presenta los dispositivos IoT de captura de datos, en nuestro caso se utilizan balanzas electrónicas, raspeberry, dispositivos wifi, red de comunicaciones; cada capa se presenta separada para mejor entendimiento en la captura, envío, almacenamiento, procesamiento y visualización de datos; los usuarios finales como gerente de producción, supervisor de campo y supervisor de estadísticas utilizan los datos en línea para tomar decisiones durante el proceso de producción de banano; el diseño de la arquitectura IoT debe ser adaptable a las instalaciones de las

empacadoras de banano con topología, calidad y seguridad lógica de los datos (Singh et al., 2021).

Los Indicadores clave de rendimiento (KPI) permiten un balance cuantitativo de disímiles parámetros implicados en los planes operativos, el beneficio principal en utilizar indicadores es generar varias comparaciones que visualizan el desempeño; se pueden calcular varios indicadores que se alinean al plan operativo/configuración/solución de una empresa; los objetivos de los indicadores se superponen a criterios de rendimiento o calidad o costos o consumo de energía, los KPI se realizan de acuerdo a criterios del usuario; los indicadores se derivan en la fase de diseño; los KPI son alcanzables, específicos, medibles, distinguidos y específicos en el tiempo; los KPI representan variedad de métricas que ayudan a controlar procesos en el monitoreo agrícola y sirven como retroalimentación mejorar o tomar correctivos en las actividades agrícolas (Singh et al., 2021); en nuestro caso algunos indicadores que la empresa bananera utiliza son: enfunde por hectárea, cosecha por hectárea, edad promedio, recusados por hectárea, porcentaje de recusados, peso promedio, manos promedio, calibre promedio, dedos promedio, ratio cortado, tipo de caja, cajas despachadas, peso promedio, desviación estándar, porcentaje de muestra, exceso de cajas, exceso de peso, peso de racimo, calibración de racimo, porcentaje de merma, racimos cortados por edad, calibración promedio.

UML, tiene capacidad y utilización de variedad de diagramas que capturan los aspectos de un sistema informático, tiene modelos sencillos y modelos complejos que son entendibles, la utilización de diagramas genera modelos mentales bien abstractos; UML es más estricto y necesita algunas habilidades cognitivas para resolver problemas, si se utiliza UML definir y presentar los estados y operadores adecuados reduce la diferencia entre el estado inicial y el final (Vogel-Heuser et al., 2013); en esta

investigación utiliza UML para representar los casos de uso que ayuda la captura de datos en el peso de racimo y peso de caja de banano.

Los dispositivos IoT, IoT contiene gran variedad de dispositivos y sensores, algunos dispositivos son portátiles como sensores de monitoreo en personas, sensores de vehículos, entre otros, los entornos delicados como salud, gobierno o financiero utilizan dispositivos IoT que pueden ser mal gestionados por personas autorizados; los dispositivos estacionales como sensores de peso o sensores de temperatura por lo general son más económicos, mayor tamaño y con seguridad física; en otros casos son inalámbricos o alámbricos de acuerdo a las condiciones para el dispositivo (Badhib et al., 2021); en esta investigación los dispositivos IoT que se utilizan son: balanza electrónicas, raspberry, antena de recepción.

La balanza electrónica es un dispositivo que mide el peso de objetos, en otras palabras es un componente que pesa la masa de cualquier elemento para obtener un peso exacto y numérico; la diferencia entre una balanza electrónica versus una balanza convencional es que sus componentes son “elementos electrónicos” que generan una vista digital del peso que es exacta y precisa (Balakrishnan et al., 2019); en esta investigación las balanza electrónicas obtienen el peso digital de cada racimo y caja de banano y estas balanzas se conectan a un raspberry.

Raspberry Pi es una computadora pequeña con mínimo consumo de energía, se pueden conectar por luz visible, luz infrarrojas, Bluetooth, Ethernet o Wi-Fi; tienen sistema operativo Linux y bibliotecas de programación que son utilizados en gran variedad de proyectos o aplicaciones; es mejor utilizar la placa con el protector que evita daños externos del viento, sol o agua, y algunas placas pueden funcionar con energía solar (Kamath & Balachandra, 2019); Raspberry Pi es más económico, se utiliza en entornos livianos, tiene buen poder de cómputo aunque su procesamiento

es limitado (Ab Wahab et al., 2021); en la presente investigación se utiliza el Raspberry Pi para conectar y obtener los datos desde la balanza electrónica, el Raspberry se conecta por Wi-Fi a Mesh Wi-Fi, y además este envía los datos hacia la nube mediante la red.

Mesh Wifi, es un estándar en tecnología WLAN que optimiza el rendimiento en la utilización de redes inalámbricas, aunque el rendimiento estriba de algunos mecanismos en la asignación de canales o vías de frecuencia; un Mesh “es una topología de red donde los dispositivos están interconectados por múltiples conexiones”; un Mesh IoT instaure una estructura muy organizada con características de formar zonas de buena cobertura; las redes son escalables en cobertura y densidad de dispositivos en el orden de la auto organización; Los puntos de acceso de Mesh IoT pueden conectarse por 5G, Bluetooth, LTE, LoRa o WiFi, además pueden ser enrutadores de retransmisión hacia otros puntos de acceso dentro de la misma red (Nurlan et al., 2021). En esta investigación se utiliza Mesh para conectar por WiFi los Raspberry Pi a la red de la empacadora las balanzas de racimos y balanzas de cajas esta aproximadamente a 50 metros de extremo, y existe línea de vista

El router permite la interconexión de redes y dispositivos, su función es de encaminar o enrutar paquetes de datos para llegar a una red y uno o varios dispositivos de destino; un router consume una porción de su área búfer, lo que controla un sobrecarga del área y el riesgo proporcional al ancho de banda de comunicación; la multidifusión puede ser aplicada a los router y tendrá una ventaja para evitar bloqueos (Yang et al., 2021). Varios Routers superan la longitud de cable que es de 0,4%, además del conteo de vías y de tener bajos niveles de violaciones en cuanto a las reglas de diseño (Kahng et al., 2021). La aplicación de los Routers se da en varias áreas, puede ser utilizado en el sector energético para desarrollar

dispositivos que funcionen como interfaz entre la red distribuida y el usuario (Liu et al., 2019). En esta investigación se utiliza Router en el diseño de la red IoT.

Un switch, es una clase de sistema que tiene a su disposición subsistemas de tiempo discreto y una regla que especifica el cambio; sin embargo, este sistema se encuentra con un desafío interesante al no encontrar (o encontrar menos) condiciones conservadoras para de esa forma garantizar la estabilidad de los sistemas arbitrarios de leyes del switching (Lin et al., 2009). Al utilizar un switch se espera optimizar la distribución de datos, confiabilidad, navegación para aumentar la seguridad de los datos y esto conlleva a la inmediatez de respuestas. En esta investigación se utiliza switch en el diseño de la red IoT.

El mástil para comunicación, son estructuras físicas diseñadas para sostener antenas de radiodifusión y telecomunicación como telefonía, comunicación satelital e internet. Las principales características físicas son la altura y su resistencia a las condiciones externas. Es por ello que se construyen con acero tubular, cemento, fibra de vidrio y celosía de acero. Los también llamados torres de comunicación funcionan con supervisión del Estado que controla el espacio aéreo del país en cuestión (Fernandez et al., 2022). También llamado torre de comunicación, es una estructura vital en varias áreas donde el uso de datos y la interactividad del usuario son esenciales para la experiencia del usuario, para ejemplificar la televisión digital (Bilbao et al., 2022). La infraestructura presenta algunos retos como la auto interferencia y el colapso ante un desastre natural que implique el viento tales como huracanes y tornados (Tian et al., 2020). En esta investigación se utiliza el mástil de comunicación en el diseño de la red IoT.

Antena de comunicación, su uso más destacado es el traslado de grandes cantidades de datos de punto-punto o de punto-varios puntos. Las antenas Uniquiti

son más cotizadas para la distribución de internet ya que establece una estación donde se emite señal de 1 punto a varios puntos (multipuntos) (Dorado Ceballos, Cristian Yovao; Sandoval Malquín, Danny Mauricio; Enriquez Mayanger, 2021). Varios modelos de Ubiquiti transmiten desde las frecuencias 5.2 hasta los 5.8 Ghz y están hechas con materiales como aluminio para mitigar radiofrecuencia que haga ruido al equipo. Al colocarse las torres, las antenas se ponen de posición georeferencial para garantizar la óptima transmisión. Al ser prisma, tecnología desarrollada por Ubiquiti, permite atenuar el ruido, así mismo. Algunos modelos cuentan con GPS que ayuda a la tarea del protocolo TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo) para que varios usuarios compartan el mismo canal de radio sin que se generen pérdidas de datos (Li et al., 2019). En esta investigación se utilizan antenas de comunicación en el diseño de la red IoT.

SQL Server, es un servidor que su objetivo es la gestión de base de datos que se relaciona con otras aplicaciones de software optimizando el tiempo de la actividad; entre otras características se encuentran el procesamiento de fila, variables declaradas y manejo de errores; está dirigido a distintos campos como empresas o grandes organizaciones, web o estándar. La recuperación de datos o registros eliminados es otra de las características de estos servidores (Choi et al., 2021). SQL Server permite cifrar datos confidenciales en otras aplicaciones, esto sin tener que revelar las claves pertinentes a la base de datos del SQL. Para realizar esta operación el cliente debe tener una llave certificada y el servidor de la otra llave, en pos de la protección y seguridad de los datos. Este modelo de encriptación es denominado Transparent Data Encryption (TDE) (Mukherjee, 2019). En esta investigación se utiliza SQL Server para el almacenamiento de los datos obtenidos desde los dispositivos de la red IIoT.

Business Intelligence (BI), se denomina así a los conceptos, técnicas, métodos, incluyendo a la tecnología y arquitectura que transforma datos dispares y sin procesar en datos con gran significancia y de impacto positivo en las decisiones de negocios; los datos ayudan a las empresas a renovar la excelencia operativa, estrategias y conocimientos tácticos. BI está involucrado en cualquier tipo de negocios dada a su naturaleza de datos basados en hechos. Se ve involucrado desde la organización empresarial hasta la reducción de pérdidas y costos e incremento de ventas al predecir tendencias en el mercado escogido (Khan et al., 2020). Se identifica el término Business Inteligencia como un proceso que ayuda en la toma de decisiones basados en los datos que posee una empresa u organización. Es decir, en la integración y el análisis de datos que en la era digital son considerados muy valiosos para el desarrollo de una institución. La combinación de BI y los softwares marca la dinámica de los mercados en innovación tanto en procesos de producción como distribución y ventas (Tavera Romero et al., 2021). En esta investigación se utiliza Business Intelligence para el diseño de los indicadores.

Power BI es un software que tiene su origen en labores de Excel cuyo objetivo es importar y dar forma, modelar y crear visualizaciones a partir de datos, Power BI ha sido el líder en cuanto al análisis e inteligencia de negocios, de acuerdo a Gartner Research. Este software cuenta con tres versiones disponibles: desktop, service y aplicación móvil para Android e iOS. Entre las funciones más destacadas de Power BI se encuentran los informes que poseen controles de navegación, enlaces a páginas webs, y donde se presentan varias páginas para asegurar la interactividad del usuario (Wark, 2022). Power BI, además de generar paneles e informes dinámicos, puede conectarse a diversos orígenes de datos y compartir archivos de informes. Por otra parte, Power BI genera predicciones, lo que faculta al usuario a obtener pronósticos

sobre qué necesitará (Bermeo-Moyano & Campoverde-Molina, 2020). En esta investigación se utiliza Power BI para la gestión y presentación de los indicadores.

El Dashboard, es un mecanismo de gestión de datos que los recoge de varios sistemas de información y hace posible su visualización por medio de métricas. Su función principal es el seguimiento de una empresa y de sus departamentos de manera que ayudan a la identificación de problemas, causas y soluciones. Asimismo, los dashboards permiten reconocer patrones o tendencias. Otras características son el rápido acceso a la información, indicadores ágiles y la actualización de datos (Almasi et al., 2021). Dashboard ayuda a procesar grandes cantidades de datos que están en constante actualización. Por ejemplo, cuando el COVID-19 llegó en el 2020 se volvió imperioso visualizar y darle seguimiento a los casos que se reportaban en tiempo real. Por el nivel de datos, los dashboard que surgieron en países como China, Australia y Estados Unidos utilizaron una estrategia de flujo de datos semi-automatizada (Dong et al., 2020). En esta investigación se utiliza el dashboard para presentar los indicadores basados en los datos obtenidos por la red IoT.

Figma es un editor de gráficos vectorial y una poderosa herramienta de prototipado web. Su utilidad va desde el maquetado de piezas digitales como flujos de experiencias del usuario hasta fortalecer la interactividad. En cuanto a las ventajas del uso de esta herramienta son su uso basado en navegador, por ende, el proyecto tiene la opción de ser compartido con otros usuarios; además de tener una versión gratuita, alojar archivos en la nube y en formatos estándar (Zakiyah et al., 2022). Figma es una herramienta de creación de prototipos para proyectos digitales. Es una aplicación informática basada en la nube que permite proceder con la interfaz de usuario. Esta aplicación es utilizada en diversas ramas y con diferentes complementos como blockchain y Adobe Photoshop. Se utilizada para realizar interfaces tanto para sitios

web y aplicaciones móviles (Rully Pramudita et al., 2021). En esta investigación se utiliza Figma en el diseño de las interfaces de las aplicaciones informáticas en formato web y móvil.

## **2.2. Importancia de los tópicos claves**

Todos los tópicos claves explicados en la sección anterior son utilizados de manera implícita o explícita en este proyecto para mejor orientación en la Gestión de Datos de la Producción e IoT; los siguientes autores abordaron el tema de estudio de la siguiente manera: Los autores (Rodríguez-Castilla et al., 2020) explican los conceptos y aplicación de gestión de datos en la producción general obtienen los costos de producción, considera la tecnología para aplicar en la empresa, realiza una correlación entre tecnología y costos de producción, y consideran que es necesario la mejora en los procesos que capturan los datos para construir sistemas cualitativos y cuantitativos, además de tener un plan de mejoras empresarial. Los autores (Vite-Cevallos et al., 2020) utilizan los datos obtenidos por medio de IoT durante la producción de banano, estos datos se transforman en información, esta información procesada por tecnología Big Data se transforma en conocimiento para tomar decisiones; ellos afirman que el uso de IoT, la nube y la gobernabilidad en agricultura es llamada agricultura inteligente por el uso de sensores y aplicaciones informáticas; además consideran como complemento la analítica de datos y la visualización mediante un dashboard. Los autores (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020) se concentran en los datos obtenidos por la red IoT en el área agrícola, sea agricultura tradicional o agricultura moderna los datos son obtenidos desde los cultivos; en la agricultura tradicional los datos se obtienen de forma visual y las decisiones pueden ser subjetivas, pero en la agricultura moderna los datos se obtienen por sensores, son cuantitativos y generan decisiones objetivas; tecnología IoT utilizada es no invasiva y

obtiene los datos durante la producción, aunque los datos crecen en volumen y son necesarias otras herramientas como herramientas BI y dashboard. Los autores de (Jing et al., 2022) proponen un modelo de tres capas para seguimiento de la información en los procesos de producción a partir de los datos obtenidos por medio de redes IoT, y los datos son asegurados por medio de otra tecnología Blockchain; aunque blockchain es otro nivel para asegurar los datos se rescata la obtención de los datos para la trazabilidad de los productos. Los autores (Rambauth Ibarra, 2022) recomiendan la utilización de sensores IoT para la captura de datos y apuntan a la agricultura de precisión en la explotación de cultivos y cosecha, se orienta a la optimización de los insumos agrícolas; se integra sensores, comunicaciones, nube y plataformas informáticas para la gestión de datos obtenidos en la producción agrícola. Los autores de (Brauner et al., 2022) y (Corallo et al., 2022) abordan la transformación digital porque es clave en la gestión de datos generados por los procesos de producción de distintos tipos de productos sean comestibles o no comestibles, aquí la industria 4.0 o agrícola 4.0 tiene impactos positivos que utilizan dispositivos IoT, nube, almacenamiento de datos, indicadores de control y herramientas de dashboard. Los autores de (Farooq et al., 2022), (Badhib et al., 2021), (Singh et al., 2021), (Roopaei et al., 2017) y (Krishnamoorthy et al., 2021) abordan la tecnología IoT en la captura de datos generados por la producción agrícola y se enfocan solo en la propuesta como modelos que obtienen los datos del mundo físico y son enviados a la nube para generación de indicadores. (Vasilyeva et al., 2021) aborda la información para análisis o predicción mediante herramientas BI porque esta clase de herramienta realiza los procesos de extracción, transformación y carga de los datos obtenidos de la producción, esto sirve para la gestión de datos en información que es compartida a la gerencia. Los autores (Swamy & Kota, 2020) y (Webb & Hume, 2018) abordan la

gestión de datos a partir de los procesos que obtiene la tecnología IoT por medio de sensores; estos datos son gestionados por la red IoT, la nube y presentados en dashboard.

El 68% nombra la gestión de datos de la producción en su contenido mientras que el 88% nombra a IoT en su contenido, además el 50% de las otras investigaciones nombran ambos términos en su contenido; es decir gestión de datos e IoT tienen mucho en común en la mayoría de las investigaciones realizadas.

Cabe destacar que la gestión de datos en la producción no solo tiene que ver con el área agrícola; la gestión de datos tiene que ver con toda actividad en la producción de cualquier tipo de producto porque la tecnología IoT capta el mundo físico y lo digitaliza para enviarlo a la nube; la nube ventajas como el almacenamiento y procesamiento de la información de forma ilimitada, por supuesto que entre más espacio y computo se necesite se debe pagar más, la ventaja es que los modelos IoT son escalables es decir, se empieza con poca capacidad y se puede aumentar de acuerdo al aumento de sensores y datos.

### **2.3. Análisis comparativo**

El análisis comparativo en una investigación asiste en la recolección y análisis de datos para realizar una comparación de dos o más conceptos, procesos, escritos, documentos, investigaciones, entre otros. Este análisis confirma la teoría sobre Internet of Things y su relación con el dominio Agrícola, ver Tabla 1.

Entre los criterios recolectados e interpretados, se suponen los más adecuados los siguientes criterios: De (Krishnamoorthy et al., 2021), (Swamy & Kota, 2020) y (Badhib et al., 2021) porque definen la infraestructura y sus componentes como sensores, actuadores para captura y procesamiento de datos, y disponen de seguridad mediante protocolos. De (Singh et al., 2021), (Webb & Hume, 2018) y

(Roopaei et al., 2017) porque definen la utilización de IoT en el dominio Agrícola para gestión y optimización de los recursos, lograr medir la fruta o el ambiente para minimizar costos y maximizar rendimientos, además se ofrece capturar datos de varios escenarios que ocurren en la agricultura.

**Tabla 1**

*Análisis comparativo*

Referencia	Enfoque	Concepto de IoT
(Farooq et al., 2022)	General	Paradigma emergente que relaciona el mundo físico y el mundo digital para generar mejor calidad de vida
(Krishnamoorthy et al., 2021)	General	Red de dispositivos físicos que tiene la capacidad de capturar y procesar los datos para que sean visualizados en una aplicación informática sin intervención de personas
(Swamy & Kota, 2020)	General	Los datos capturados y procesados por una infraestructura IoT tienen peso en toda toma de decisiones, otra característica es la privacidad y confidencial de los datos
(Badhib et al., 2021).	General	Próxima generación en dispositivos de comunicación, es una red que combina sensores, señales de radiofrecuencia, actuadores, entre otros
(Singh et al., 2021).	Agrícola	El avance de IoT ayuda en la agricultura aumentar el rendimiento y satisfacer la demanda de productos, IoT es “una red que conect objetos identificables de forma única a Internet”
(Webb & Hume, 2018).	Agrícola	Asiste en la gestión de agua en tiempo real, los cultivos de ciclos y variada producción se benefician del monitoreo, los indicadores ayudan en la predicción y adaptación de una granja o finca
(Roopaei et al., 2017)	Agrícola	Con la optimización de recursos se disminuyen costos y tiempos en la agricultura, aumentar la eficiencia en riego, control de peso, disminuir uso de energía, control remoto de máquinas, entre otros

*Nota:* Criterios sobre IoT.

## 2.4. Análisis crítico

Se considera que la investigación de (Vite-Cevallos et al., 2020) es adecuado a los objetivos de este estudio porque destaca el análisis de la producción bananera

en la optimización de la producción de banano y converge con la tecnología para integrar los modelos de datos a través de la gestión de datos

La investigación de (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020) también es adecuado a los objetivos porque destaca que la agricultura moderna puede basar sus decisiones en la gestión de datos para mejorar la producción o minimizar pérdidas, la toma de decisiones se basa de los datos obtenidos por la tecnología que apoya la gestión de datos en la producción agrícola.

La investigación de (Rodríguez-Castilla et al., 2020) también es adecuado a los objetivos porque considera que las plataformas capturan los datos generados en la producción y tienen algunos objetivos de control, planeación, inventarios, costos y presupuestos.

La investigación de (Rambauth Ibarra, 2022) también es adecuado a los objetivos porque considera que es conveniente la aplicación de TIC en la agricultura para aumentar u optimizar la gestión de datos que hacen posible el uso eficiente de las actividades del campo, y el uso eficiente de dispositivos para procesar los datos y convertirlos en información útil en tiempo real.

La investigación de (Brauner et al., 2022) también es adecuado a los objetivos porque considera que los datos son heterogéneos para entender y mejorar los procesos aunque, los datos solicitados son de diferentes características, fuentes o generadores inter disciplinarias, además la gestión de datos brinda una imagen integral para los tomadores de decisiones.

La investigación de (Corallo et al., 2022) también es adecuado a los objetivos porque considera que con IoT los datos capturados se almacenan de manera perpetua y se procesan en las fases de producción, y que la gestión de datos simplifica la información y asegura el intercambio de datos.

## Capítulo III Marco Referencial

### 3.1. Reseña histórica

Frutas Tropicales es una empresa agrícola bananera en la provincia del Guayas-Ecuador que se dedica a la siembra, cosecha y empaque de la fruta “Banano” en un área de 490 hectáreas y distribuidas en 5 sectores donde cada sector realiza su cosecha y empaque en instalaciones llamadas empacadoras. En el “boom” del cacao existió una hacienda de más de mil hectáreas cerca del año 1900, en los años 1975 los dueños se separaron y dividieron la hacienda en dos partes; la primera parte pertenece a otra empresa y aún continúan con el cultivo de cacao; la una parte experimentó con otros cultivos, pero el banano dio óptimos resultados financieros por su posición geográfica y cercanía a carreteras y ríos; la hacienda produce cerca 750 mil caja de banano al año. El dueño actual dice conocer la historia de la empresa que antes era solo una hacienda, a inicios de siglo hubo el ingreso de plagas de cacao al Ecuador, los dueños de aquel tiempo vendieron la hacienda; un banco extranjero adquirió el predio, y se mantuvieron la producción de cacao por aproximadamente 30 años, pero con la expansión de la segunda guerra mundial del año 1940 vendieron los predios. Otra compañía extranjera la compró a nombre del Sr. Bohman, y en 1970 fue comprada por los hermanos Montero; en 1975 los hermanos separaron la hacienda en dos partes.

La empresa sólo se dedica al cultivo, cosecha y empaque de las frutas de banano en cajas de cartón que son embaladas en pallets y puestas en un contenedor refrigerado, el contenedor es despachado al puerto de la ciudad de Guayaquil que se encuentra a 2 horas de viaje para completar un buque del comprador de la fruta. Esta bananera empaca 3 tipos diferentes de cajas (15 libras, 30 libras y 45 libras), la

empresa realiza diferentes tipos de cajas de acuerdo al pedido del exportador o mercado de exportación y cada empacadora puede hacer diferentes tipos de cajas; la empresa tiene 350 trabajadores agrícolas y 15 trabajadores administrativos, en cada día solo cuatro de las cinco empacadoras laboran y en cada sector laboran un promedio de 70 trabajadores separados en labores de campo y empacadora.

## **3.2. Filosofía organizacional**

### **3.2.1. Nuestros valores:**

La excelencia en una organización reconocida del sector agrícola por su responsable y puntualidad en la producción de banano, utilizar los estándares de calidad en la producción y transporte de nuestro producto y transparencia en las prácticas laborales para el recurso humano.

### **3.2.2. Visión:**

Ser una organización reconocida a nivel nacional por su excelencia en la producción de banano ecuatoriano, aplicar los estándares de calidad para nuestro producto y aplicar buenas prácticas laborales para sus trabajadores.

### **3.2.3. Misión:**

Ser una fuente de trabajo y alimentación para la elaboración buen Banano Ecuatoriano y distribuirlo a nivel internacional, ser una excelente empresa para ofrecer a las personas un producto nutritivo de primera calidad, nivel y sabor; con altos beneficios alimentarios para los consumidores y satisfacción de trabajo para sus empleados.

#### **3.2.4. Compromiso:**

Entregar un buen producto agrícola a nuestros clientes finales, enfocarnos en la experiencia agrícola, banano sano y buena calidad, conocer las expectativas de los clientes finales, encaminar los objetivos de la empresa y planificar un mejor futuro para la empresa y sus empleados.

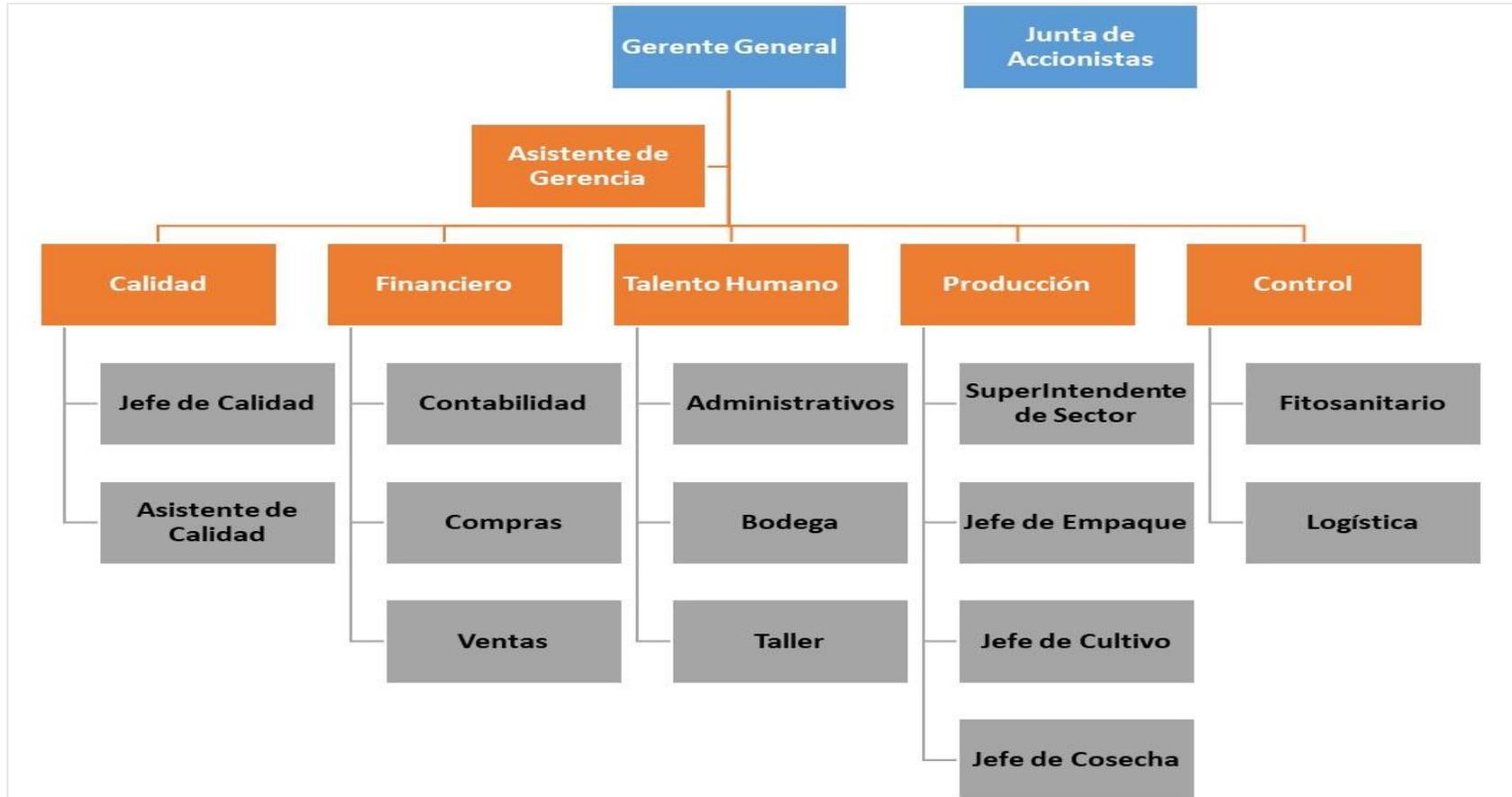
#### **3.2.5. Objetivos:**

- Mantener buen nivel en la producción de banano y exportar a los mercados americanos y europeos para mejorar la aceptación de la marca.
- Implementar procesos sistematizados para entregar información a los exportadores y consumidores del banano con la finalidad aumentar la fidelidad y minimizar errores en el cultivo y cosecha.
- Aumentar la cantidad de hectáreas para aumentar la producción de banano y ser más competitivo en el mercado ecuatoriano.
- Abrir nuevos mercados en otros países para mantener caminos alternativos de la producción de banano, en caso de eventos externos que pongan en peligro el mercado primario.
- Continuar con estándares de cultivo, cosecha, empaque y laborales para aumentar la calidad y ventas, y disminuir los errores en la fruta y trabajadores.
- Mantener buenas relaciones con los exportadores, transportistas, proveedores, trabajadores y clientes finales para reflejar una excelente fruta.

### 3.3. Diseño organizacional

Figura 1

Organigrama



Nota. Diseño organizacional de Frutas Tropicales.

Para hacer realidad la producción bananera, la empresa mantiene entre su personal una bodega de utensilios, cartones, fundas, fertilizantes y más implementos para el empaque de la caja de banano, la bodega es administrada por tres personas que entregan en forma diaria los suministros a las empacadoras; los suministros de cultivo o cosecha o empaque son entregados en forma diaria en las mañanas, y los suministros no utilizados son recibidos en la tarde. Además, la empresa mantiene un taller que tiene personal de mecánica, soldadura, carpintería, electricidad y choferes para mantener en forma operativa las empacadoras en sus instalaciones eléctricas, los rieles para los racimos de banano, los motores de agua, motores de transporte, tractores, entre otros. En oficina de administración, la empresa mantiene personal contable que se encarga de la contabilidad como tal, realizar la compra de suministros y la facturación de la producción bananera; el caso del rechazo de banano es vendido a compradores locales como empresas de enlatado. Las áreas de calidad, producción y control trabajan en forma sincronizada para el buen uso o aplicación de suministros en el cultivo o cosecha de banano. La calidad se aplica a la caja de banano empacada mediante muestreos; el control se aplica a la plantación para conocer las posibles plagas y control mediante fungicidas o aplicación de fertilizantes; el control de la producción es durante todo el ciclo de la fruta de banano, es decir en el cultivo, la cosecha y empaque del banano.

Se destaca que la empresa no tiene un departamento de tecnología, la empresa tiene un sistema informático integrado por varios módulos, tiene una red de 15 computadoras y un servidor para bases de datos y un servidor de aplicaciones, además tiene un proveedor de servicios informáticos que es el responsable de mantener operativo la red y las aplicaciones informáticas desde hace cinco años.

### 3.4. Productos y/o servicios

En esta sección se destaca que el único producto que la empresa Frutas Tropicales vende es el Banano tipo Cavendish empacado en diferentes tipos de cajas de cartón, cada banano tiene un tamaño promedio de 18 centímetros con un calibre entre 39 milímetros y 46 milímetros, los bananos están agrupados en manos entre 5 y 10 bananos, y cada racimo es cosechado cuando tiene edad entre 10 y 13 semanas; el banano es cultivado, cosechado y empacado como *producto final en cajas de cartón* de pesos de 15 libras, 30 libras y 45 libras. El banano se empaca en diferentes tipos de cajas, esto depende del pedido del exportador cuya planificación se realizó para el año; se empacan tres tipos de cajas la primera es Formato 22XU, la segunda es Formato 208 y la tercera es Formato BB. La caja de Formato 22XU es una caja con banano de peso promedio de 45 libras para el mercado de Europa y Estados Unidos de América, el banano en este empaque es considerado Primera Clase “A Premium”, los bananos están en un empaque formado por fondo, cartulina, funda al vacío y tapa; estas cajas de banano se embarcan en un contenedor paletizado de 960 ó 1080 cajas. La caja Formato 208 es una caja de banano de peso 45 libras o 30 libras para el mercado Asia, el banano en este empaque también es Primera Clase “A Premium”, los bananos están en un empaque formado por fondo, cartulina interior, cartulina exterior, funda al vacío, protector entre manos y tapa; estas cajas de banano se embarcan en un contenedor paletizado de 960 cajas. La caja Formato BB es una caja de banano de peso promedio 15 libras, para el mercado Europa o Asia, el banano en este empaque para exportación es Primera Clase “A Premium”, si la caja de banano es para América Latina es Segunda Clase, los bananos están en un empaque formado por fondo, cartulina interior, funda al vacío, protector entre manos y tapa; estas cajas de banano se embarcan en un contenedor paletizado de 960 cajas. Las cajas de

banano en Formato 22XU y Formato 208 tienen diferentes tipos de tapa por las marcas que se exportan, algunos tipos de tapa son Fyffes Kraff, Chiquita Sur, Banana Blanca, Surban, Banana al Vacío, Fyffes Koman, Goldelita, Robusta banana, Guimm, entre otras.

Cabe destacar que Frutas Tropicales se responsabiliza de la calidad del banano y de la caja de banano empacada hasta su llegada al puerto marítimo; es decir si la fruta sufre algún percance en el camino debe ser cubierta por Frutas Tropicales en coordinación con el transportista del contenedor.

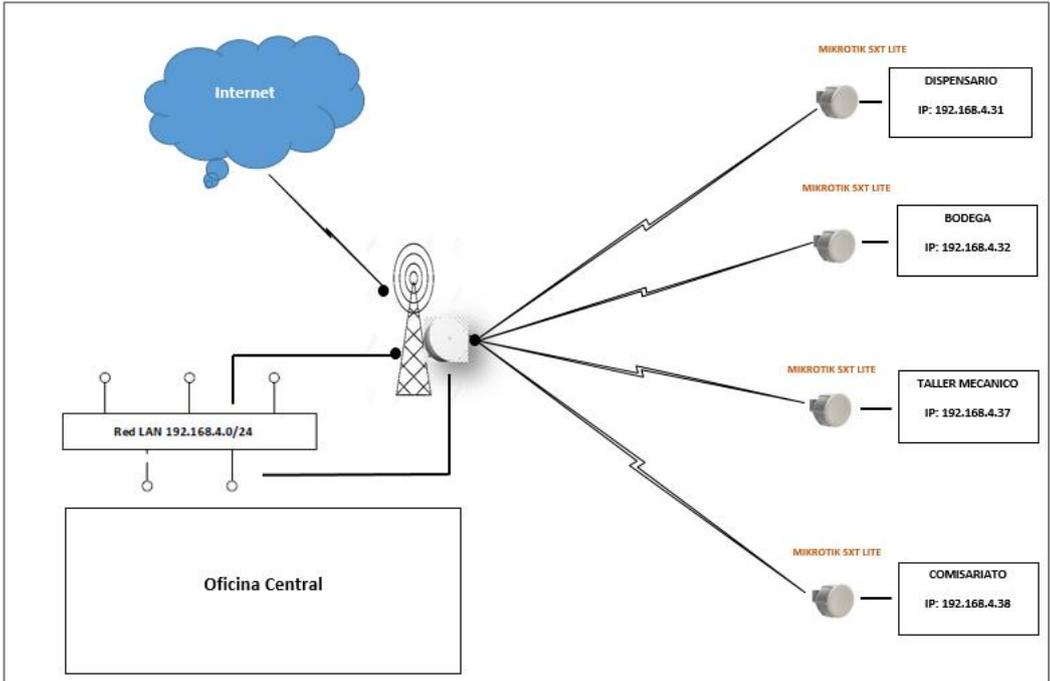
El exportador pide las cantidades de cajas y los tipos de cajas de acuerdo a una planificación anual, pero esta puede cambiar semana a semana, la bananera Frutas Tropicales se preocupa de llenar el cupo semanal en cajas de banano; el inventario de cajas (fondo, cartulina interior, cartulina exterior, fundas al vacío, protector entre manos y tapa) es actualizado por un proveedor en cada semana. Además, el exportador es dueño de los contenedores que llevan las cajas de banano que Frutas Tropicales vende, pero Frutas Tropicales paga el transporte desde el contenedor desde la hacienda bananera hasta el puerto marítimo. El exportador se encarga del proceso y documentación de la salida de las cajas de banano.

Un único servicio que Frutas Tropicales ofrece es el alquiler de tierras para terceras personas o empresas, en este caso existen 50 hectáreas para el alquiler, el tiempo de alquiler puede ser por semanas o ciclo corto (3 meses) porque generalmente piden el espacio para siembra-cosecha de ajonjolí, arroz, choclo, girasol, soja que son granos; otro grupo de personas trabaja con otra clase de alimentos como alcachofa, cebolla, lechuga, limón, fresa, naranja, tamarindo, tomate. El alquiler de las tierras se cobra al arrendatario en forma semanal y por hectárea, el

costo de alquiler es 200 dólares americanos; se alquila mínimo 1 hectárea, el contrato se somete a un juez para legalizar el alquiler, Frutas Tropicales no se responsabiliza por la pérdida de la cosecha en ningún caso, en el pasado algunos sucesos fueron caída de ceniza, inundación, plagas, sequia, entre otros, y los arrendatarios no deseaban pagar por los accidentes ocurridos por la pérdida de sus cultivos.

Para que Frutas Tropicales pueda procesar los datos que genera y obtener información de sus transacciones, actualmente tiene una aplicación informática con los módulos de contabilidad, activos fijos, inventarios, nomina agrícola, cuentas por cobrar, cuentas por pagar y caja-bancos; adema tiene una infraestructura de red informática con quince computadoras que están distribuidas en oficina central, bodega y taller mecánico, ver figura 2; las computadoras que hay en dispensario médico y comisariato son propiedad de los proveedores.

**Figura 2**  
*Red de datos de Frutas Tropicales*



Nota. Diseño de la red actual de la Frutas Tropicales

### **3.5. Diagnóstico organizacional**

En este punto se presenta un FODA, es decir una lista de las Debilidades y Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de la empresa.

#### **Fortalezas:**

- El banano tiene buena acogida nacional e internacional
- Ajustarse a normas de calidad internacionales
- La bananera tiene buena ubicación geográfica y buen clima
- Continuidad en la exportación del banano
- Buena calidad del banano por aplicación de buenas prácticas laborales
- El exportador es un buen comprador de la fruta producida

#### **Oportunidades:**

- Reconocimiento del banano ecuatoriano a nivel internacional
- Demanda del banano en otros mercados internacionales
- Apoyo del gobierno a la industria bananera
- Nuestra bananera está cerca del puerto de la ciudad de Guayaquil
- Aplicar otras normas y tecnologías para aumentar la aceptación de nuestro banano
- Es posible mejorar la situación mediante asociación con el comprador

#### **Debilidades:**

- La empresa es conocida solo localmente
- El banano es un producto perecible en semanas
- La empresa no tiene innovaciones tecnológicas
- El clima frío o ceniza o invierno fuerte afectan al banano

- Áreas sin corte por pocos caminos deteriorados
- Sólo tenemos un comprador de fruta

**Amenazas:**

- Las plagas están en el medio ambiente
- Incremento del precio de los combustibles y transporte
- Disminución del precio de venta o altos costos por situaciones fuera de control
- Los cambios de climas y otros factores afectan al banano
- Las tasas de cambio del dólar influyen en el precio de venta en los mercados de moneda diferente al dólar americano

De acuerdo al FODA de la empresa, las fortalezas revelan que las buenas prácticas laborales sobre la fruta de banano tiene buen resultado como el cumplimiento del cupo al comprador, esto hace que la empresa sea bien considerada como buen proveedor. En cuanto a las oportunidades, es posible mejorar la imagen de la empresa en el ámbito nacional e internacional a través de redes sociales y plataformas populares, además es posible aprovechar la asociación bananera para llegar a otros mercados extranjeros. En cuanto a las debilidades, la visibilidad de la empresa es muy baja porque solo existe un comprador de la producción bananera, pero la empresa puede darse a conocer hacia los consumidores finales por su banano de calidad. En cuanto a las amenazas, es preocupante el cambio de clima en temperatura, cenizas, plagas aéreas, sequia de ríos, esto afecta la producción y es aprovechada por otros países productores que venden más caro ante la escasa fruta en el mercado.

## Capítulo IV Resultados

### 4.1. Diagnóstico.

Se conoce que la empresa agrícola Frutas Tropicales tiene cerca de 490 hectáreas sembradas de banano y tiene 5 diferentes empacadoras para cosechar la fruta y empacar en cajas de diferentes pesos (15 libras, 30 libras y 45 libras) (Álvarez Naranjo et al., 2022), existen diferentes tipos de cajas de acuerdo al cliente o mercado de exportación, cada empacadora puede hacer diferentes tipos de cajas; en cada empacadora los datos de la producción agrícola de banano (racimos procesados y cajas procesadas) es llenado en formatos de papel; esta hoja contiene promedios de la producción cuya producción se basa en muestreos de: racimos cosechados, racimos rechazados, racimos procesados y cajas empacadas; al final de la jornada cada empacadora envía el formato a oficina de estadísticas, en estadísticas el responsable llena en una hoja electrónica los promedios y cantidades del día, y envía al final del día esos datos sumariados que son entregados al gerente; además se elabora una estadística semanal e historial para control y comparación de la producción.

Los datos captados por el calificador de racimos y el calificador de cajas son datos de muestreos, es decir solo se conoce el peso de racimo de cada color de cinta en los racimos (cada 50 o 100 racimos), y se conoce el peso de la caja entre 100 cajas; sobre estos datos captados se realiza un promedio de peso y ese promedio se anota en la hoja de producción en la empacadora (Mayorga, 2022); esta hoja no contiene los datos de peso de cada racimo, no contiene el peso de cada caja, la hoja de estadísticas puede sufrir daños o perdida, la hoja puede ser manipulada en sus cantidades anotadas, existe lentitud en conocer la producción de la cosecha en pesos y en forma detallada, las actividades de producción empiezan en las empacadoras a

las 07h00 y el gerente no tiene datos de la producción durante el día, la información solo se conoce al final de la jornada cerca de 19h00. Esto tiene como efecto el retraso en obtener información de producción bananera, no tomar decisiones durante la jornada de producción, la información de cada empacadora se basa en muestras de racimos y cajas, no hay datos de cada racimo cosechado o caja de banano empacada, no hay datos precisos sobre los pesos.

Los problemas en la recolección y entrega de la información sobre la producción bananera se genera por la demora en obtener los datos de la cosecha de los racimos de banano y los datos del empaque de cajas de banano; se determinan tres factores en el diagnóstico: Lentitud en gestión de información sobre la producción de la cosecha-empaque, Observación de las instalaciones físicas de las empacadoras, y Estadísticas manuales.

#### **4.1.1. Lentitud en gestión de información sobre la producción de la cosecha-empaque**

##### **4.1.1.1. Proceso de cosecha y empaque en la empacadora de la bananera**

El racimo es cortado y puesto en garruchas para su transporte a través de rieles, se arman grupos de 20 racimos, cada grupo está identificado por un color de cinta que significa el número de semana, el grupo de racimos llega a la empacadora, en el parqueadero son desflorados y limpiados con presión de agua, luego el calificador verifica el grado de cada racimo, en caso de ser rechazado lo identifican por un banano cortado; el racimo rechazado es puesto en área de racimo rechazado, el racimo aceptado avanza a la balanza tipo aguja para ser pesado para muestreo en cada 5 racimos; el racimo aceptado avanza a las tinas para cortado de las manos,

estas manos son revisadas y lavadas en las tinas; otra persona califica las manos, aquí las manos rechazadas son puestas en tinas para el sector de banano rechazado; las manos aceptadas avanzan para ser fumigadas, puesta de etiqueta, puesta en cajas de cartones; el pesador de cajas verifica el peso de acuerdo al tipo de caja que puede ser 15 o 30 o 45 libras, el peso por caja puede ser mínimo 2 libras de menos y máximo 1 libra de más, este peso no es exacto porque las manos de banano tienen diferentes pesos; además el calificador de cajas hace un muestreo de peso cada 10 cajas; estas cajas son tapadas y embaladas en pallet de 48 cajas, en el contenedor entran 20 pallet, esto es un total de 960 cajas en el contenedor de banano, ver figura 3.

**Figura 3**

*Proceso de cosecha y empaque*

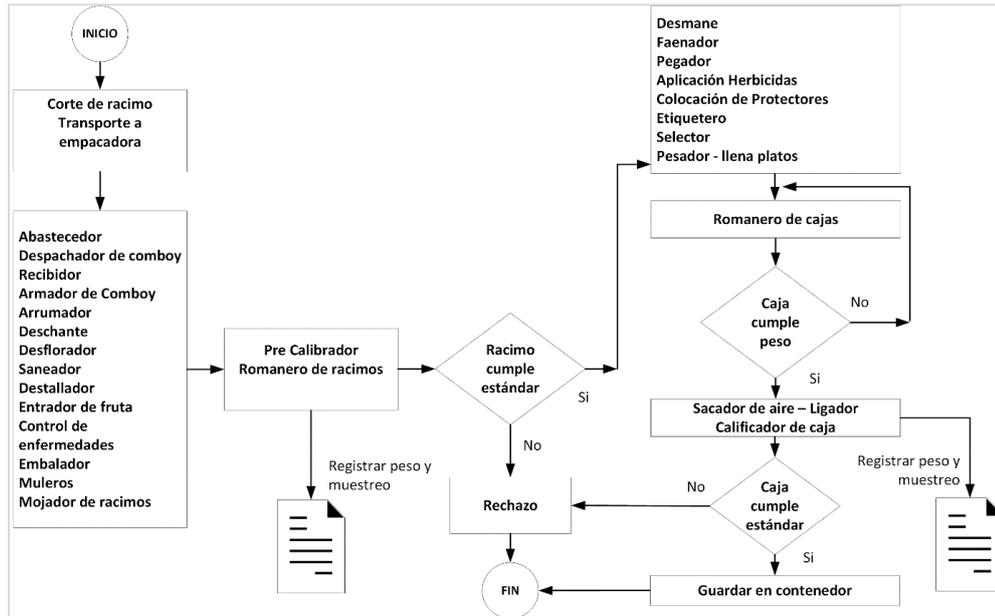


*Nota.* Procesos de producción bananera.

Luego de aplicar la técnica de la observación del proceso de cosecha y empaque se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo que procesa la fruta y presenta la toma de datos en forma escrita realizada por los calificadores de racimo y caja de banano, además que el dato obtenido es asentado en hojas de formato, ver figura 4.

**Figura 4**

*Diagrama de flujo en registro de datos*



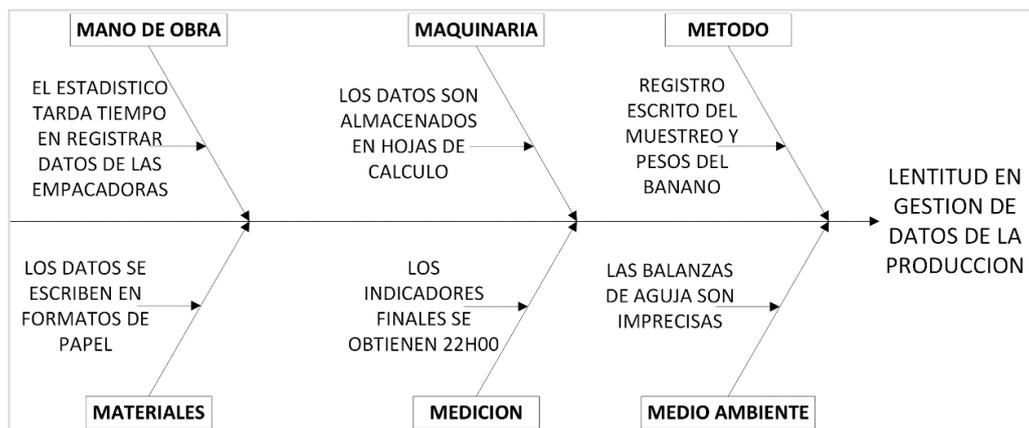
Nota. Elaboración propia.

**4.1.1.2. Causas y efectos**

Luego de realizar la visita a la empacadora y aplicar la técnica de recolección de datos, se obtiene información para conocer las causas en el atraso de la entrega de datos; estas causas apoyan la toma de decisiones para mejorar la recolección de datos en la producción bananera y entregar información en menor tiempo posible al gerente; se detecta en forma cualitativa los puntos críticos en la entrega de datos para la gerencia a través de la edificación del diagrama de causa-efecto, ver figura 5.

**Figura 5**

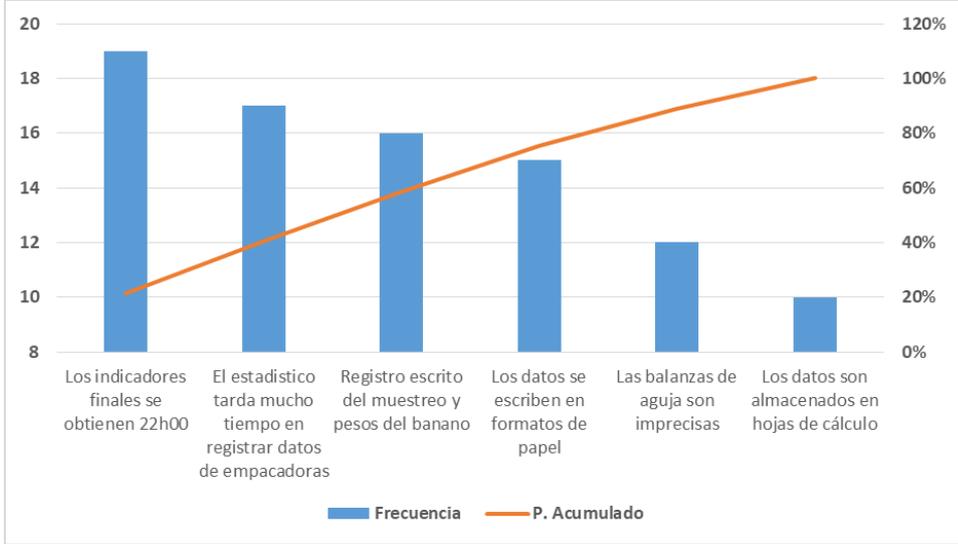
*Diagrama de Ishikawa*



Nota. Elaboración propia.

Se utiliza el diagrama de Pareto para representar los problemas graves que son necesarios resolverse, y denotar que estos problemas reales afectan a ciertos objetivos de la organización, basado en la regla 80/20, el 80% de los problemas en la gestión de datos se debe al 20% de las causas, es decir que la obtención de los indicadores a las 22h00 genera varios problemas de información porque es muy tarde el conocer los indicadores y no se puede tomar decisiones sobre la producción del día ya ejecutada. Este diagrama permite analizar las causas para que el proyecto de mejora logre optimizar el tiempo de recolección de datos de la producción bananera, esta es otra manera sencilla de entender las causas, ver figura 6.

**Figura 6**  
*Diagrama de Pareto*



*Nota.* Elaboración propia.

Las herramientas utilizadas como el Diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto ayudan a determinar las causas que desembocan en la lentitud de la gestión de la información, las causas se listan en orden que ocurren en la empresa:

- Registro escrito del muestreo y pesos del banano,
- Las balanzas de aguja son imprecisas,
- Los datos se escriben en formatos de papel,

El estadístico tarda mucho tiempo en registrar datos de empacadoras,

Los datos son almacenados en hojas de cálculo,

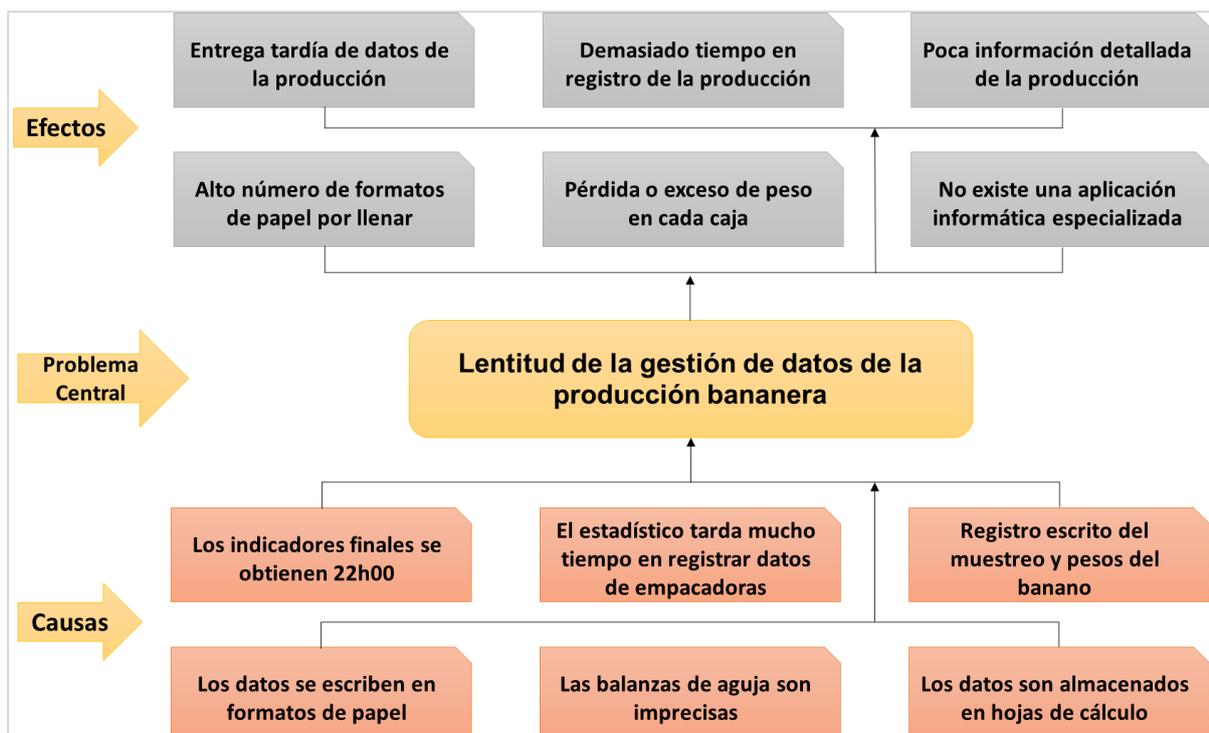
Los indicadores finales se obtienen 22h00.

Estas causas fueron determinadas durante la observación en la empacadora y en el departamento de estadísticas, y también se utilizó la entrevista con los calificadores, pesadores, jefe de calidad y estadísticos; además, estas causas fueron verificadas por el personal entrevistado.

El árbol de problema representa las causas y efectos, las causas ya nombradas obtenidas en las entrevistas, y aquí se demuestran los efectos que son resultado de las causas para entender la problemática que existe en el entorno de la obtención de datos, ver figura 7.

**Figura 7**

*Árbol de problemas*



Nota. Elaboración propia.

#### **4.1.1.3. Formatos en papel que contienen los datos de la producción**

Existen los siguientes formatos con sus detalles:

Formulario de cosecha y producción: contiene el nombre del sector, cantidad de hectáreas del sector, población de hectáreas de la finca, hectáreas recorridas código del sector, código de la empacadora, el color de cinta, edad en semanas, cantidad de racimos cortados, % de racimos cosechados, calibración promedio. En cuanto a la producción: racimos procesados, racimos rechazados, calibración promedio, suma de racimos muestreados, peso promedio de racimos muestreados, % de desperdicio, % de racimos rechazados, cantidad de racimo maduros, rechazo por lleno, pobre de tamaño, virosism mancha roja, bajo grado, podrido, daño, mal formación, banano alterado, invasión de hongo, caído, fumagina, cochinilla, otras razones, cantidad de manos promedio, conversión, total de cajas, descripción de tipos de caja empacadas con sus cantidades, total de cajas empacadas; hora de inicio, hora final, horas perdidas, razón de perdida, cantidad de trabajadores; personal de cosecha, número de personas por palanca, observaciones o razones. Ver figura 8 y figura 9.

Reporte de racimos muestreados: contiene el día-semana de producción, número del lote, color de cinta, peso del racimo, cantidad de manos, edad, peso mano superior, cantidad de dedos por menor superior, grado de mano; los muestreos están separados por color de cinta, ver figura 10.

Formato de cosecha: contiene nombre del sector, día-semana de producción, número de lote, entre la octava semana hasta la décima cuarta semana se escribe el color de cinta y la cantidad de racimos cosechados, ver figura 11.

**Figura 8**

*Formulario de cosecha y producción*

FORMULARIO DE COSECHA Y PRODUCCIÓN							
SECTOR:		CÓDIGO EMPACADORA:		SEMANA:			
HAS EN PRODUCCIÓN:		FECHA:					
HAS EN PLANTILLA:							
POBLACIÓN:							
ÁREAS RECORRIDAS(HAS):		% REPRESENT:					
HECTÁREAS ACUMULADAS		% REPRESENT:					
CINTAS DE COLOR							<b>TOTAL</b>
EDAD							
RAC. CORTADOS							
% DE COSECHA							
CALIBR. PROMEDIO							
PRODUCCIÓN							
RACIMOS PROCESADOS:		MADUROS:		ALM. FLOJA		MANOS PROMEDIO:	
RACIMOS RECHAZADOS:		LLENOS:		MAL FORMADO		CONVERSIÓN:	
CALIBRACIÓN PROMEDIO:		POBRES:		ALTERNADOS		TOTAL CAJAS:	
PESO TOTAL RACIMOS MUESTRA:		VIROSIS:		HONGOS			
TOTAL RACIMOS MUESTRA:		MANCHA ROJA		CAÍDOS:			
PESO PROMEDIO:		BAJO GRADO:		FUMAGINA:		RAC/HOM./DIA:	
% DESPERDICIO:		PODRIDO		COCHINILLA:		CAJ/HOMB/DIA:	
% RECHAZO:		DAÑO ZORRO:		OTROS			
CAJAS	43 LIBRAS	CAJAS					
TOTAL		TOTAL					
(%) CALIDAD CAJA							
RENDIMIENTO DE LA EMPACADORA:							
HORA INICIO:				TOTAL DE TRABAJADORES:			
HORA FINAL:				NÚMERO DE EMPACADORA:			
HORAS PERDIDAS:				PERSONAL ADICIONAL:			
RAZONES DE HORAS PERDIDAS:							
TOTAL HORAS TRABAJADAS:							
CAJAS DE SEGUNDA							
PERSONAL DE COSECHA				OBSERVACIONES			
# DE PERSONAS	# RAC. CORT.	RAC./HOM/DIA					
PALANCA 1							
PALANCA 2							
PALANCA 3							
PALANCA 4							
PALANCA 5							

ORIGINAL - AMARILLA - ROSADO

Nota. Formato de Empresa.

**Figura 9**  
Formulario de cosecha y producción con datos

FORMULARIO DE COSECHA Y PRODUCCIÓN										
SECTOR:	Man #1		CÓDIGO EMPACADORA:	JUD#1						
HAS EN PRODUCCIÓN:	277.95		SEMANA:	#3						
HAS EN PLANTILLA:			Juven	FECHA:	16-07-2023					
POBLACIÓN:	1.350									
ÁREAS RECORRIDAS(HAS):	129.75		% REPRESENT:							
HECTÁREAS ACUMULADAS:			% REPRESENT:							
CINTAS DE COLOR			Negro	Blanco					TOTAL	
EDAD			19	12						
RAC. CORTADOS			2.077	675					2.692	
% DE COSECHA			44.20	44.4						
CALIBR. PROMEDIO			39.95	40.70						
PRODUCCIÓN										
RACIMOS PROCESADOS:	2.648	MADUROS:	---	ALM. FLOJA:	04	MANOS PROMEDIO:	8.57			
RACIMOS RECHAZADOS:	44	LLENOS:	78	MAL FORMADO:	---	CONVERSIÓN:	7.36			
CALIBRACIÓN PROMEDIO:	44.25	POBRES:	07	ALTERADOS:	05	TOTAL CAJAS:	3.603			
PESO TOTAL RACIMOS MUESTRA:	87579.2	VIROSIS:	01	HONGOS:	---					
TOTAL RACIMOS MUESTRA:	2.692	MANCHA ROJA:	---	CAIDOS:	05					
PESO PROMEDIO:	37.44	BAJO GRADO:	---	FUMAGINA:	---	RAC/HOM/DIA:				
% DE PERDICIO:	6.67%	PODRIDO:	---	COCHINILLA:	---	CAJ/HOMB/DIA:				
% RECHAZO:	7.63%	DAÑO ZORRO:	---	OTROS (Fungos):	0.7					
CAJAS	43 LIBRAS		CAJAS							
	Grand Fanon Mamé (32 LB) 1.173		Grand Fanon Mamé (32 LB) 1.540							
	Chiquita Banani (40.5 LB) 2.430									
TOTAL	3.603		TOTAL							
(%) CALIDAD CAJA										
RENDIMIENTO DE LA EMPACADORA:										
HORA INICIO:	06:20		TOTAL DE TRABAJADORES:							73
HORA FINAL:	18:20		NÚMERO DE EMPACADORA:							10
HORAS PERDIDAS:	1/2 H		PERSONAL ADICIONAL:							
RAZONES DE HORAS PERDIDAS:	almuerzo									
TOTAL HORAS TRABAJAS:										
CAJAS DE SEGUNDA										
Rica CAT-51E	54		Calificación ult mamé							40.05
(44 LB)			Lomitos 2 de mamé							9.95
Rica CAT-(44 LB) CIE 79			Lomitos ult mamé							8.57
PERSONAL DE COSECHA	# DE PERSONAS	# RAC. CORT.	RAC./HOM/DIA	OBSERVACIONES						
Mirela	PALANCA 1	307	5.10	Mamá hatada x Quema de miel: 76						
Rempuella	PALANCA 2	440	7.25	Mamá hatada x deca de corte: 49						
Amber	PALANCA 3	398	6.45	Racimón cuerdón fueron aprendidos para						
Gale	PALANCA 4	157	2.692	Rica						
Tanya	PALANCA 5	400		T.M. 65						

Nota. Formato de Empresa.







#### **4.1.1.4. Caso del departamento de estadísticas**

El departamento de estadísticas está formado por dos personas que trabajan en dos turnos, el primer estadista trabaja desde 6am hasta 2pm, el segundo estadista trabaja desde 2pm hasta 10pm, ambos trabajan sobre los mismos datos de producción durante el día, colaboran en logística de utensilios para las empacadoras; el trabajo de estas personas se centra en recolectar los datos de cada empacadora hasta las 7pm de cada día, luego sintetizan los datos de cada sector en una hoja electrónica y sintetizar en información útil para el gerente o administrador de la bananera. Este departamento realiza los siguientes cuadros: Estadísticas de producción, Cajas de proceso, Racimos cortados versus procesados, Estadísticas de racimos, Rendimiento, Estimado real.

#### **4.1.1.5. Cálculos utilizados en la producción bananera**

Son muchos los cálculos realizados en la producción bananera, se da conocer los más importantes.

En las Estadísticas de Producción: % de área recorrida es área recorrida día dividido para hectáreas de producción. Área recorrida acumulada es la suma del día anterior. % de área recorrida acumulada es Área recorrida acumulada dividido para hectáreas de producción. Racimos Cos/Has es racimos cortados dividido para área recorrida. Cajas primera conversión a 42 es la suma de todas las cajas dividido para 42. Cajas por hectáreas es Cajas primera conversión a 42 dividido para hectáreas recorrido del día. Conversión es Cajas Real dividido para (Racimos cortados menos Racimos rechazados). Conversión 42 libras es Cajas primera conversión a 42 dividido para (Racimos cortados menos Racimos rechazados). % de rechazo es racimos rechazados dividido para racimos cortados. Merma es 1 menos (conversión dividido

(peso kilo \*0.9) \* 2.2 / 42) ). Merma 42 libras es 1 menos (conversión 42 libras dividido (peso kilo \*0.9) \* 2.2 / 42) ).

En Cajas de proceso hectáreas de producción: cantidad de cajas en proceso es cantidad de cajas dividido para cantidad en proceso.

En Racimos cortados versus procesados: Cantidad de racimos procesados es Racimos Cortados menos Racimos Rechazados.

En Estadísticas de racimos: Existe acumulados que es la suma de cada día en otras columnas Semana 8 color café, Semana 9 color rojo, Semana 10 color lila, Semana 11 color negro, Semana 12 color blanco, Semana 13 color azul, Semana 14 color verde, sin cinta (S/C); además la suma de todos estos colores, cálculo de la edad, racimos cosechados por día que es la suma de cada color de cinta en cada día, y cálculo de la edad promedio.

En Rendimiento: cantidad de racimos por cada día de la semana es igual a cantidad de racimos reales de cada día en hoja Estadísticas.

En Estimado real: los racimos estimados, los racimos reales son los racimos de la estadística. Diferencia racimos reales menos racimos proyectados. Acumulado real es la suma de racimos reales de cada día. Real proyectado es la suma de racimos proyectados de cada día. Diferencia es Acumulado real menos Real proyectado.

#### **4.1.2. Observación de las instalaciones físicas de las empacadoras**

##### **4.1.2.1. Instalaciones físicas**

Cada empacadora contiene rieles para entrada de los racimos de banano, parqueadero de racimos de banano para lavado del racimo y desflore, pesas de aguja para racimos, pesas de aguja para cajas de banano, tinas para lavado del banano, rieles para empaque del banano, área de pesaje de caja, área de paletizado, pequeña

oficina para el responsable de empacadora, bodega de materiales. Esta área está cubierta en un espacio de aproximadamente 900 metros cuadrados. Además cuenta con instalaciones eléctricas para motores y aspiradoras, iluminación y tomas de corriente. Ver figura 13 y figura 14.

**Figura 13**

*Parte exterior de empacadora*



*Nota.* Vista externa de una empacadora.

**Figura 14**

*Rieles de cajas*



*Nota.* Empaque de una caja de banano.

#### 4.1.2.2. Pesaje de racimo y pesaje de caja

Cada empacadora pesa el racimo de banano y la caja de banano en balanzas tipo aguja, por esta razón los racimos no son pesados uno a uno sino son pesados cada 10 racimos, las cajas de banano son pesadas cada 10 cajas, para tomar el muestreo y luego de calcula un peso promedio al final de la jornada, ver figura 15 y figura 16.

**Figura 15**

*Pesaje de racimo de banano*



*Nota.* Pesaje manual de un racimo de banano.

**Figura 16**

*Pesaje de caja de banano*



*Nota.* Pesaje manual de una caja de banano.

### 4.1.2.3. Instalaciones eléctricas

Cada empacadora cuenta con instalaciones eléctricas, cableado protegido, tomas eléctricas, alumbrado, entre otros estándares para seguridad del personal que trabaja en esta área. Los problemas de las instalaciones eléctricas se vinculan con la mejora de la gestión de datos de la producción porque la energía eléctrica es utilizada por los sensores IoT, los dispositivos de comunicación, computadoras y otros artefactos que se utilizan en un sistema integral de gestión; el departamento de taller mecánico a través de sus electricistas serán los encargados de verificar el perfecto funcionamiento de las instalaciones en las empacadoras para bajar las variaciones de voltajes o cubrir los cables o realizar nuevas instalaciones que se necesite en el proyecto de mejora. Se destaca que las reparaciones eléctricas no entran en el presupuesto de este proyecto porque existe un rubro y continuo para mejorar las instalaciones eléctricas por cuanto están expuestas siempre a polvo o tierra o agua en las empacadoras, ver figura 17 y figura 18.

**Figura 17**

*Instalación eléctrica*



*Nota.* Oficina de una empacadora.

## Figura 18

*Tomas eléctricas*



*Nota.* Oficina de una empacadora.

### 4.1.3. Estadísticas manuales

#### 4.1.3.1. Reportes de estadísticas en hoja de cálculo

Los siguientes reportes provienen de la hoja de cálculo en que trabaja el departamento de estadísticas.

Estadísticas de producción contiene: nombre del sector, hectáreas de producción, área recorrida día, % de área recorrida, área recorrida acumulada, % de área recorrida acumulada, racimos cortados, racimos rechazados, racimos Cos/Has, pesos de cajas, pesos de cajas de segunda, cajas primera conversión a 42, cajas reales, cajas por hectáreas, conversión, conversión 42 libras, peso Kg, % de rechazo, merma, merma 42 libras, calibración, cantidad de manos, ver figura 19.

Cajas de proceso contiene: nombre del sector, por cada día de la semana de producción existe las hectáreas de producción, cantidad de cajas, cantidad en proceso, cantidad de cajas en proceso, y sus totales de la semana, ver figura 20.

Racimos cortados versus procesados contiene: nombre del sector y por cada día de la semana de producción existe la cantidad de racimos cortados y cantidad de racimos procesados, y sus totales de la semana, ver figura 21.

Estadísticas de racimos contiene: nombre del sector y por cada día de la semana existe Semana 8 color café, Semana 9 color rojo, Semana 10 color lila, Semana 11 color negro, Semana 12 color blanco, Semana 13 color azul, Semana 14 color verde, sin cinta (S/C), y sus totales de la semana, ver figura 22.

Rendimiento contiene: nombre del sector, cantidad de racimos por cada día de la semana, el color azul significa producción mayor a 2400, el color negro significa producción entre 1600 y 2400, el color rojo significa producción menor a 1600 racimos, ver figura 23.

Estimado real contiene: nombre del sector, estimado semanal, y por cada día de la semana contiene racimos estimados, racimos reales, diferencia; además acumulado real, real proyectado, diferencia, ver figura 24.

Estos cuadros son entregados al final de la jornada al gerente de la bananera, puede ser 10pm u 11pm.

**Figura 19**  
*Estadísticas de producción*

		Estadísticas de Producción 2023:															
		LUNES															
		CAJAS DE PRIMERA-PESO															
SECTORES	Hectareas Producción	Area Recorrida día	%	Area Recorrida Acumulada	%	Racimos Cortados	Racimos Rechazados	Rac Cos/Has	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	47.00	33.00	32.00	
Sector 1	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0											
Sector 2	100.00	81.70	81.70	81.70	81.70	2,877	43	35	2,268								1,540
Sector 3	100.00	93.10	93.10	93.10	93.10	2,773	23	30	2,160								1,540
Sector 4	100.00	91.56	91.56	91.56	91.56	2,538	33	28	1,836								1,540
Sector 5	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0											

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

**Figura 20**

*Cajas de proceso*

SECTORES	Hectareas Producción	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES		
		Cajas	Proceso	Cajas/Proceso	Cajas	Proceso	Cajas/Proceso	Cajas	Proceso	Cajas/Proceso	Cajas	Proceso	Cajas/Proceso
Sector 1	203.05	0			3,535			3,589			2,423		
Sector 2	238.00	3,441			0			3,643			3,600		
Sector 3	257.81	3,333			3,589			3,333			0		
Sector 4	190.14	3,009			0			2,214			780		
Sector 5	170.00	0			3,373			0			2,754		
<b>Tol. ZONA 2</b>	<b>1,059.00</b>	<b>9,784</b>	<b>0</b>	<b>#¡DIV/0!</b>	<b>10,496</b>	<b>0</b>	<b>#¡DIV/0!</b>	<b>12,779</b>	<b>0</b>	<b>#¡DIV/0!</b>	<b>9,557</b>	<b>0</b>	<b>#¡DIV/0!</b>

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

**Figura 21**

*Racimos cortados versus procesados*

Estadísticas de Producción 2023: SEMANA 03													
SECTORES	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		
	Cortados	Procesados	Cortados	Procesados	Cortados	Procesados	Cortados	Procesados	Cortados	Procesados	Cortados	Procesados	
Sector 1	-	-	2,707	2,681	2,670	2,652	1,951	1,937	-	-	-	-	
Sector 2	2,877	2,834	-	-	2,923	2,881	2,935	2,909	-	-	-	-	
Sector 3	2,773	2,750	2,965	2,933	2,735	2,704	-	-	-	-	-	-	
Sector 4	2,538	2,505	-	-	1,877	1,855	695	691	-	-	-	-	
Sector 5	-	-	2,571	2,542	-	-	2,266	2,247	-	-	-	-	
<b>Tol. ZONA 2</b>	<b>8,188</b>	<b>8,089</b>	<b>8,243</b>	<b>8,156</b>	<b>10,205</b>	<b>10,092</b>	<b>7,847</b>	<b>7,784</b>	-	-	-	-	

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

**Figura 22**

*Estadísticas de racimos*

SECTORES	LUNES								Martes							
	8 Sem	9 Sem	10 Sem	11 Sem	12 Sem	13 Sem	14 Sem	S/C	8 Sem	9 Sem	10 Sem	11 Sem	12 Sem	13 Sem	14 Sem	S/C
	CAFÉ	ROJA	LILA	NEGRA	BLANCA	AZUL	VERDE	S/C	CAFÉ	ROJA	LILA	NEGRA	BLANCA	AZUL	VERDE	S/C
Sector 1											486	1,269	950	21		
Sector 2		27	634	1,255	961											
Sector 3		53	1,217	1,131	341	31					1,334	1,040	591			
Sector 4		70	1,199	936	333											
Sector 5									4	1,538	792	236				1
<b>Tol. ZONA 2</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>3,050</b>	<b>3,322</b>	<b>1,635</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3,358</b>	<b>3,101</b>	<b>1,777</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

**Figura 23**

*Rendimiento*

Estadísticas de Producción 2023: SEMANA 03							
RENDIMIENTO:	mayor a 2400		entre 1600 y 2400		menor a 1600		
Sector/Zona	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	TOTAL
Sector 1	-	3,535	3,589	2,423	-	-	3,182
Sector 2	3,441	-	3,643	3,600	-	-	3,561
Sector 3	3,333	3,589	3,333	-	-	-	3,418
Sector 4	3,009	-	2,214	780	-	-	2,001
Sector 5	-	3,373	-	2,754	-	-	3,063
<b>ZONA 2</b>	<b>3,261</b>	<b>3,499</b>	<b>3,195</b>	<b>2,389</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,086</b>

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

**Figura 24***Estimado real*

Codigos	Sectores	Estimado Semanal	Lunes			Martes			Miércoles		
			Estimado	Real	Diferencia	Estimado	Real	Diferencia	Estimado	Real	Diferencia
Sector 1	Julia 1			0	0		3,535	3,535		3,589	3,589
Sector 2	Julia 2			3,441	3,441		0	0		3,643	3,643
Sector 3	Julia 3			3,333	3,333		3,589	3,589		3,333	3,333
Sector 4	Julia 4			3,009	3,009		0	0		2,214	2,214
Sector 5	Julia 5			0	0		3,373	3,373		0	0

Nota. Hoja electrónica de estadísticas de Frutas Tropicales.

#### 4.1.3.2. Tiempos en procesamiento de datos

El procesamiento de datos se refleja en los formularios que actualmente son llenados en forma manual para generar la información de la producción bananera que acontece durante el día; la tabla 2 muestra los formularios manuales y sus tiempos de llenado en la empacadora y en oficina de estadísticas los cuadros en hoja electrónica llenados por digitación del personal.

**Tabla 2***Tiempo actual de procesamiento de datos en los formularios*

Lugar	Formulario	Tiempo Real	Observación
Empacadora	Cosecha y producción	1h30min	Entre 8am y 6pm
Empacadora	Reporte de racimos muestreados	30 min	Entre 5pm y 6pm
Empacadora	Cosecha	30 min	Entre 5pm y 6pm
Empacadora	Reporte de racimos rechazados	30 minutos	Entre 8am y 6pm
Oficina Estadísticas	Estadísticas de producción	2 hora	Entre 7pm y 8pm
Oficina Estadísticas	Cajas de proceso	15 minutos	Entre 8pm y 9pm
Oficina Estadísticas	Racimos cortados versus procesados	15 minutos	Entre 8pm y 9pm
Oficina Estadísticas	Estadísticas de racimos y rendimiento	20 minutos	Entre 9pm y 10pm
Oficina Estadísticas	Estimado real	10 minutos	Entre 9pm y 10pm
	Total horas	6 horas	

Nota: Tiempo para obtener los datos de la producción.

#### 4.1.3.3. Actividades realizadas en forma manual

En la empacadora y en oficina de estadísticas existen actividades que se realizan en forma manual, las actividades relacionadas a la cosecha y empaque son

manuales por naturaleza, las actividades relacionadas a los datos e información son aquellas que se propone automatizar por el tiempo de recolección y procesamiento; la tabla 3 muestra las actividades generales en la producción bananera, se propone sistematizar los datos de las actividades: Romanero de racimos, Romanero de cajas, Llenado de formularios, Procesamiento de datos, Verificación de información, Formato de información y Entrega de información.

**Tabla 3**  
Actividades manuales en producción bananera

Labor	Actividad	Automatizar
Cosecha de racimos	1. Abastecedor, 2. Despachador de comboy, 3. Recibidor, 4. Abono, 5. Armador de Comboy, 6. Arrumador, 7. Balizado del área, 8. Cerquero, 9. Deschante, 10. Desflorador, 11. Saneador, 12. Destallador, 13. Entrador de fruta, 14. Control de enfermedades, 15. Control de maleza, 16. Control de plagas, 17. Embalador, 18. Garruchero con Podón, 19. Muleros, 20. Fumigación, 21. Mojadador de racimos, 22. Pre Calibrador	
Cosecha de racimos	23. Romanero de racimos	*
Empaque de cajas	24. Desmane, 25. Faenador, 26. Confección de sacos, 27. Limpieza empacadora, 28. Pegador, 29. Aplicación Herbicidas, 30. Colocación de Protectores, 31. Etiquetero, 32. Muestreador, 33. Bajada Fertilizantes, 34. Selector, 35. Cajero, 36. Pesador - llena platos	
Empaque de cajas	37. Romanero de cajas	*
Empaque de cajas	38. Sacador de aire – Ligador, 39. Paletizador, 40. Vinchero, 41. Restiba	
Empacadora	42. Llenado de formularios	*
Oficina de estadísticas	43. Procesamiento de datos	*
Oficina de estadísticas	44. Verificación de información	*
Oficina de estadísticas	45. Formato de información	*
Oficina de estadísticas	46. Entrega de información	*

*Nota:* Actividades por labor.

#### 4.2. Diseño de la Mejora.

Se aplican técnicas que se demuestran en esta propuesta permite la mejora en la organización, mediante árbol de acciones, diagramas de flujo de datos, diagramas de actividades de procesos, casos de uso, requerimientos, diseño la plataforma IoT, diseño del datamart, diseño de interfaces.

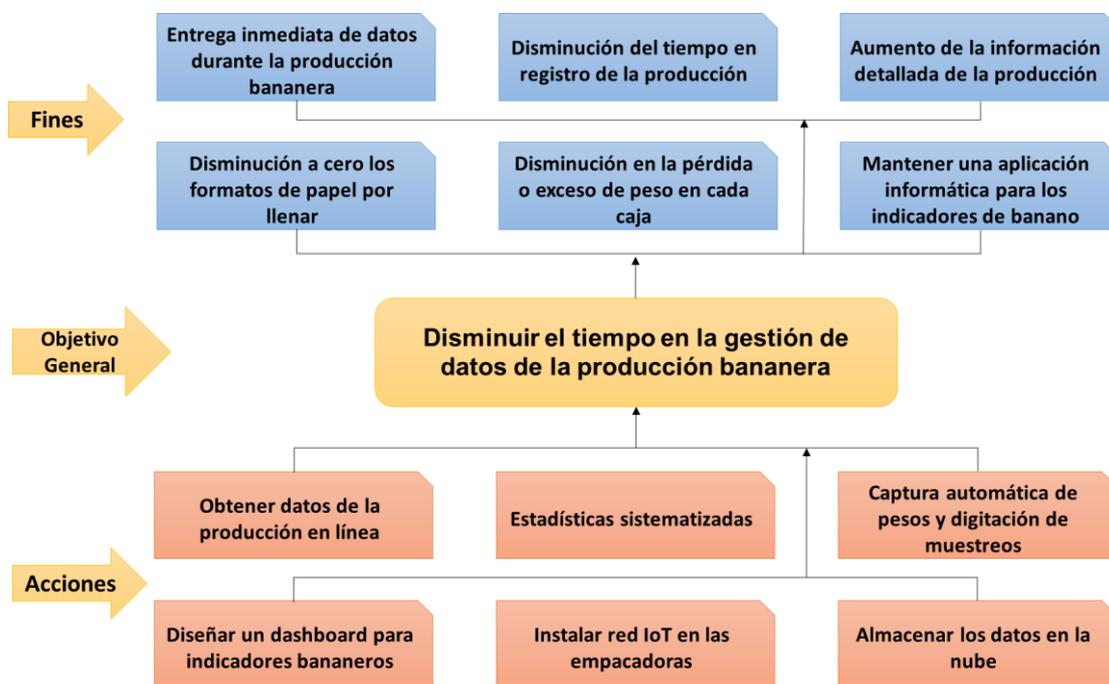
## 4.2.1. Adecuada gestión de información sobre la producción de la cosecha-empaque

### 4.2.1.1. Árbol de Acciones

Para mejor entendimiento de la mejora se presentan varios diagramas sobre la gestión de datos en la producción bananera. El árbol de acciones presenta las alternativas para dar solución a las causas vistas en el árbol de problemas, y lograr una buena visión sobre las situaciones conocidas en las causas y efectos, adema de resolver el problema central ahora existe un objetivo general alcanzable, ver figura 25.

**Figura 25**

*Árbol de acciones*



*Nota.* Acciones a ejecutar en Frutas Tropicales.

### 4.2.1.2. Diagramas

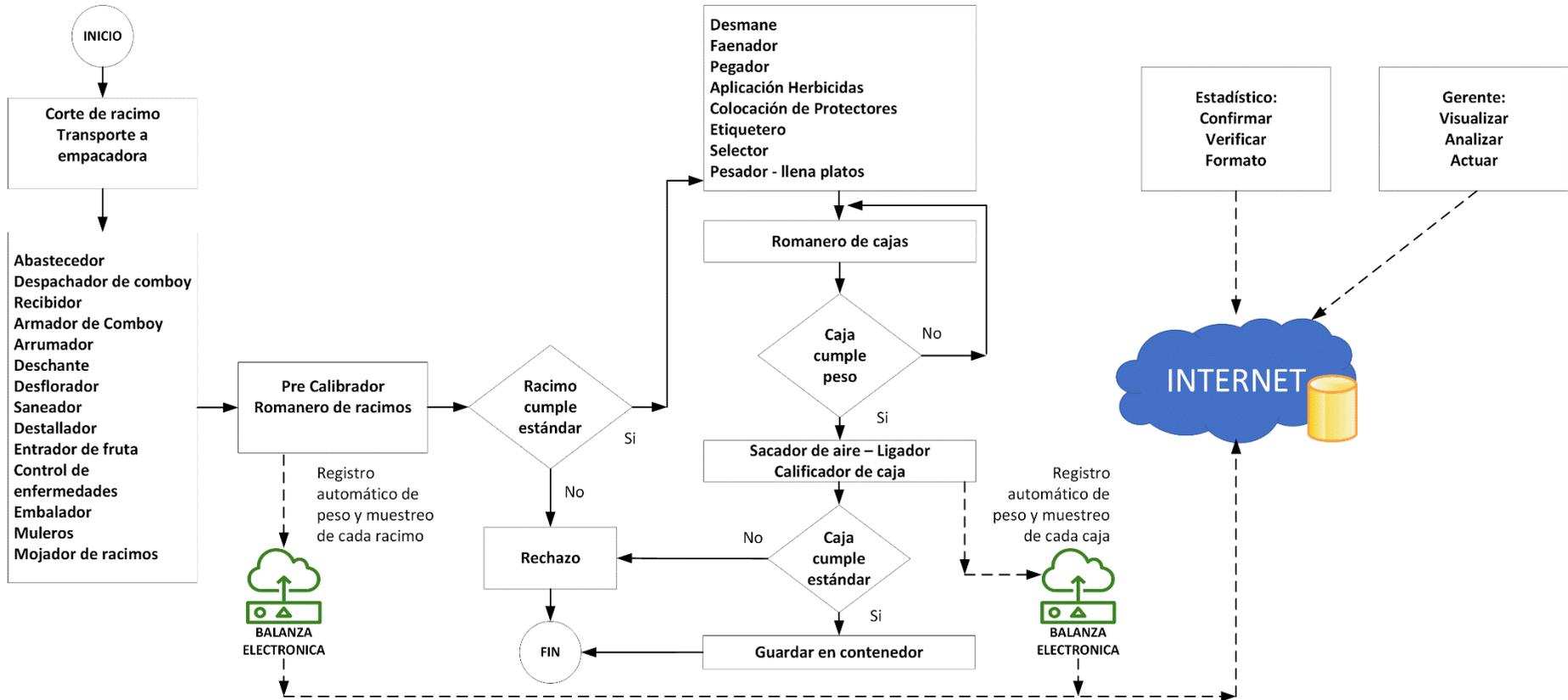
El diagrama de flujo de datos durante la producción bananera inicia con las mismas tareas al recibir el racimo de banano; la mejora es el momento de pesar el racimo, ya no lo pesa una balanza de aguja, lo pesa una balanza electrónica que está conectada a un monitor de visualización y este está conectado a un controlador que

envía los datos a internet; el racimo continua con las actividades hasta llegar a ser empacado, el momento de pesaje lo capta otra balanza electrónica que también envía los datos a internet. El estadístico verifica los datos en cualquier hora durante el proceso de empaque desde una aplicación web, y desde una aplicación móvil el gerente puede visualizar los datos y tomar decisiones basados en los pesos y muestreos, ver figura 26.

El diagrama de actividades de procesos muestra los involucrados en el proceso de mejora que empieza: en la empacadora con el racimo de banano que captura el peso mediante la balanza electrónica y es guardado por el monitor, luego la balanza acepta el peso y envía el dato a la nube; en la empacadora cuando esta la caja con el banano se captura el peso mediante otra balanza electrónica y es guardado por el monitor, luego la balanza acepta el peso y envía el dato a la nube. Los muestreos de racimos son ingresados en el monitor de racimos, también los muestreos de cajas son ingresados en el monitor de cajas. El sistema que se encuentra en la nube recibe los datos que son enviados desde las empacadoras, los almacena y realiza los nuevos cálculos con los datos, los nuevos cálculos son almacenados en la nube, la plataforma los presenta en cualquier momento que cualquier usuario ingrese por medio de una aplicación web o móvil. El departamento de estadísticas a partir de las 8am puede confirmar y verificar los pesos y muestreos durante la jornada de producción, al finalizar la jornada después de las 18h00 puede dar formato final al informe y enviar la producción del día hacia el gerente. Además, el gerente puede ver los detalles o resúmenes de la producción durante la jornada desde 8am hasta 18h00, durante la jornada puede analizar y tomar decisiones referentes a la producción; y recibe el informe final alrededor de las 19h00, ver figura 27.

**Figura 26**

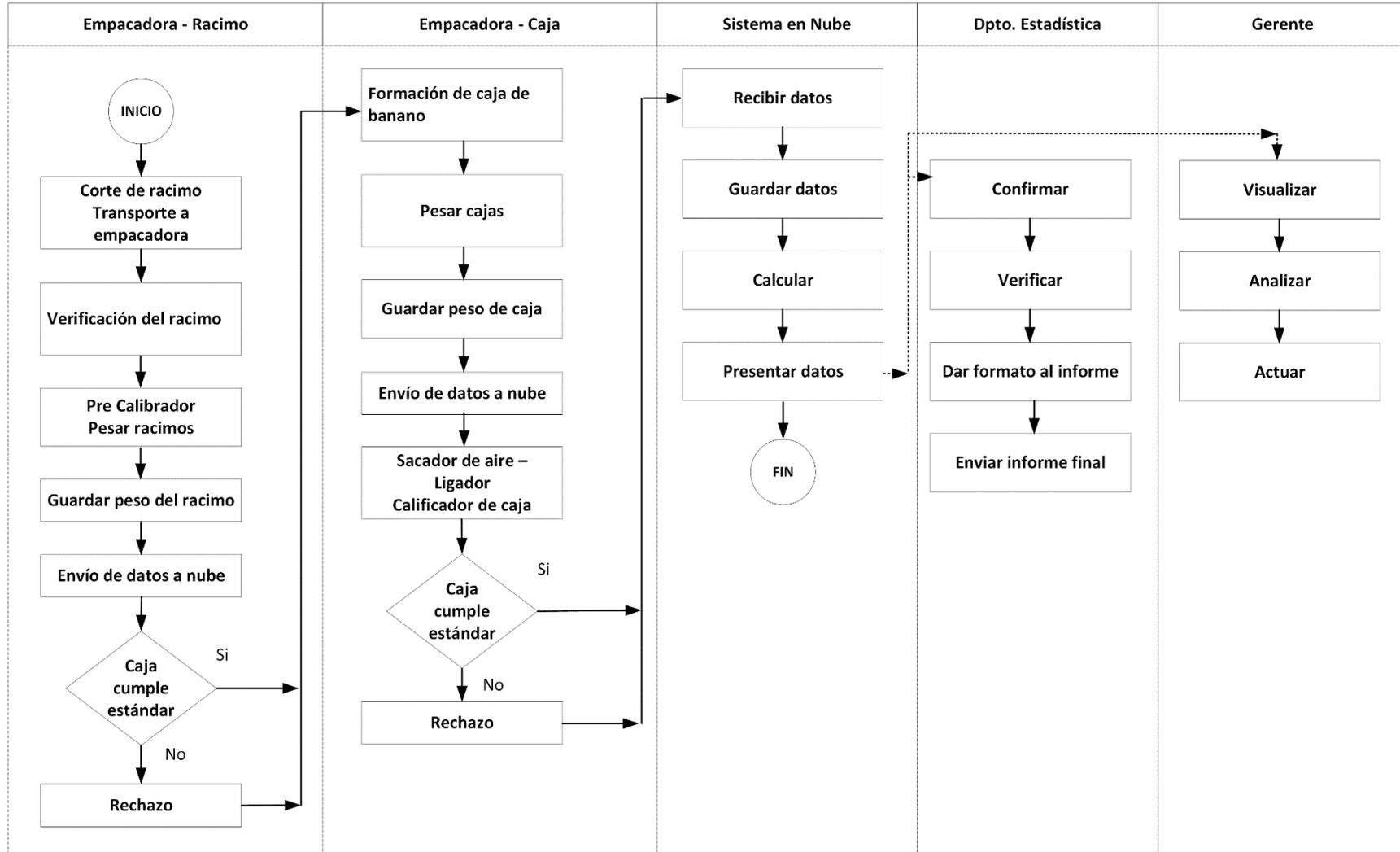
*Flujo de datos en la producción bananera*



Nota. Datos generados de pesaje y muestreos en Frutas Tropicales.

**Figura 27**

*Diagrama de actividades de procesos*



Nota. Proceso mejorado en Frutas Tropicales.

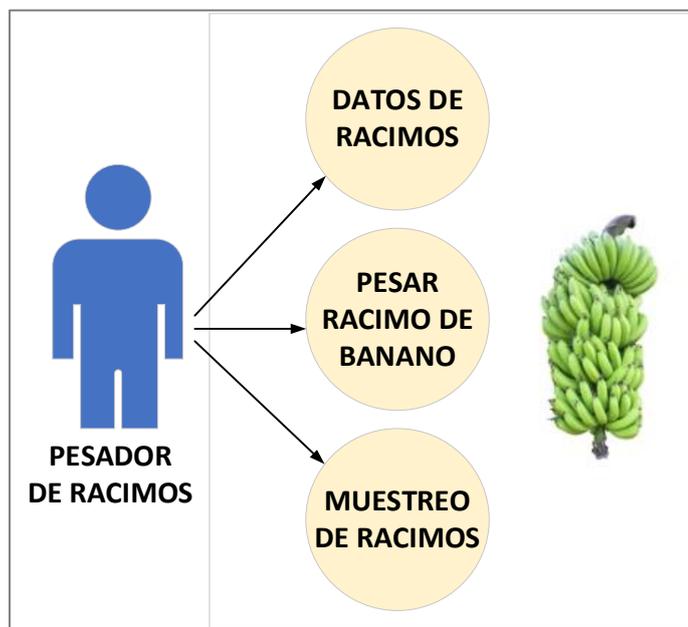
#### 4.2.1.3. Casos de uso

Se propone la captura automatizada de datos durante el proceso de pesaje del racimo de banano y el pesaje de la caja de banano, los dispositivos que son balanza electrónica capturan el peso de cada racimo y el peso de cada caja; es decir en la empacadora las balanzas manuales de aguja deben ser reemplazadas por balanzas electrónicas, este tipo de balanzas está formado por: una celda que captura el peso, una pantalla minicomputadora de 7 pulgadas con pantalla para presentar el peso.

La minicomputadora para peso del racimo tiene opciones para ingresar los datos de cinta, racimos cosechados, racimos rechazados, causas de rechazo, lote, largo dedos, cantidad de manos, edad, calibración del banano, ver figura 28.

**Figura 28**

*Pesaje de racimo de banano*



Nota: Elaboración propia.

La minicomputadora para peso de cada caja además tiene opciones para ingresar los datos de cajas rechazadas, tipo de caja, muestreo de cajas, ver figura 29. Los datos capturados por las balanzas electrónicas y almacenados temporalmente en

la minicomputadora son extraídos por un raspberry que tomara los datos y los enviará a una base de datos permanente en la nube, en la nube el dashboard se actualiza en cada tiempo que los usuarios entran a la página web.

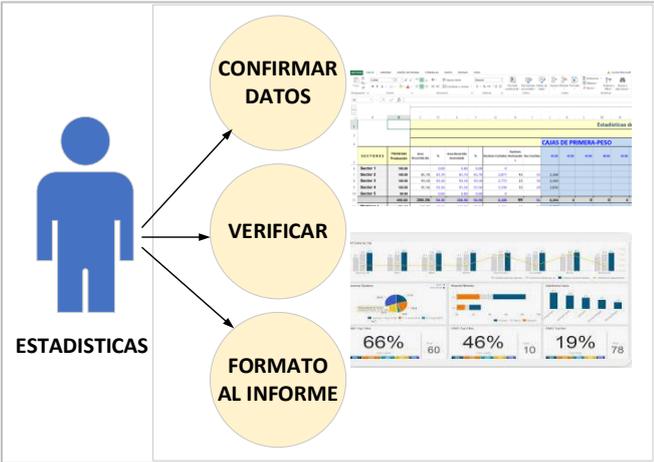
**Figura 29**  
*Pesaje de caja de banana*



Nota: Elaboración propia.

En el caso del departamento de estadísticas, se confirman los datos del día de producción, verificar parámetros del día, verificar mínimos o máximos, estos datos del dashboard pueden ser bajados a una hoja electrónica, ver figura 30.

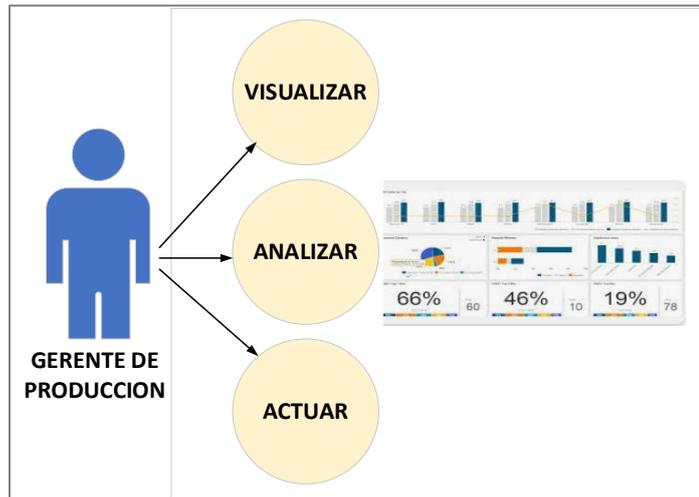
**Figura 30**  
*Departamento de estadísticas*



Nota: Elaboración propia.

En el caso del gerente, visualiza los datos durante cualquier momento desde que empieza la producción bananera, estos datos puede ser visualizados en formato web o aplicación móvil; con la información procesada de cada empacadora puede tomar decisiones durante el día, ver figura 31.

**Figura 31**  
*Gerente*



Nota: Elaboración propia.

#### **4.2.2. Acciones**

Las acciones provienen del árbol de acciones y son congruentes con las causas identificadas en el árbol de problemas, a continuación se describe y evidencia como estas acciones resuelven las causas o problemas.

##### **4.2.2.1. Instalar red IoT en las empacadoras**

Esta acción soluciona la causa "Las balanzas de aguja son imprecisas" porque la red IoT contiene las balanzas electrónicas con sensores de peso y monitor para visualizar el peso exacto del racimo de banano o caja de banano, para esto se presenta el diseño de la plataforma IoT.

Se propone una arquitectura basada en IoT para la captura de datos en la producción bananera, los datos de pesaje son capturados por las balanzas

electrónicas, los monitores o minicomputadoras también captan los datos de muestreos de los racimos y cajas, ver figura 32. La arquitectura se propone de cuatro capas que se describen a continuación:

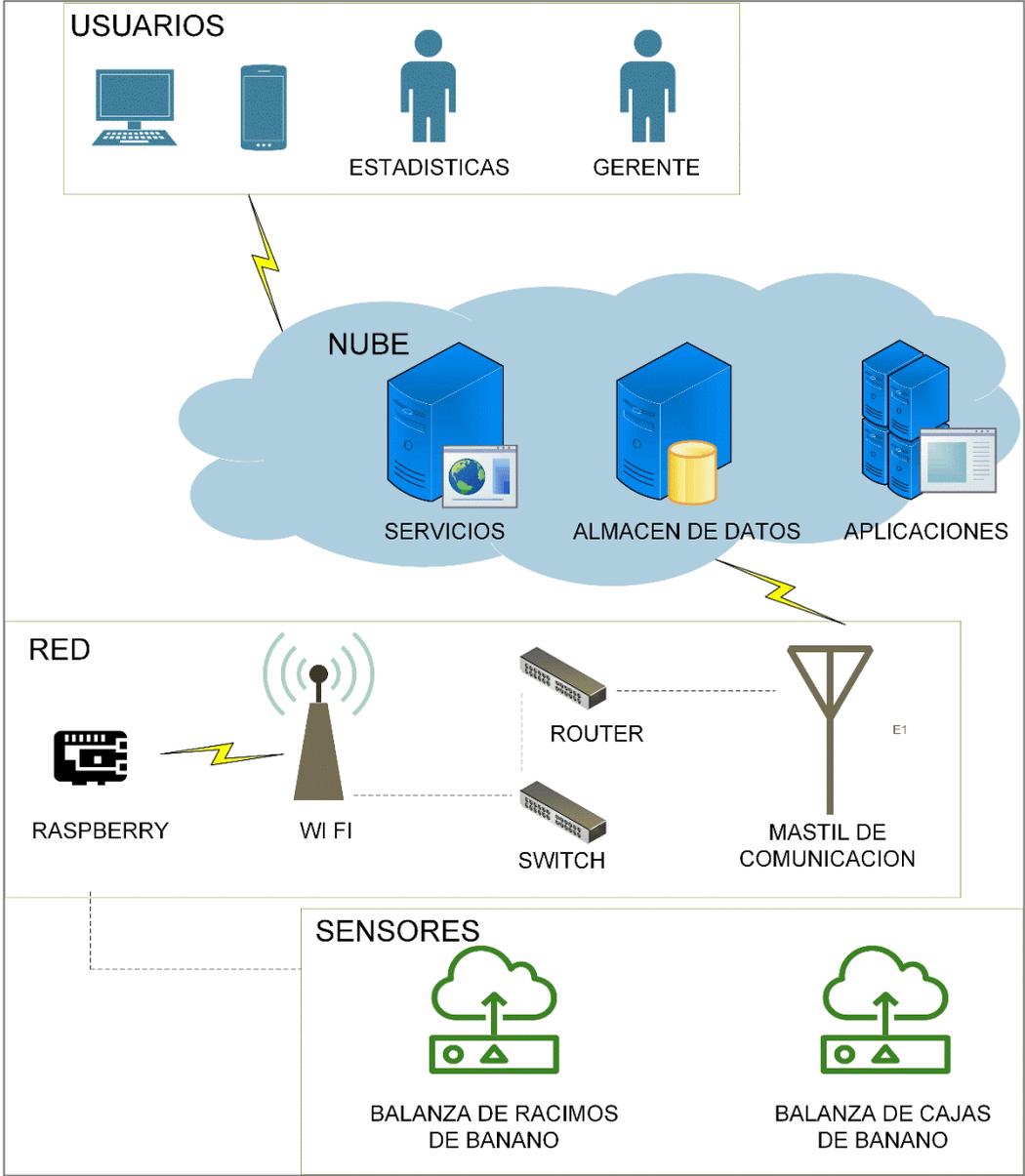
**Capa de Sensores:** Esta capa capta los datos del mundo real y los digitaliza. Esta capa están las balanzas electrónicas que tienen los sensores de pesaje, en una empacadora debe existir una balanza para racimos de banano y otra balanza para cajas de banano, además cada balanza tiene su monitor para visualizar el peso, estos monitores (minicomputadoras) tienen la propiedad de captar datos adicionales.

**Capa Red:** Esta capa transfiere los datos desde la capa sensores a la capa nube, se utiliza la conexión Wi-Fi y cableado de red. Se utiliza Raspberry Pi que es una mini computadora con sistema operativo Linux ligero y compatible con todo dispositivo, el monitor de la balanza electrónica se conecta al rasperry, y este último toma los datos del monitor y envía por medio inalámbrico al Access Point; el Access Point se conecta por medio de cable al switch de red, el luego al router se conecta a la antena de comunicación que se encuentra en el mástil, el mástil tiene una altura entre 12 a 15 metros, esta altura depende del terreno y distancia que se encuentra la empacadora a oficina central; la oficina central tiene conexión a internet.

**Capa Nube:** En esta capa la red IoT se beneficia de las propiedades de la nube como son: acceso al mundo real, recursos virtuales, recursos ilimitados, procesamiento distribuido, y los datos fuentes sirven para Big Data; se sugiere adquirir un espacio mediante Microsoft PowerBI; la nube debe contener Aplicaciones informáticas, Base de Datos y Micro-Servicios para recibir los datos, procesarlos y presentarlos; las Aplicaciones informáticas son para presentar la información mediante Power BI; los Micro-Servicios son programas para recolectar datos enviados desde las balanzas electrónicas, otro servicio es la transformación de esos datos a

estructuras de almacenamiento hacia la base de datos; la Base de Datos se sugiere en Microsoft SQL Server Express que es una versión gratuita y escalable, y es para el almacenamiento permanente de los datos recolectados por los sensores.

**Figura 32**  
*Arquitectura en plataforma IoT*



Nota: Diagrama conceptual del modelo. Elaboración propia.

Capa Usuarios: Al momento están identificados el estadístico y el gerente de la empresa bananera, es factible adicionar al ingeniero de calidad; el estadístico puede utilizar la aplicación web para mejor verificación de los datos en el dashboard; el

gerente puede utilizar la aplicación web o móvil para verificar o visualizar los indicadores generados durante el día; estas aplicaciones utilizan los recursos de la ubicados en la nube.

La instalación de los dispositivos para capturar los datos de la producción bananera empieza en la empacadora, y otros dispositivos de comunicación son instalados en oficina principal, se presenta de manera textual los componentes en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Dispositivos IoT*

Dispositivo	Ubicación	Función
Celda de balanza de racimo	Pesaje de racimo	Capturar el peso del racimo de banano
Monitor de balanza	Pesaje de racimo	Presentar el peso, entrada de muestreos
Raspberry	Pesaje de racimo	Enviar los datos del monitor a la red
Celda de balanza de caja	Pesaje de caja	Capturar el peso de caja de banano
de balanza	Pesaje de caja	Proteger la celda
Monitor de balanza	Pesaje de caja	Presentar el peso, entrada de muestreos
Raspberry	Pesaje de caja	Enviar los datos del monitor a la red
Access Point (C.A.)	Centro de empacadora	Capturar los datos desde los raspberry
Router	Oficina de empacadora	Red
Switch	Oficina de empacadora	Red
Mástil	Junto a oficina	Soporte de Access Point L.A.
Access Point (L.A.)	Sobre el mástil	
Mástil	Junto a oficina central	Soporte de Access Point L.A.
Access Point (L.A.)	Sobre el mástil	
Router	Oficina central	Enlace de empacadoras

*Nota:* Lista de hardware.

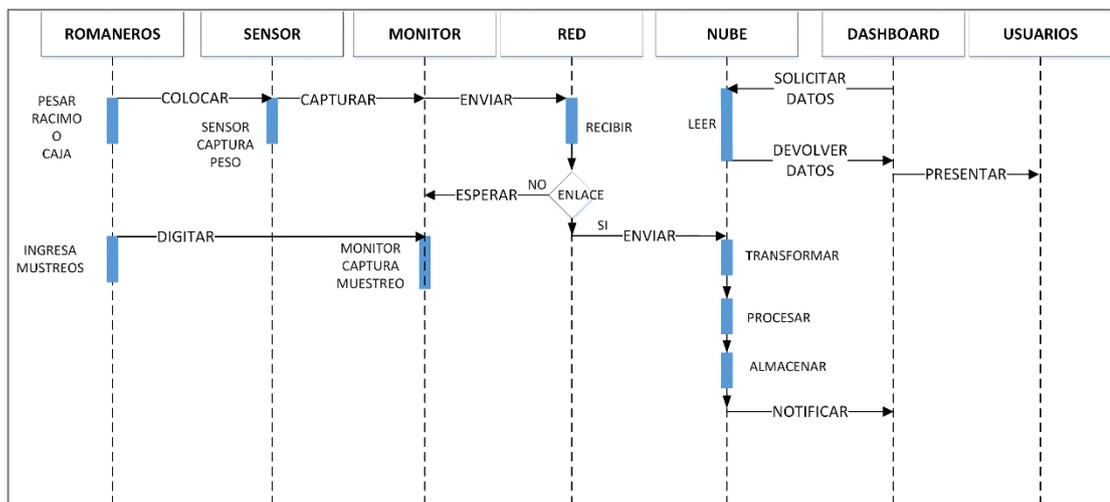
#### **4.2.2.2. Captura automática de pesos y digitación de muestreos**

Esta acción soluciona la causa “Registro escrito del muestreo y pesos del banano” porque los pesos son capturados por las balanzas electrónicas y los muestreos son digitados en los monitores.

La figura 33 presenta el Flujo de Datos en la arquitectura IoT desde el momento que los datos son captados, los primeros datos capturados son los pesos de los racimos de banano o cajas de banano, luego el peso es capturado por el sensor de la balanza y enviados por cable hacia el monitor, el monitor envía el peso hacia el raspberry, este último transmite el peso hacia la red; la red se encarga de enviar los datos a la nube para que los micro-servicios realicen la transformación, procesamiento y almacenamiento en la base de datos; el dashboard es notificado de las actualizaciones en la base de datos, el gerente o estadista puede visualizar la información de la producción bananera en el dashboard.

**Figura 33**

*Diagrama de secuencia en el flujo de los datos*



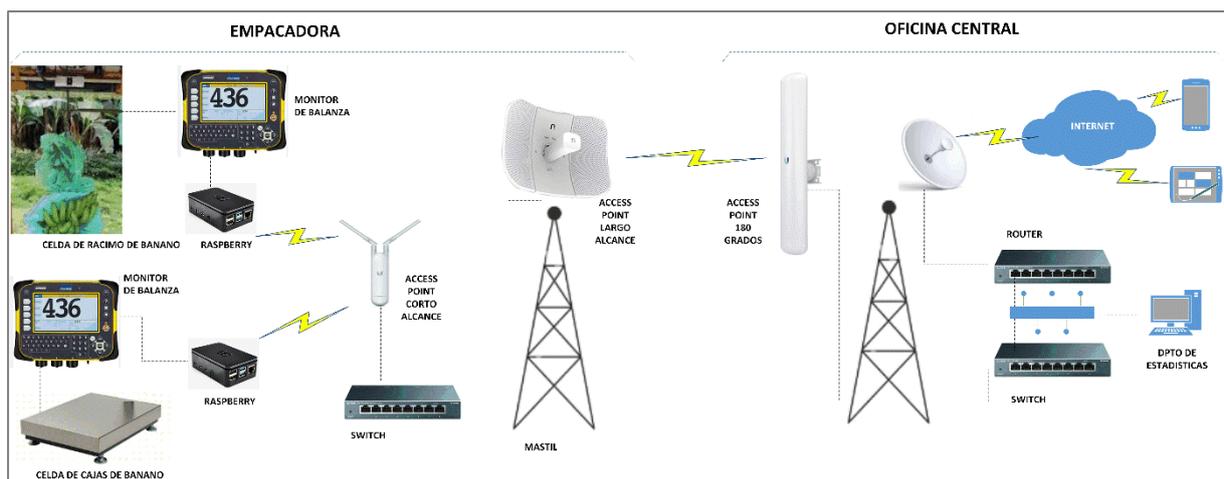
Nota: Elaboración propia.

El diseño de red en la plataforma IoT, la red empieza en la empacadora, se instala una celda para capturar el peso de cada racimo de banano y una celda para capturar el peso de cada caja de banano, la celda de racimo-caja esta enlazada a un monitor de balanza que presenta y almacena el peso del racimo-caja, el raspberry se encarga de tomar los datos almacenados en el monitor y enviarlos al Access Point en lapso de cada 10 minutos; el AP está conectado a un switch y luego se conecta al AP de largo alcance que esta sobre un mástil de 12 o 15 metros para enviar la señal

hacia oficina central; en oficina central se recibe la señal de las empacadoras en un AP de largo alcance y cubre señal de 180 grados para capturar la señal de las otras empacadoras; además en oficina central está la red que conecta las computadoras y conexión a internet para enviar los datos de la empacadora hacia la nube donde está el almacén de datos y dashboard; los indicadores pueden ser visualizados desde teléfonos inteligentes o computadoras conectadas a internet, ver figura 34.

**Figura 34**

*Diagrama de red IoT*



Nota: Elaboración propia.

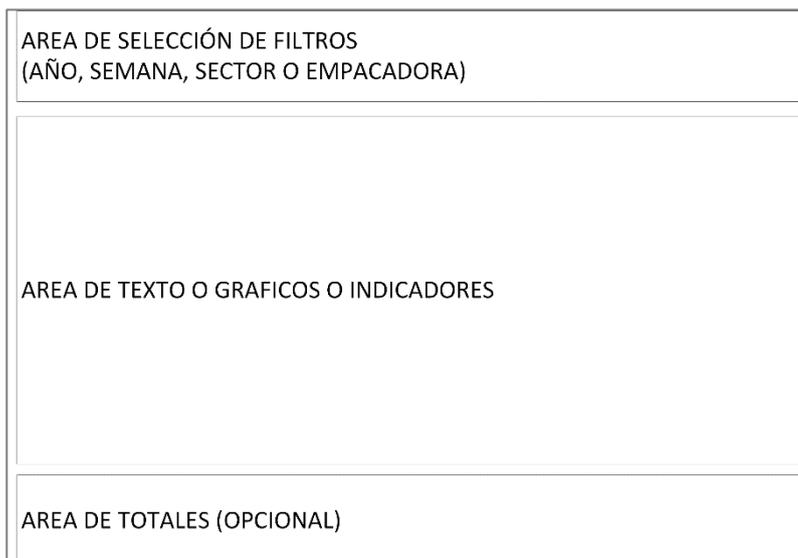
#### 4.2.2.3. Diseñar un dashboard para indicadores bananeros

Esta acción soluciona la causa “Los datos se escriben en formatos de papel”, para ello se anulan los papeles físicos porque los pesos son capturados por las balanzas electrónicas y los muestreos son ingresados en los monitores; los indicadores se muestran en un dashbord.

Al tratarse de un dashboard la interface de información es sencillo, en este caso se estable en tres segmentos, el primero es la selección de filtros como año, semana, sector, empacadora u otros; el segundo segmento es el área para presentar los gráficos o textos o indicadores obtenidos de la herramienta en Business Intelligence; el tercer indicador es un área de totales que es opcional, ver figura 35.

**Figura 35**

*Estándar del dashboard*



Nota: Elaboración propia.

Para el diseño del dashboard se proponen las siguientes interfaces:

Los Parámetros Semanales informan sobre la producción de banano en una semana o entre semanas de un mismo año, se presenta agrupado por semana y detallado por sectores lo siguiente, ver figura 36.

**Figura 36**

*Parámetros semanales*

La imagen muestra una interfaz de usuario con los siguientes elementos:

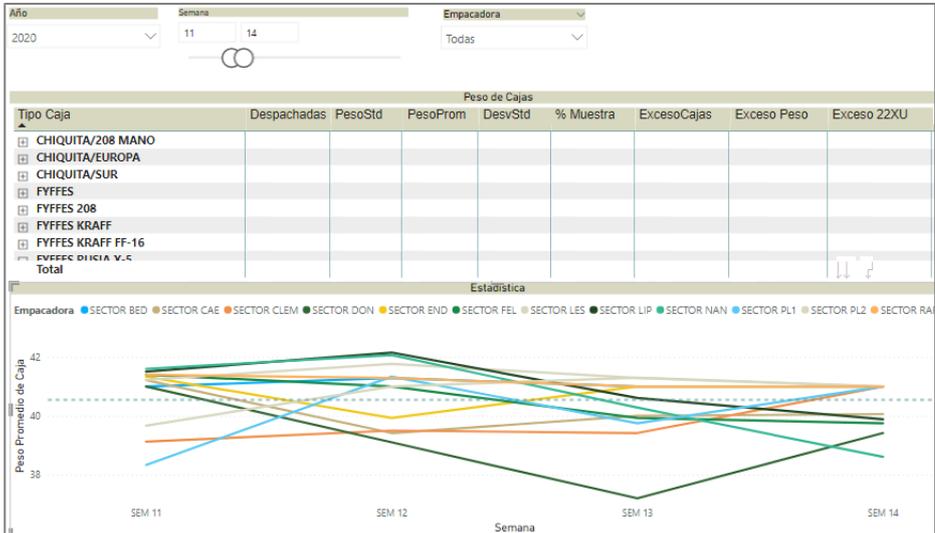
- Un menú desplegable "Año" con "2021" seleccionado.
- Un campo "Semana" con "11" y "14" como opciones.
- Un control deslizante para seleccionar un rango de semanas.
- Un botón "↑" en la esquina superior derecha.
- Un encabezado de tabla "Parámetros de Producción Semanal".
- Una tabla con las siguientes columnas: "Semana", "Enfunde", "Cosechados", "Edad Promedio", "Peso Promedio", "Calibre Promedio", "Cajas", "Ratio Cortado" y "Merma Cortada".
- El contenido de la tabla incluye un grupo "SEM 11" con sub-ítems "SECTOR BED" hasta "SECTOR RAF", y los grupos "SEM 12", "SEM 13" y "SEM 14".
- Una fila "Total" al final de la tabla.

Nota: Elaboración propia.

El Enfunde que es la cantidad de racimos enfundados, Cosechados que es la cantidad de racimos cosechados, Edad Promedio sobre los racimos cosechados, Peso Promedio de todos los racimos procesados, Calibre Promedio de los racimos procesados, Cajas que es la cantidad de cajas de banano empacadas, Ratio Cortado que es rendimiento de racimos por cajas, y Merma Cortada que es el porcentaje de rechazo. Además, se presenta los totales de cada columna.

Las Estadísticas de Caja de Banano informan sobre las cajas de banano ya empacadas en una semana o entre semanas de un mismo año y por filtro opcional de empacadora; muestra lo siguiente: Una tabla llamada Peso de Cajas que muestra los Tipos de cajas de banano, Despachadas que es la cantidad de cajas empacadas, Peso Std que el peso estándar del tipo de cada, Peso Prom que es peso promedio de todas las cajas, Desv Std que es la desviación estándar del peso promedio, % Muestra que es el porcentaje de cajas muestreadas, Exceso Cajas que es el peso entregado demás en cajas, Exceso Peso que es el peso entregado demás en las cajas, Exceso 22XU que es el peso entregado demás equivalente en este tipo de cajas. Además, se presenta los totales de cada columna, ver figura 37.

**Figura 37**  
*Estadísticas de cajas de banano*

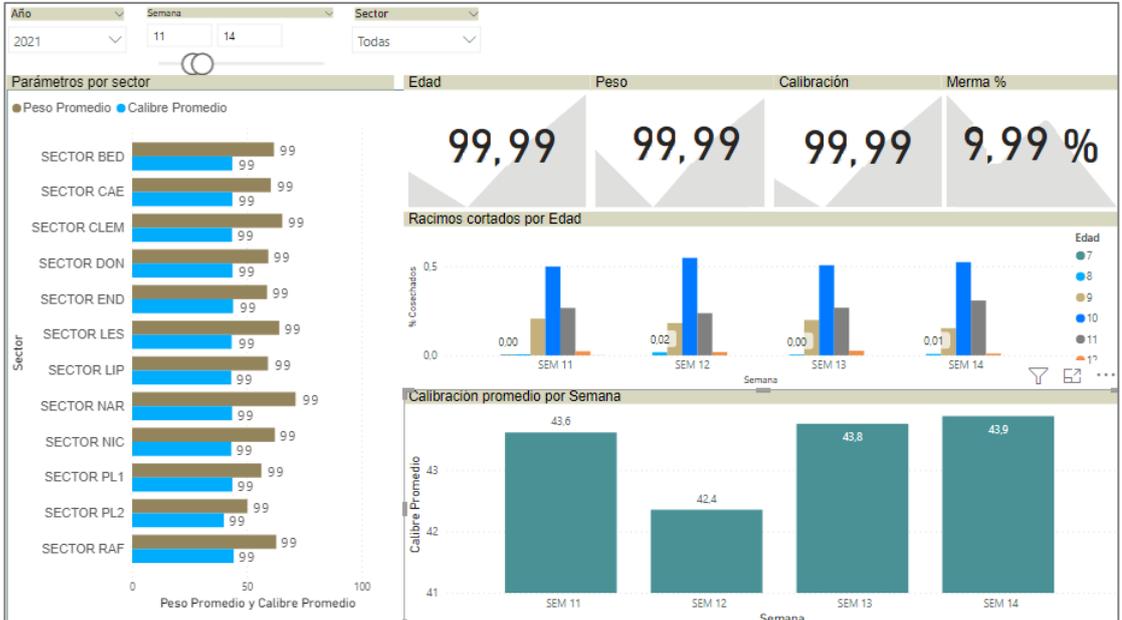


Nota: Elaboración propia.

El gráfico llamado Estadísticas presenta el peso promedio de las cajas de cada sector en las semanas seleccionadas donde cada línea es el promedio de cajas por empacadora.

Las Estadísticas de Racimos de Banano informan sobre los racimos de banano cosechados y procesados en una semana o entre semanas de un mismo año y por filtro opcional de sector, se presenta lo siguiente: Un gráfico llamado Parámetros por Sector que presenta el peso promedio y calibre promedio por cada sector; un gráfico llamado Racimos Cortados por Edad que presenta el porcentaje de racimos cosechados por edades entre 1 a 14 semanas junto al calibre promedio y están en columnas agrupadas en cada semana. Un gráfico llamado Calibración Promedio por Semana que presenta la calibración promedio del banano en cada semana, por lo general la calibración de banano esta entre 40 a 45 grados. Además se presenta los indicadores de Edad, Peso, Calibración y Merma % que son promedios de el/los sectores y semanas filtradas; ver figura 38.

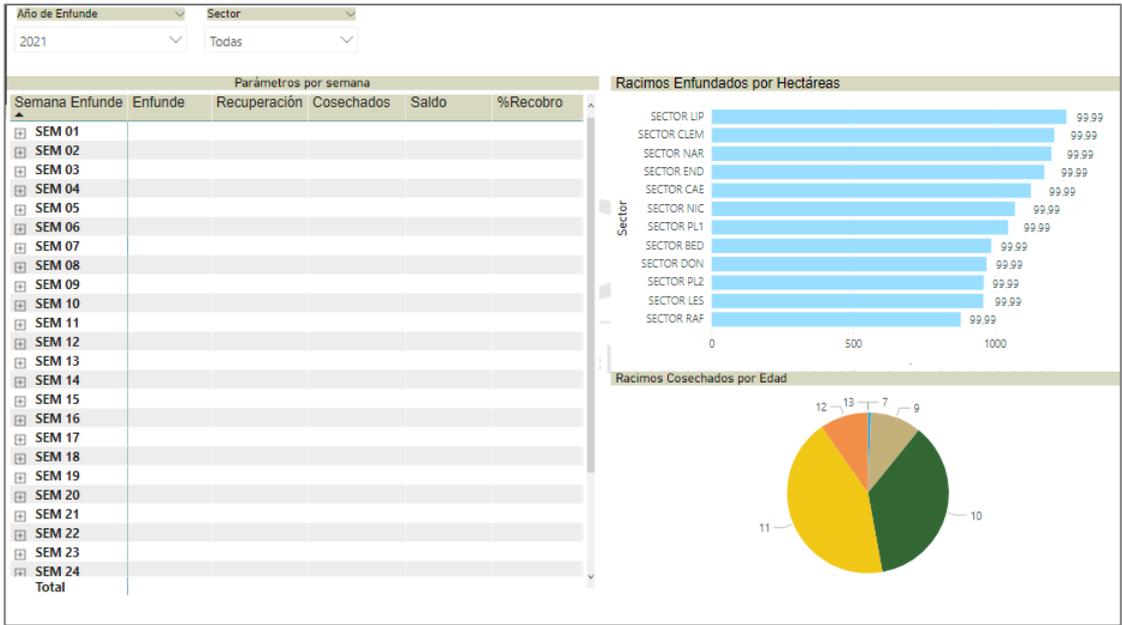
**Figura 38**  
*Estadísticas de racimos de banano*



Nota: Elaboración propia.

El Inventario de Racimos informa sobre la cantidad de racimos de banano existentes en el campo en un mismo año y por filtro opcional de sectores, se presenta lo siguiente: Una tabla llamada Parámetros por Semana muestra el número de semana de enfunde con la cantidad de racimos enfundados en existencia, la cantidad de racimos recuperados, la cantidad de racimos cosechados, la cantidad de racimos en existencia, el porcentaje recobro que son los racimos cosechados sobre los enfundados. El gráfico llamado Racimos Enfundados por Hectáreas muestra la cantidad de racimos enfundados en todas las semanas de proceso distribuido por sectores. El gráfico llamado Racimos Cosechados por Edad muestra los porcentajes y cantidades de racimos que fueron cosechados en todas las semanas de proceso, las edades pueden estar entre 9 y 14; ver figura 39.

**Figura 39**  
*Inventario de racimos*

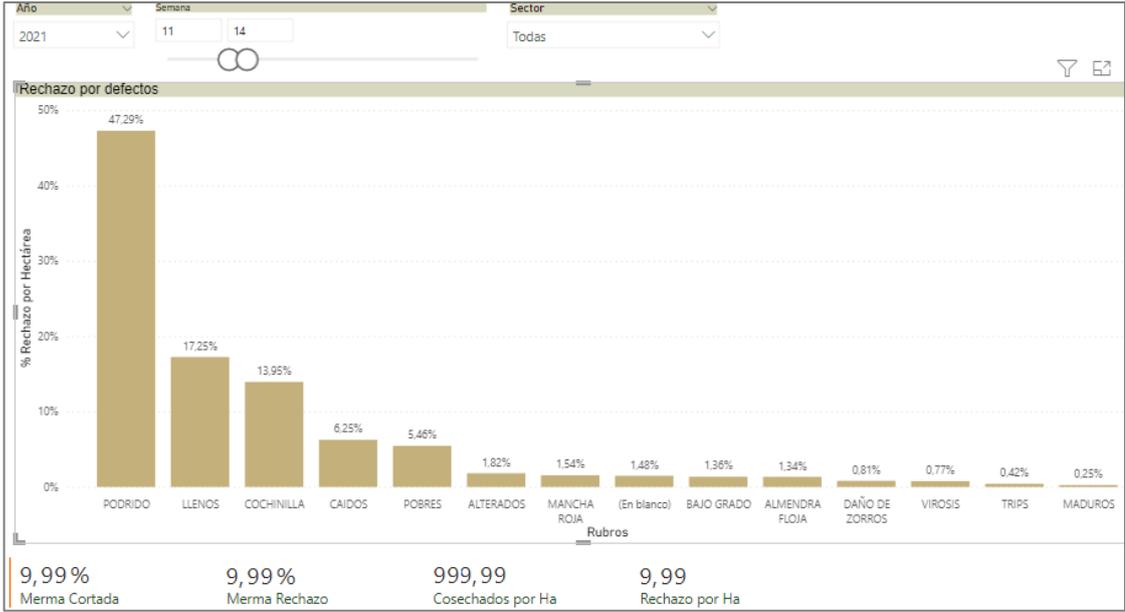


Nota: Elaboración propia.

La Inspección por Rechazo informa sobre los porcentajes de rechazo clasificados por enfermedades o defectos existentes en el campo dentro de un mismo año y por filtro entre semanas y filtro opcional de sectores, se presenta lo siguiente: El

gráfico llamado Rechazo por Defectos muestra el porcentaje de cada defecto de los racimos cosechados. Los indicadores Merca Cortada es el porcentaje de racimos rechazados en el parqueadero, Merma Rechazo es el porcentaje de racimos rechazados en la calificación, Cosechados por Ha es la cantidad promedio de racimos cosechados por cada hectárea, Rechazo por Ha es la cantidad promedio de racimos rechazados por hectárea; ver figura 40.

**Figura 40**  
*Inspección por Rechazo*



Nota: Elaboración propia.

Los Gráficos Estadísticos informan sobre las cantidades de racimos por hectáreas en los procesos como Enfunde, Recuperación, Recobro, Inspección o Cajas producidas, dentro de un mismo año y por filtro entre semanas y filtro opcional de sectores, se presenta lo siguiente: El gráfico llamado Cantidad Ha Por Semana y Sector que muestra por cada semana contiene un gráfico de columnas apiladas que representan los sectores y muestra la cantidad de acuerdo al proceso previamente seleccionado. Una tabla llamada Proceso que muestra los sectores por cada fila, y por cada columna muestra las semanas filtradas entre 1 y 53, los valores en los detalles

son de acuerdo al proceso previamente seleccionado. Los valores del gráfico y de la tabla son iguales; ver figura 41.

**Figura 41**  
*Gráficos estadísticos*

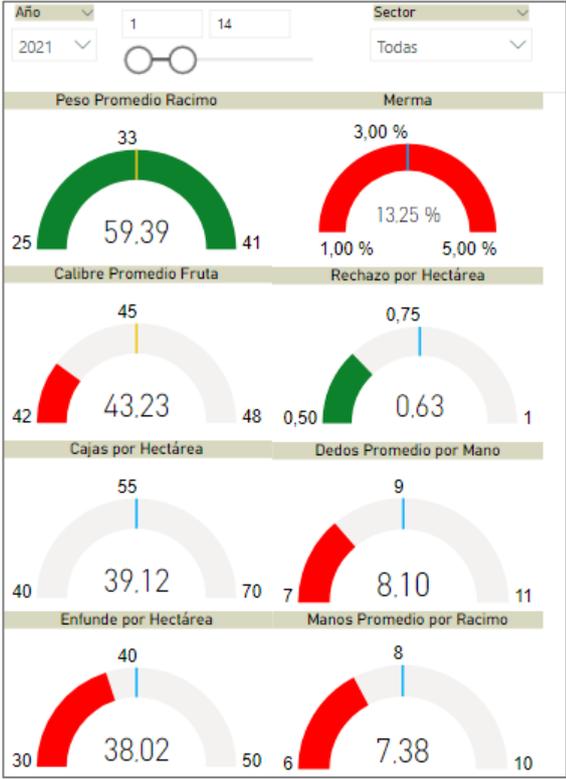


Nota: Elaboración propia.

Los Indicadores informan sobre algunos índices globales de la producción bananera en tipo medidor dentro de un mismo año y por filtro entre semanas y filtro opcional de sectores, se presenta lo siguiente: Un gráfico llamado Peso Promedio de Racimo que es el peso de los racimos cosechados. Un gráfico llamado Merma que es la merma cortada promedio de los racimos cosechados. Un gráfico llamado Calibre Promedio de Fruta que es la calibración promedio de los racimos cosechados. Un gráfico llamado Rechazo por Hectárea que es el porcentaje racimos recusados por hectárea. Un gráfico llamado Cajas por Hectárea que es la cantidad de cajas promedio que se obtuvieron por hectárea en base a los racimos procesados. Un gráfico llamado Dedos Promedio por Mano que es la cantidad de bananos que contiene una mano de bananos en base a los racimos procesados. Un gráfico llamado Enfunde por Hectárea que es la cantidad de racimos enfundados en la semana de proceso. Un gráfico

llamado Manos Promedio por Racimo que es la cantidad de manos de bananos que contienen los racimos procesados. Ver figura 42.

**Figura 42**  
*Indicadores bananeros*



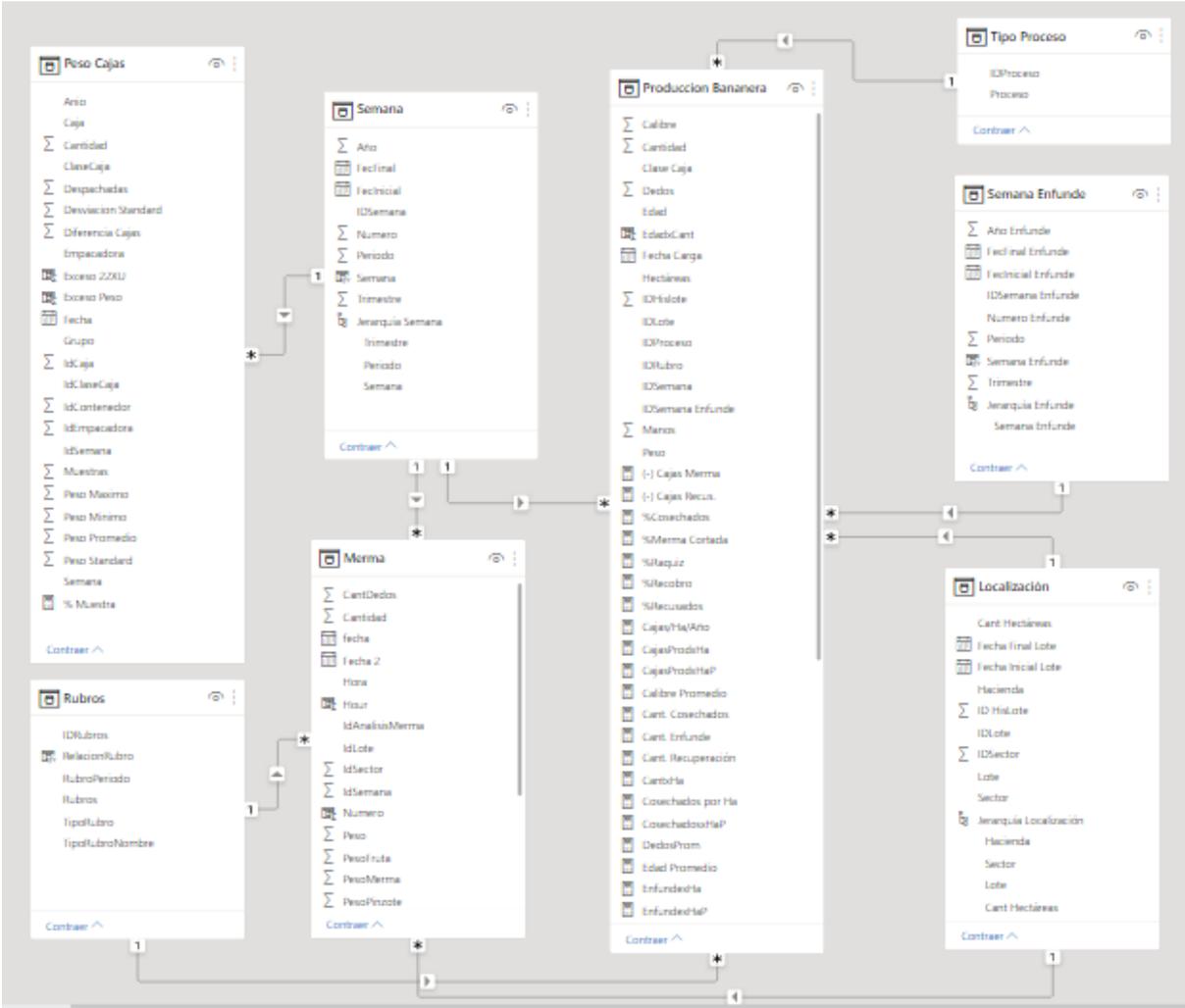
Nota: Elaboración propia.

**4.2.2.4. Almacenar los datos en la nube**

Esta acción soluciona la causa “Los datos son almacenados en hojas de cálculo”, para ello se propone que los datos se guarden en un modelo de datos en la nube llamado datamart. El datamart es el modelo para el almacén de datos y contiene los datos ya calculados de acuerdo al modelo de negocios especificado, aquí existe el modelo estrella que existen dimensión y hechos que muestran la información de la producción bananera; este modelo es la base para mostrar los parámetros semanales, estadísticas de pesos de cajas, estadísticas de peso de racimo, inventario de racimos, inspección por rechazo, gráficos estadísticas e indicadores de racimos. El hecho principal es la Producción Bananera que contiene la información sobre las cajas

procesadas, racimos procesados, enfunde, rechazo, muestreos de cajas, muestreos de racimos, entre otros. La dimensión Semana contiene los periodos de cada semana que esta entre 1 y 53 con sus fechas de inicio y fin, un año puede contener hasta 53 semanas. La dimensión Peso de Cajas contiene las estadísticas de cajas de banano en detalle como clase de caja, porcentajes de muestreos, desviaciones, pesos. Ver figura 43.

**Figura 43**  
*Datamart*



Nota: Elaboración propia.

La dimensión Rubros contiene las descripciones de los rechazos. La dimensión Localización contiene las descripciones de los sectores y lotes con su cantidad de hectárea. La dimensión Merma contiene las cantidades y categorías de las

reducciones en la producción. La dimensión Semana Enfunde contiene datos de la semana que corresponde al enfunde del racimo de banano, esta semana esta entre 1 y 14 periodos que es diferente a la semana de producción, además cada semana de enfunde está dentro de cada año. La dimensión Tipo de Proceso contiene las descripciones de procesos dentro de la producción bananera como enfunde, recuperación, recobro, muestreo, cajas producidas y cajas por hectárea.

#### **4.2.2.5. Estadísticas sistematizadas**

Esta acción soluciona la causa “El estadístico tarda mucho tiempo en registrar datos de empacadoras”, para ello la plataforma IoT y el dashboard cubren los indicadores que debe presentar en una página web en línea que es accesible desde computadoras o teléfonos inteligentes con acceso a internet, los indicadores para Frutas Tropicales son: Parámetros de Producción Semanales (racimos enfundados, racimos cosechados, peso promedio, calibre promedio, cantidad de cajas cosechadas, ratio cortado, merma cortada), Estadísticas de Peso de Cajas (cajas despachadas, peso promedio, desviación estándar, porcentaje de muestra, exceso de cajas, exceso de peso), Estadísticas de Peso de Racimos (edad promedio de racimos, peso promedio de racimos, calibre promedio, porcentaje promedio de merma, racimos cortados por edad, calibración semanal), Inventario de racimos por sector (racimos enfundados, racimos cosechados, saldo, porcentaje de recobro), Inspección por Rechazo (lista de defectos, merma cortada, merma rechazo, cosechados por hectárea, rechazo por hectárea), Gráficos Estadísticos (lista de procesos, cantidades por hectáreas y semanas), Indicadores de la semana (peso promedio de racimo, calibre promedio de banano, cajas por hectáreas, enfunde por hectárea, porcentaje de merma cortada, rechazados por hectárea, cantidad de dedos promedio, cantidad de manos promedio) Estos indicadores se actualizan en la medida que las balanzas

electrónicas de racimos y cajas capturen los datos y los envíen a la nube para su almacenamiento, procesamiento y presentación en el dashboard.

#### **4.2.2.6. Obtener datos de la producción en línea**

Esta acción soluciona la causa “Los indicadores finales se obtienen 22h00” porque los datos de la producción bananera estarán disponibles desde las 7h00am que se pesa el primer racimo de banano y 7h30am se pesa la primera caja de banano. Es decir el detalle de la producción está disponible desde 7h30am en los dashboard, el primer corte de producción estaría listo 11h00 en los dashboard que son accesibles desde cualquier dispositivo conectado a internet, el segundo corte estaría listo 15h00, el último corte estaría listo antes de las 19h00.

#### **4.2.3. Entregables y requerimientos la plataforma IoT**

Para el diseño de la mejora se definen como entregables:

- Diseño de arquitectura en la plataforma IoT,
- Diseño de red en la plataforma IoT,
- Diseño del datamart,
- Lista de dispositivos para la implementación de la plataforma IoT,
- Costos financieros de la plataforma IoT,
- Cronograma de actividades,
- Diseños de las interfaces de informes del dashboard,
- Tiempos de captura y entrega de los datos en la producción bananera.

Requerimientos funcionales:

- Los datos de la producción bananera son presentados en semanas.
- La plataforma debe registrar en forma segura y permanente la información de la producción bananera.

- Se debe contar con parámetros de las empacadoras en una hoja electrónica que servirá para el datamart.
- La actualización de los pesos de las cajas y muestreos debe ser automática en la nube y cada 10 minutos.
- Se debe permitir el acceso al dashboard en formato web o móvil.
- Se debe permitir que los romaneros ingresen los muestreos de los racimos o cajas en el monitor de las balanzas.
- El dashboard debe presentar los parámetros semanales, estadísticas de pesos de cajas, estadísticas de peso de racimo, inventario de racimos, inspección por rechazo, gráficos estadísticas, indicadores de racimos.

Requerimientos no funcionales:

- Disponibilidad de la producción bananera 7x24x365.
- Acceso a la aplicación web o móvil desde cualquier dispositivo y desde cualquier explorador de internet.
- Diseño escalable de la plataforma IoT
- Mantenimiento sencillo de la red IoT, datamart y dashboard.
- No debe existir degradación en el envío y procesamiento de los datos al aumentar la cantidad de balanzas en la hacienda bananera.
- Mantener el rendimiento la plataforma IoT ante posibles cambios en los procesos de cálculo.

#### **4.2.4. Plan de implementación**

##### **Plan de implementación de la red IoT**

En este plan se plasma una matriz para medir el progreso del proyecto en horas, dispositivos o hardware instalado, ver Tabla 5.

**Tabla 5***Plan de implementación de red IoT*

Objetivos	Indicador	Medio de verificación	Supuestos
Instalar el cableado eléctrico y de red	# de horas, # de puntos eléctricos, # de puntos de red	Pruebas de los puntos instalados	Especialista en electricidad y redes
Instalar balanzas electrónicas	# de celdas, # de monitores,	Pruebas de pesaje de racimo y cajas	Especialista en redes
Instalar dispositivos de red	# raspberry, # Access point # switch # router	Pruebas de conexión	Especialista en redes

*Nota:* Verificaciones de desarrollo de la plataforma.

**Plan de implementación de la Nube**

En este plan se plasma una matriz para medir la implementación en horas, interfaces, accesos, ver Tabla 6.

**Tabla 6***Plan de implementación en la nube*

Objetivos	Indicador	Medio de verificación	Supuestos
Programa para raspberry	# de programas	Envío de datos a la nube	Equipo asesor
Instalar Power BI	# de horas	Pruebas unitarias	Equipo asesor
Crear datamart	# datamart # fuentes de datos	Carga de datos al datamart	Equipo asesor
Crear interfaces de inteligencia empresarial	# interfaces	Carga de datos a los informes	Equipo asesor
Acceso desde computadoras o teléfonos inteligentes	# Accesos	Pruebas de acceso	Equipo asesor

*Nota:* Verificaciones de desarrollo de la plataforma.

## Plan de optimización de la base de datos

Cada 4 semanas la base de datos debe ser optimizada o liberar espacio. Este mantenimiento debe ejecutarlo el administrador, ver Tabla 7.

**Tabla 7**

*Plan de mantenimiento*

Tarea	Prioridad	Tiempo	Estado
Optimizar bases de datos	Normal	Semanal	No iniciado
Borrar temporales de bases de datos	Alta	Semanal	No iniciado
Mejora en datos de balanzas	Normal	Mensual	No iniciado
Mejora en datos de muestreos	Normal	Mensual	No iniciado

*Nota:* Verificaciones de desarrollo de la plataforma.

### 4.2.5. Plan de acción

El plan de acción es una hoja de ruta para lograr los objetivos con acciones determinadas utilizando los recursos y responsables disponibles y ver resultados a medida que avanza el proyecto, ver Tabla 8. Basados en las causas o problemas de la gestión de datos de la producción bananera, y en el árbol de acciones se determina el plan de acción, para obtener la solución de la causas se establecieron las acciones, los indicadores es la medida cuantitativa de la acción a ejecutar, las tareas sirven para la realización de las acciones, los recursos son físicos o personas que se utilizan en el proyecto, el plazo es el tiempo de implementación, los responsables son las personas ejecutoras. Se presenta una matriz para darle mayor nivel técnico profesional, ver tabla 8.

**Tabla 8***Plan de Acción*

Prioridad	Medios	Acciones	Indicador	Tareas	Recursos	Plazos	Responsable
1	Aumento de la información detallada de la producción	Captura automática de pesos y digitación de muestreos	Tiempo en captura de pesos, peso exacto de racimos y cajas	Diseño de la red en la plataforma IoT	Recursos físicos, equipos, materiales	1 mes	Equipo de asesores
2	Mantener una aplicación informática para los indicadores de banano	Diseñar un dashboard para indicadores bananeros	Control de cosecha y empaque	Diseño de las interfaces	Recursos físicos, equipos, materiales	2 meses	Equipo de asesores
3	Disminución a cero los formatos de papel por llenar	Almacenar los datos en la nube	Transferencia de datos	Diseño del datamart	Aplicaciones en la nube, dispositivos	1 mes	Equipo de asesores
4	Disminución del tiempo en registro de la producción	Estadísticas sistematizadas	Procesamiento de datos	Definición de indicadores bananeros	Aplicaciones en la nube, dispositivos	1 mes	Equipo de asesores
5	Entrega inmediata de datos durante la producción bananera	Obtener datos de la producción en línea	Tiempo de entrega de información	Verificar datos, confirmar y entregar	Aplicación desktop Power BI, dispositivos,	1 semana	Equipo de asesores
6	Disminución en la pérdida o exceso de peso en cada caja	Instalar red IoT en las empacadoras	Control de peso por caja	Diseño de la arquitectura IoT Instalación de dispositivos	Recursos físicos, equipos, materiales	3 meses	Equipo de redes, Especialistas

*Nota:* Actividades.

### **4.3. Mecanismos de Control**

Detallamos los mecanismos para el control en la mejora del proceso para la captura y procesamiento de los datos obtenidos desde la empacadora de la empresa agrícola. Los mecanismos de control se establecen para monitorear la futura implementación de esta propuesta e implican los indicadores establecidos en el plan de acción, y son congruentes con las acciones por implementar; los indicadores presentan valores esperados, frecuencias de medición, responsable de la medición, entre otros.

#### **4.3.1. Tiempo en captura de pesos, peso exacto de racimos y cajas**

El tiempo en la captura de pesos de cada racimo y cada caja en las empacadoras se reduce drásticamente, actualmente es 6h30min y se disminuye a 36 minutos porque los pesos del banano son capturados en forma automática, y los muestreos de calificación de los racimos y cajas son ingresados en el monitor de la balanza; los monitores contienen de manera predetermina las interfaces para el ingreso de muestreos de cajas y racimos; esto significa una reducción del 91% en tiempo. Cada racimo de banano es pesado por la balanza electrónica en tiempo menor a un segundo. Además la cantidad de exceso en el peso por cada caja de banano se reduce de 0.5 libras a 0 libras porque la balanza de caja es digital, y esto permite al romanero no pasar del peso estándar, los acuerdos con el proveedor permiten entregar una caja con un máximo de 1 kilo (2.2 libras) por debajo del peso estándar, por ejemplo una caja de 45 libras puede ser entregada con no menos de 43 libras en su peso; los romaneros se toman un promedio de 1 minuto para verificar, cambiar de manos de banano y pesar la caja, esto para entregar una caja con máximo 45 libras. Ver tabla 9.

**Tabla 9***Tiempos en procesamiento*

No	Labor	Actividad	Actual	Propuesto
1	Pesaje de racimos	Romanero de racimos	2horas	30 min
2	Pesaje de cajas	Romanero de cajas	2horas	30 min
3	Exceso de banano en cajas	Romanero de cajas	0.5 Libras	0 Libras
4	Empacadora	Llenado de formularios	1 hora	0 hora
5	Muestreos	Llenado de formularios	30 min	5 min
6	Envío de datos	Entrega de formularios	1 hora	10 min
		Tiempo aproximado	6h30min	65 min

*Nota:* Reducción.**4.3.2. Transferencia de datos**

La transferencia automática de datos reduce la cantidad de documentos llenados en las empacadoras y en la oficina de estadísticas también se reduce drásticamente la cantidad de documentos, actualmente son cinco empacadoras y cada una llenan 5 formularios por día entonces son (5fincas \* 5días) 25 formularios en una semana, y se disminuye a cero documentos físicos, ver tabla 10.

**Tabla 10***Cantidad de documentos en producción bananera*

No	Lugar	Formulario	Actual	Propuesto
1	Empacadora	Cosecha y producción	25	0
2	Empacadora	Reporte de racimos muestreados	25	0
3	Empacadora	Cosecha	25	0
4	Empacadora	Reporte de racimos rechazados	25	0
5	Oficina Estadísticas	Estadísticas de producción	1	0
6	Oficina Estadísticas	Cajas de proceso	1	0
7	Oficina Estadísticas	Racimos cortados versus procesados	1	0
8	Oficina Estadísticas	Estadísticas de racimos	1	0
9	Oficina Estadísticas	Rendimiento	1	0
10	Oficina Estadísticas	Estimado real	1	0
		Total	106	0

*Nota:* Reducción de papelería física.

Esto significa una reducción del 100% en documentos físicos. Otro dato relevante es el tiempo que toma llenar cada formulario que es 5 minutos, los responsables del llenado de estos documentos son el romanero de racimo, el romanero de caja y el calificador; en la oficina de estadísticas el tiempo de digitación es 90 minutos en una hoja electrónica que lleva el registro de la producción del día y semanal.

**4.3.3. Tiempo de entrega de información**

De acuerdo al departamento de estadísticas, para entregar los indicadores bananeros del día de proceso es necesario haber llenado todos los formularios en la empacadora, luego haber actualizado en la hoja electrónica de la semana de proceso, para que al final del día, actualmente toma 4 horas y se reduce a sólo 35 minutos, esto significa una reducción del 86% en tiempo. En el mejoramiento, estos 35 minutos le tomaría al departamento de estadísticas el conocer u obtener los indicadores bananeros finales del día, es decir el gerente puede conocer los indicadores finales máximo 19h00. Ver tabla 11.

**Tabla 11**

*Tiempos de información de indicadores bananeros*

No	Labor	Actividad	Actual	Propuesto
1	Oficina de estadísticas	Procesamiento de datos	3 horas	10 min
2	Oficina de estadísticas	Verificación de información	30 min	10 min
3	Oficina de estadísticas	Formato de información	15 min	10 min
4	Oficina de estadísticas	Entrega de información	15 min	5 min
Tiempo total			4 horas	35 min

*Nota:* Reducción de tiempo.

**4.3.4. Control de cosecha y empaque**

En la mejora, el control de la cosecha y empaque se realiza desde interfaces electrónicas contenidas en un dashboard que es actualizado de forma automática desde el datamart. El dashboard contiene 7 interfaces y se encuentra en formato

electrónico es decir la reducción real es 100% en documentos físicos. Las nuevas interfaces del dashboard reemplazan los documentos físicos y aumentan información sobre la producción de banano por cada semana. El tiempo de actualización de esta plataforma es cada 10 minutos, es decir los microcontroladores conectados a las balanzas electrónicas envían los datos almacenados en los monitores cada tiempo establecido. Estas interfaces pueden ser revisadas durante el día para un análisis y control de la producción bananera. Ver tabla 12.

**Tabla 12**

*Dashboard de plataforma IoT*

No	Interface del dashboard	Tiempo de actualización
1	Parámetros Semanales	10 min
2	Estadísticas de Caja de Banano	10 min
3	Estadísticas de Racimos de Banano	10 min
4	Inventario de Racimos	10 min
5	Inspección por Rechazo	10 min
6	Gráficos Estadísticos	10 min
7	Indicadores	10 min
		Cada 10 minutos

*Nota:* Interfaces y tiempos.

#### **4.3.5. Procesamiento de datos**

El procesamiento de datos supone una disminución del tiempo en el registro y obtención de los índices bananeros de la producción del día, y la acción es la estadísticas sistematizadas, se toman los 8 índices bananeros generados en la plataforma IoT y que se presentan en el dashboard. No es necesario esperar 4 horas que le tomaría al departamento de estadísticas para conocer estos índices bananeros sino que se pueden conocer desde las 7h30 am y durante cada 10 minutos la plataforma IoT actualiza estos índices en la nube; es decir la reducción de tiempo es 96% en conocer los índices. Aunque estos datos son útiles en cualquier momento para

el gerente de la empresa agrícola y tome decisiones informadas, el departamento de estadísticas recomienda realizar un primer corte a las 11h00, un segundo corte 15h00 y ultimo corte al final de la jornada 19h00, ver tabla 13.

**Tabla 13**

*Índices bananeros*

No	Indicador principales	Actual	Propuesto
1	Peso promedio de racimo		10 min
2	Calibre promedio de banano		10 min
3	Cajas por hectáreas		10 min
4	Enfunde por hectárea		10 min
5	Porcentaje de merma cortada		10 min
6	Rechazos por hectárea		10 min
7	Cantidad de dedos promedio		10 min
8	Cantidad de manos promedio		10min
		4 horas	Cada 10 minutos

*Nota:* Reducción de tiempo.

#### **4.3.6. Control de peso por caja**

El control exacto del peso por cada caja consiste dar la facilidad al romanero de cajas en no exceder el peso de ninguna caja y entregar la caja con máximo 2 libras menos; estas 2 libras menos son aceptadas en todo tipo de caja en todo tipo de mercado; si se entrega un caja con un máximo de 2 libra menos en un contenedor de 960 cajas, esto equivale a 1920 libras que gana la empresa bananera, es decir se pueden ganar 42 cajas de 45 libras cada, entre los 5 sectores se gana 210 cajas más para vender, esta disminución en la pérdida o exceso de peso en cada caja equivale a una ganancia de \$6.50 por caja, es decir \$1365 semanal. En otras palabras se optimiza la conversión de la caja de banano.

La tabla 14 resume las características de los indicadores de control con el tiempo que se toma implementar el proyecto y los responsables.

**Tabla 14***Indicadores de control*

Indicador	Formula	Estado anterior	Valor Esperado	Frecuencia de medición	Beneficio Semanal	Período de implementación	Responsable
Tiempo en captura de pesos, peso exacto de racimos y cajas	# minutos	360	65	Por cada racimo o caja	\$43	1 mes	Equipo de asesores
Control de cosecha y empaque	# de interfaces	0	7	Disponible desde 07h30		2 meses	Equipo de asesores
Transferencia de datos	# documentos	106	0	Cada 10 minutos	\$35	1 mes	Equipo de asesores
Procesamiento de datos	# minutos	240	10	Cada 10 minutos		1 mes	Equipo de asesores
Tiempo de entrega de información	# minutos	240	35	En línea	\$65	1 semana	Equipo de asesores
Control de peso por caja	# libras	-5	1920	Por cada caja	\$1365	3 meses	Equipo de redes, Especialistas

*Nota:* Reducción de tiempo.

#### **4.3.7. Responsables del control**

Se nombran a los siguientes responsables para realizar el control del tiempo y documentación en la mejora de la producción bananera:

- Equipo de asesores
- Gerente de Frutas Tropicales
- Departamento de Estadísticas

#### **4.3.8. Interesados**

Por parte de la empresa Frutas Tropicales, el gerente nombra a los interesados en la mejora de la producción bananera:

- Equipo de asesores
- Gerente de Frutas Tropicales
- Departamento de Estadísticas
- Jefe de calidad de fruta
- Jefe de sector

#### **4.3.9. Plan de costos financieros**

##### **Recursos físicos**

La empresa Frutas Tropicales tiene recursos para cumplir el proyecto y están a disposición del equipo de trabajo, aunque la inversión es tiempo y dinero también el equipo de asesores necesita asistir los 3 primeros meses para finalizar el proyecto, ver Tabla 15.

##### **Recursos económicos**

A continuación se describen los ítems con valores económicos sobre la plataforma IoT, ver Tabla 16.

**Tabla 15***Recursos físicos*

Recurso físico	Cantidad
Oficina con Aire acondicionado y Pizarra	1
Escritorio	2
Sillas ergonómicas	2
Computadoras de escritorio	2
Computador portátil	2

Nota: Utilería de oficina.

**Tabla 16***Capacitación*

Descripción	Valor	Horas diarias	Días	Total
Power BI	\$10	3	10	\$300
SQL Server	\$10	3	10	\$300
Producción Bananera	\$10	2	5	\$100
				\$700

Nota: Valores monetarios.

Los costos de Talento Humano tiene que ver con los asesores que están en el diseño y posible implementación, además son externos a la empresa, ver Tabla 17.

**Tabla 17***Talento Humano*

Cargo	Sueldo Promedio	Cantidad	Meses	Total
Asesor 1	\$500	1	3	\$1500
Asesor 2	\$500	1	3	\$1500
				\$3000

Nota: Valores monetarios.

Existen otros costos indirectos que se deben considerar como varios y son los servicios básicos, ver Tabla 18.

**Tabla 18***Otros Varios*

Descripción	Mensual	Meses	Total
Agua	10	3	\$30
Electricidad	30	3	\$90
Internet	30	3	\$90
			\$210

Nota: Valores monetarios.

Instalación en ubicaciones empacadoras (E) y oficina principal (O), ver tabla 19.

**Tabla 19***Costos de Red IoT*

No	Dispositivo	Ub.	Precio	Cantidad	Sectores	Subtotal
1	Celda de balanza de racimo	E	300	1	5	1500
2	Monitor de balan ver tzas	E	900	2	5	9000
3	Raspberry	E	45	2	5	450
4	Celda de balanza de caja	E	300	1	5	1500
5	Access Point (C.A.)	E	45	1	5	225
6	Router	E	9	1	5	45
7	Switch	E	9	1	5	45
8	Mástil 12 metros	E	250	1	5	1250
9	Access Point (L.A.)	E	120	1	5	600
10	Mástil 20 metros	O	800	1		800
11	Access Point (L.A.) 360	O	160	1		160
12	Router	O	45	1		45
						\$15620

Nota: Valores monetarios.

**Costo financiero del proyecto de mejora en la plataforma IoT:**

$$\mathbf{\$15620 + \$210 + \$3000 + \$700 = \$19530}$$

El costo es Diecinueve Mil Quinientos Treinta Dólares Americanos.

#### **4.3.10. Relación Costo-Beneficio**

El análisis de costo beneficio, es una tarea sistemática que utilizan las empresas presentar a la gerencia o directorio y tomen una decisión informada para tomar o renunciar al proyecto de mejora. Aquí, se suman los beneficios potenciales que se esperan de este proyecto, luego se restan los costos totales enlazados al proyecto con la toma de dicha acción. Esto da una perspectiva imparcial mediante la evidencia, sin influencias u opiniones externas. En la tabla 20, los costos de capacitación, talento humano, varios y costos de red IoT, se distribuyeron en las acciones propuestas y se las compara con los beneficios obtenidos en la tabla de indicadores de control. La Mejora la conversión de la caja equivalen a las 210 multiplicadas por el costo \$6.50 y resulta \$1365 semanales en beneficio. Los Cero formatos impresos son las 106 hojas impresas más el costo de transporte desde cada empacadora y resulta \$35 semanales que dejaran de pagarse. La Eficiencia en entrega de información son las 3 horas extras durante los 5 días que dejaran de pagarse al estadístico y equivalen a \$65 semanales. La Mejora la productividad en muestreos son las 2 horas extras durante los 5 días que dejaran de pagarse a los romaneros y calificadores, y equivalen a \$43 semanales. Los beneficios se mide en costos semanales porque los negocios agrícolas calculan sus costos y ventas en este periodo de tiempo; un año contiene 52 semanas por esto cada beneficio se multiplica por 52 para obtener un subtotal anual. Los costos iniciales del proyecto de mejora \$19530 se paga una sola vez y se le resta los beneficios anuales \$58886; en esta propuesta los beneficios proyectados superan a los costos en 201%. En otras palabras el costo del proyecto puede recuperarse en un año, los siguientes años se debe aplicar el mantenimiento de la plataforma IoT y estar en continua mejora de red u optimización de los datos que están en continuo crecimiento, ver tabla 20.

**Tabla 20***Relación Costo-Beneficio*

Costos de las acciones			
Instalar red IoT en las empacadoras			\$12450
Captura automática de pesos y digitación de muestreos			\$3170
Diseñar un dashboard para indicadores bananeros			\$2000
Almacenar los datos en la nube			\$600
Estadísticas sistematizadas			\$1000
Obtener datos de la producción en línea			\$210
Total de costos			\$19530
Beneficios	Semanal	Anual	
Mejora la conversión de la caja	\$1365	\$70980	
Cero formatos impresos	\$35	\$1820	
Eficiencia en entrega de información	\$65	\$3380	
Mejora la productividad en muestreos	\$43	\$2236	
Total de beneficios		\$78416	
		\$58886	

Nota: Valores monetarios.

## Conclusiones

El diagnóstico determinó las seis causas y sus efectos negativos sobre la gestión que inicia en procesos manuales para recolectar los datos de la producción, almacenamiento en 106 documentos físicos y en hojas electrónicas, el traspaso y procesamiento manual con pérdida de 6 horas diarias en procesamiento de datos, pérdida de dinero en horas extras del personal, solo se conocen los datos de la producción después de las 22h00.

El diseño de la mejora propone seis acciones y sus fines sobre la gestión de datos que inicia con recolección automática del peso de cada racimo de banano y caja de banano; mediante una arquitectura basada en IoT que contiene sensores y redes de comunicación que automatizan 7 actividades, se diseñaron 7 interfaces que presentan la producción bananera, el tiempo de procesamiento de datos se reduce a 65 min diarios, el uso de documentos físicos se reduce de 106 a 0, los datos de producción se pueden obtener cada 10min desde 7h30am, junto a ocho índices bananeros que se pueden acceder desde una página web o aplicación móvil.

Los mecanismos de control se basan en indicadores generados de las acciones para tener métricas que ajusten los resultados de la propuesta de mejora; el costo inicial y único del proyecto es \$19530 dólares americanos y el beneficio anual es \$58886 dólares americanos; en esta propuesta los beneficios proyectados superan a los costos en 201%. Esto hace muy atractivo esta mejora de propuesta para gestionar los datos relacionados a la producción bananera.

## Recomendaciones

Es posible optimizar la recolección de datos producidos en la merma del banano a través de una aplicación móvil porque en cada empacadora existe una persona que se encargada de revisar las causas del rechazo o merma, y estos datos pueden alimentar la información bananera. Los datos de la cosecha y empaque que son generados en la plataforma IoT pueden servir para verificación de las actividades realizadas en las empacadoras para el sistema de nómina agrícola que paga los salarios en base a las actividades de la empacadora;

Es posible aplicar Inteligencia de Negocios con el enfoque de obtener datos desde otras fuentes como hojas electrónicas, archivos texto de sensores de clima, base de datos de nómina agrícola, base de datos Inventarios, base de datos Cuentas por Pagar, esto puede lograr variedad de información que gira alrededor de las actividades del banano como los siguientes índices: balances, análisis del negocio, resultados por cajas, resultados por hectáreas, centros de costos, centros de gastos, cultivo y costos variables.

La información de producción bananera obtenida por la plataforma IoT, es útil para análisis de comportamientos o predicciones en la cosecha/empaque a través de algoritmos de Inteligencia Artificial como redes neuronales o máquinas de vectores. Para aplicar seguridad de la información a los índices generados y que no puedan ser cambiados a través del tiempo es posible investigar y aplicar la tecnología Blockchain, que utiliza un nivel superior de seguridad en almacenes de datos distribuidos e inmutables.

El sector bananero puede aprovechar la nube como repositorio general de la información generada en la producción bananera para tener un consolidado de cosecha y empaque de las empresa agrícolas que utilicen la plataforma IoT.

## Bibliografía

- Ab Wahab, M. N., Nazir, A., Ren, A. T. Z., Noor, M. H. M., Akbar, M. F., & Mohamed, A. S. A. (2021). Efficientnet-Lite and Hybrid CNN-KNN Implementation for Facial Expression Recognition on Raspberry Pi. *IEEE Access*, 9, 134065–134080. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3113337>
- Alharbi, H. A., & Aldossary, M. (2021). Energy-Efficient Edge-Fog-Cloud Architecture for IoT-Based Smart Agriculture Environment. *IEEE Access*, 9, 110480–110492. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3101397>
- Almasi, S., Rabiei, R., Moghaddasi, H., & Vahidi-Asl, M. (2021). Emergency Department Quality Dashboard; a Systematic Review of Performance Indicators, Functionalities, and Challenges. *Archives of Academic Emergency Medicine*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.22037/aaem.v9i1.1230>
- Álvarez Naranjo, L. J., Naranjo Pinela, T. C., Pérez Salazar, J. A., & Carvajal Salgado, A. L. (2022). Cadena de comercialización del banano ecuatoriano. Aproximación de una propuesta de política pública de exportación. *Revista Ñeque*, 5(12), 261–277. <https://doi.org/10.33996/revistaneque.v5i12.79>
- Badhib, A., Alshehri, S., & Cherif, A. (2021). A Robust Device-to-Device Continuous Authentication Protocol for the Internet of Things. *IEEE Access*, 9, 124768–124792. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110707>
- Balakrishnan, S., Wickramasinghe, G. D., & Wijayapala, U. S. (2019). Study on dyeing behavior of banana fiber with reactive dyes. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14. <https://doi.org/10.1177/1558925019884478>
- Bermeo-Moyano, D., & Campoverde-Molina, M. (2020). Implementation of Data Mart, in Power BI, for the analysis of sales to customers, in the “Gransol” Ecomercados. *Polo Del Conocimiento*, 5(01), 647–667. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i01.1242>
- Bilbao, I., Iradier, E., Montalban, J., Hong, Z., Zhang, L., Li, W., & Wu, Y. (2022). AI-based Inter-Tower Communication Networks: First approach. *2022 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/BMSB55706.2022.9828767>
- Bouali, E. T., Abid, M. R., Boufounas, E. M., Hamed, T. A., & Benhaddou, D. (2022). Renewable Energy Integration into Cloud IoT-Based Smart Agriculture. *IEEE Access*, 10, 1175–1191. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3138160>
- Brauner, P., Dalibor, M., Jarke, M., Kunze, I., Koren, I., Lakemeyer, G., Liebenberg, M., Michael, J., Pennekamp, J., Quix, C., Rumpe, B., Van Der Aalst, W., Wehrle, K., Wortmann, A., & Ziefle, M. (2022). A Computer Science Perspective on Digital Transformation in Production. *ACM Transactions on Internet of Things*, 3(2). <https://doi.org/10.1145/3502265>
- Burgo, O. (2021). Comportamiento de Indicadores De Calidad En El Cultivo Del Banano De La Provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 203–209. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/428/448>
- Business-Insider. (2022). *Smart Farming in 2020*. <https://www.businessinsider.com/smart-farming-iot-agriculture>
- Buyya, R., & Dastjerd, A. V. (2016). Internet of Things: Principles and Paradigms. *The Netherlands: Elsevier*.
- Castro-García, A., & Nava, J. C. (2021). Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de Cuyes de engorde en Milagro, Ecuador. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias*, XXXI(3), 115–120. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-luz313.art6>

- Choi, H., Lee, S., & Jeong, D. (2021). Forensic Recovery of SQL Server Database: Practical Approach. *IEEE Access*, 9, 14564–14575. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3052505>
- Corallo, A., Del Vecchio, V., Lezzi, M., & Luperto, A. (2022). Model-Based Enterprise Approach in the Product Lifecycle Management: State-of-the-Art and Future Research Directions. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031370>
- Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*, 20(5), 533–534. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1)
- Dorado Ceballos, Cristian Yovao; Sandoval Malquín, Danny Mauricio; Enriquez Mayanger, C. A. (2021). Sistema domótico para mejorar la administración de la finca “Santa Clara”, San Pedro de Huaca. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.*, 7, 1–7.
- Farooq, M. S., Sohail, O. O., Abid, A., & Rasheed, S. (2022). A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Livestock Environment. *IEEE Access*, 10, 9483–9505. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3142848>
- Fernandez, A., Garcia, J., & Verdecia, J. (2022). Optimization of self supported by means of heuristic techniques.
- Ferrag, M. A., Shu, L., Yang, X., Derhab, A., & Maglaras, L. (2020). Security and Privacy for Green IoT-Based Agriculture: Review, Blockchain Solutions, and Challenges. *IEEE Access*, 8, 32031–32053. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2973178>
- Frutas-Tropicales. (2022). *Entrevistas* (p. 10).
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Goel, K., & Hofstede, A. H. M. T. (2021). Privacy-Breaching Patterns in NoSQL Databases. *IEEE Access*, 9, 35229–35239. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062034>
- Herrera Freire, A. G., Herrera Freire, A. H., & Chávez Cruz, G. J. (2021). NIC 41 y su incidencia en el proceso por caja de banano ecuatoriano, periodo 2019-2020. *Revista Universidad y Sociedad*, 13, 100–109.
- INEC. (2021). *INEC-Banano*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZTEyYjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDU1OGViM2Q1N2VliwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWmtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTEyMiJ9&pageName=ReportSection>
- Jing, Z., Hu, N., Song, Y., Song, B., Gu, C., & Pan, L. (2022). On the Design and Implementation of a Blockchain-Based Data Management System for ETO Manufacturing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/app12189184>
- Kahng, A. B., Wang, L., & Xu, B. (2021). TritonRoute: The Open-Source Detailed Router. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 40(3), 547–559. <https://doi.org/10.1109/TCAD.2020.3003234>
- Kamath, R., & Balachandra, M. (2019). Raspberry Pi as Visual Sensor Nodes in Precision Agriculture: A Study. *IEEE Access*, 7, 45110–45122. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908846>
- Khan, M. A., Saqib, S., Alyas, T., Ur Rehman, A., Saeed, Y., Zeb, A., Zareei, M., & Mohamed, E. M. (2020). Effective Demand Forecasting Model Using Business

- Intelligence Empowered with Machine Learning. *IEEE Access*, 8, 116013–116023. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3003790>
- Köksal, & Tekinerdogan, B. (2019). Architecture design approach for IoT-based farm management information systems. *Precision Agriculture*, 20(5), 926–958. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-09624-8>
- Kour, V. P., & Arora, S. (2020). Recent Developments of the Internet of Things in Agriculture: A Survey. *IEEE Access*, 8, 129924–129957. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3009298>
- Krishnamoorthy, R., Krishnan, K., Chokkalingam, B., Padmanaban, S., Leonowicz, Z., Holm-Nielsen, J. B., & Mitolo, M. (2021). Systematic Approach for State-of-the-Art Architectures and System-on-Chip Selection for Heterogeneous IoT Applications. *IEEE Access*, 9, 25594–25622. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3055650>
- Li, S., He, C., Liu, M., Wan, Y., Gu, Y., Xie, J., Fu, S., & Lu, K. (2019). Design and implementation of aerial communication using directional antennas: learning control in unknown communication environments. *IET Control Theory & Applications*, 13(17), 2906–2916. <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2018.6252>
- Lin, J., Fei, S., & Shen, J. (2009). Admissibility analysis and control synthesis for switched linear singular systems. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 20(5), 1037–1044.
- Liu, B., Wu, W., Zhou, C., Mao, C., Wang, D., Duan, Q., & Sha, G. (2019). An AC-DC Hybrid Multi-Port Energy Router with Coordinated Control and Energy Management Strategies. *IEEE Access*, 7, 109069–109082. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2933469>
- Majumdar, A. K. (2019). All-Optical Broadband Global Communications for Internet Connectivity. In *Optical Wireless Communications for Broadband Global Internet Connectivity*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813365-1.00005-9>
- Martinez, D., Ferre, X., Guerrero, G., & Juristo, N. (2020). An Agile-Based Integrated Framework for Mobile Application Development Considering Ilities. *IEEE Access*, 8, 72461–72470. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2987882>
- Mayorga, M. A. (2022). EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL BANANO ( MUSA ACUMINATA ) SANTA ELENA – ECUADOR EFFECT OF PLANTING DISTANCE ON THE PRODUCTIVITY OF BANANA ( MUSA ACUMINATA ) SANTA ELENA – ECUADOR. 4, 227–238.
- Mohammad El-Basioni, B. M., & Abd El-Kader, S. M. (2020). Laying the foundations for an IoT reference architecture for agricultural application domain. *IEEE Access*, 8, 190194–190230. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031634>
- Molina Ríos, J. R., Zea Ordóñez, M. P., Contento Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2018). Comparación De Metodologías En Aplicaciones Web. *3C Tecnología\_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 7(1), 1–19. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n1e25.1-19>
- Mukherjee, S. (2019). Popular SQL Server Database Encryption Choices. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 66(1), 14–19. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v66p103>
- Nurlan, Z., Kokenovna, T. Z., Othman, M., & Adamova, A. (2021). Resource Allocation Approach for Optimal Routing in IoT Wireless Mesh Networks. *IEEE Access*, 9, 153926–153942. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3123903>
- Olanrewaju, R. F., Khan, B. U. I., Morshidi, M. A., Anwar, F., & Kiah, M. L. B. M. (2021). A Frictionless and Secure User Authentication in Web-Based Premium Applications. *IEEE Access*, 9, 129240–129255. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110310>

- Qazi, S., Khawaja, B. A., & Farooq, Q. U. (2022). IoT-Equipped and AI-Enabled Next Generation Smart Agriculture: A Critical Review, Current Challenges and Future Trends. *IEEE Access*, 10, 21219–21235. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152544>
- Rambauth Ibarra, G. E. (2022). Precision Agriculture: The Integration of ICT in Agricultural Production. *Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 3(1), 34–38. <https://doi.org/10.17981/cesta.03.01.2022.04>
- Rodríguez-Castilla, M. M., Quintero-Quintero, W., & Pacheco-Sánchez, C. A. (2020). Production costs: innovations and strategic practices of manufacturing mipymes. *Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(1), 131–139. <https://doi.org/10.15649/2346030x.720>
- Roopaei, M., Rad, P., & Choo, K. K. R. (2017). Cloud of things in smart agriculture: Intelligent irrigation monitoring by thermal imaging. *IEEE Cloud Computing*, 4(1), 10–15. <https://doi.org/10.1109/MCC.2017.5>
- Rully Pramudita, Rita Wahyuni Arifin, Ari Nurul Alfian, Nadya Safitri, & Shilka Dina Anwarriya. (2021). Penggunaan Aplikasi Figma Dalam Membangun Ui/Ux Yang Interaktif Pada Program Studi Teknik Informatika Strmik Tasikmalaya. *Jurnal Buana Pengabdian*, 3(1), 149–154. <https://doi.org/10.36805/jurnalbuanapengabdian.v3i1.1542>
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Singh, R. K., Berkvens, R., & Weyn, M. (2021). AgriFusion: An Architecture for IoT and Emerging Technologies Based on a Precision Agriculture Survey. *IEEE Access*, 9, 136253–136283. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116814>
- Strielkina, A., Illiashenko, O., Zhydenko, M., & Uzun, D. (2018). Cybersecurity of healthcare IoT-based systems: Regulation and case-oriented assessment. *Proceedings of 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT 2018*, 67–73. <https://doi.org/10.1109/DESSERT.2018.8409101>
- Swamy, S. N., & Kota, S. R. (2020). An empirical study on system level aspects of Internet of Things (IoT). *IEEE Access*, 8, 188082–188134. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3029847>
- Tavera Romero, C. A., Ortiz, J. H., Khalaf, O. I., & Prado, A. R. (2021). Business intelligence: business evolution after industry 4.0. *Sustainability (Switzerland)*, 13(18), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su131810026>
- Tian, L., Zhang, X., & Fu, X. (2020). Collapse Simulations of Communication Tower Subjected to Wind Loads Using Dynamic Explicit Method. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 34(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001434](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001434)
- Vaca, E., Gaibor, N., & Kovács, K. (2020). Analysis of the chain of the banana industry of Ecuador and the European market. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 14(1–2). <https://doi.org/10.19041/apstract/2020/1-2/7>
- Vasilyeva, N., Fedorova, E., & Kolesnikov, A. (2021). Big data as a tool for building a predictive model of mill roll wear. *Symmetry*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/sym13050859>
- Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (*Musa acuminata*) en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57–66. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>

- Villamil, X., & Guarda, T. (2019). App Móvil Desarrollada con Metodología Ágil para IoT Controlada desde una Red LAN/WAN con Placa de Desarrollo de Hardware Libre (Arduino). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 17, 379–392.
- Vite-Cevallos, H., Townsend-Valencia, J., & Carvajal-Romero, H. (2020). BIG DATA AND INTERNET OF THINGS IN THE PRODUCTION OF ORGANIC BANANAS. *Universidad y Sociedad*, 12(4), 192–200.
- Vogel-Heuser, B., Obermeier, M., Braun, S., Sommer, K., Jobst, F., & Schweizer, K. (2013). Evaluation of a UML-based versus an IEC 61131-3-based software engineering approach for teaching PLC programming. *IEEE Transactions on Education*, 56(3), 329–335. <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2226035>
- Wang, W., Guo, J., Li, Z., & Zhao, R. (2021). Behavior model construction for client side of modern web applications. *Tsinghua Science and Technology*, 26(1), 112–134. <https://doi.org/10.26599/TST.2019.9010043>
- Wark, J. D. (2022). Power Up: Combining Behavior Monitoring Software with Business Intelligence Tools to Enhance Proactive Animal Welfare Reporting. *Animals*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/ani12131606>
- Webb, J., & Hume, D. (2018). Campus IoT collaboration and governance using the NIST cybersecurity framework. *IET Conference Publications*, 2018(CP740), 1–7. <https://doi.org/10.1049/cp.2018.0025>
- Yang, M. C., Lee, Y. S., & Han, T. H. (2021). MRBS: An Area-Efficient Multicast Router for Network-on-Chip Using Buffer Sharing. *IEEE Access*, 9, 168783–168793. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3137218>
- Zakiyah, W., Hilmi, I. L., Ratnasari, D., Singaperbangsa, U., Karawang, K., & Java, W. (2022). *Pharzolution Prototype Design: Problem Solving Applications Using Figma for Pharmaceutical Problems in the Jabodetabek Area*. 6(158), 219–228.