

**PROPUESTA DE UN CENTRO DE ACOPIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE FRESA,  
BASADO EN LA INDUSTRIA 4.0 EN LA VEREDA SAN RAFAEL DEL MUNICIPIO DE  
FACATATIVA**

**Anteproyecto de Investigación**

**para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico**

**ALEJANDRO MANRIQUE GIRALDO**

**DAIRO BELTRAN CHICUAZUQUE**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**FACATATIVÁ- CUNDINAMARCA**

**2023**

**PROPUESTA DE UN CENTRO DE ACOPIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE FRESA,  
BASADO EN LA INDUSTRIA 4.0 EN LA VEREDA SAN RAFAEL DEL MUNICIPIO DE  
FACATATIVA**

**ALEJANDRO MANRIQUE GIRALDO**

**DAIRO BELTRAN CHICUAZUQUE**

**Director de Proyecto**

**ING. JHON MONZAIDE ALVAREZ**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**FACATATIVÁ- CUNDINAMARCA**

**2023**

## TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS	7
1. PROBLEMA	8
1.1 Planteamiento del problema.	8
1.2 Formulación del problema	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	14
3.1. Objetivo General.	14
3.2 Objetivos Específicos.	14
4 MARCO REFERENCIAL	15
4.1 Estado del arte.	15
4.2 Marco histórico.	18
4.3 Marco Teórico.	20
4.4 Marco Legal.	28
4.5 Marco Tecnico.	30
5 DISEÑO METODOLÓGICO.	34
5.1 Tipo de Investigación	34
5.2 Tecnicas de investigación	35
5.3 Enfoque metodologico	36
5.4 Hipótesis.	36
5.5 Universo.	37
5.6 Población	37

5.7 Muestra.	37
5.8 Definición.	38
6 RECURSOS.	45
7 CRONOGRAMA.	46
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
9 ANEXOS	51

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Comportamiento de producción por departamento	8
Figura 2. Clasificación de fresa	9
Figura 3. Línea de tiempo automatización industrial	19
Figura 4. Agroindustria 4.0	23
Figura 5. Manipulador industrial	25
Figura 6. Inteligencia artificial	27
Figura 7. Clasificación de fresa	27
Figura 8. Funciones de un PLC	30
Figura 9. Propuesta SCADA	31
Figura 10. Sistema neumático	32
Figura 11. Metodología VDI	38
Figura 12. Propuesta centro de clasificación de fresa	40
Figura 13. línea neumática	41
Figura 14. Esquema de operación	44
Figura 15. Cronograma de Actividades	47

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Costos de producción del cultivo de fresa	21
Tabla 2. Recursos	45

## ACRÓNIMOS

GDL: Grados de libertad.

CAD: Diseño asistido por ordenador.

3D: Tres dimensiones

PLC: Controlador lógico programable.

ST: Structured text.

IoT: Internet de las cosas.

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

# 1. PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La correcta clasificación de las fresas desempeña un papel crucial en la consecución de ventas exitosas y la expansión hacia nuevos mercados. Actualmente, el sector agrícola colombiano enfrenta desafíos significativos debido a la escasez de tecnologías modernas y las laboriosas tareas que los agricultores deben llevar a cabo (Ministerio de Agricultura, 2021). Según datos del Ministerio de Agricultura Nacional, para el año 2020 en Cundinamarca las fresas representan un porcentaje significativo, correspondiente al 59%, de la producción total del país (Ministerio de Agricultura, 2021).

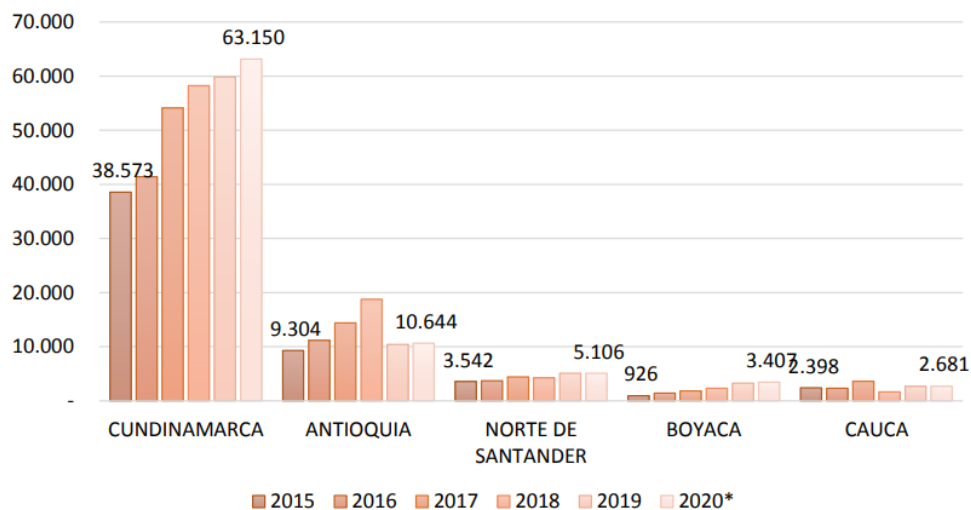


Figura 1. Comportamiento de la Producción por departamento (Ministerio de Agricultura, 2021).

De acuerdo con lo anterior Cundinamarca produce más de la mitad de esta fruta a nivel nacional, sin embargo, acorde con la encuesta realizada a la población que se dedican a la recolección de fresa en el sector de Facatativá más puntualmente en la vereda de San Rafael ubicado en este departamento, los desafíos más apremiantes se encuentra la ausencia de una infraestructura vial que facilite el transporte eficiente de los productos agrícolas, sumado a la falta de atractivo en las exportaciones, no solo debido a los costos asociados para la población campesina, sino también a la carencia de infraestructura tecnológica en el ámbito agrícola colombiano como se evidencia en la siguiente imagen donde se evidencia la ejecución de este trabajo manualmente.



Figura 2. Clasificación de fresa (Fuente propia, 2023).

También se evidencia el esfuerzo significativo de los campesinos de la vereda San Rafael en años recientes, quienes han emprendido labores cruciales para posicionar sus productos en nuevos mercados, con el propósito de beneficiar a toda la comunidad. Según los habitantes de la vereda, la falta de colaboración entre los diversos productores de fresas, junto con la carencia de

un sistema eficiente y óptimo para la clasificación de las fresas, constituyen los factores más relevantes que obstaculizan la mejora en la producción. Estos factores no solo afectan la calidad de los productos destinados a la venta, sino que también limitan la capacidad para satisfacer una demanda creciente.

De acuerdo con lo anterior, el principal obstáculo que los productores evidencian radica en la carencia de un sistema integral que centralice la producción de los agricultores asociados, permitiéndoles clasificar las fresas de manera eficiente y rápida. Este vacío en la infraestructura impide alcanzar niveles óptimos de ventas. Por ende, se plantea la necesidad imperante de implementar un sistema que optimice la clasificación de los productos recolectados por los agricultores de fresas en la Vereda San Rafael. Este enfoque tiene como objetivo mejorar las ventas, al tiempo que promueve la unión de la población en torno a un proyecto común centrado en la producción y la clasificación eficiente de las fresas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera se podrían beneficiar los cultivos de la vereda de San Rafael en el municipio de Facatativá al implementar la propuesta de un centro de acopio para la clasificación de fresas basado en la industria 4.0?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta se fundamenta en la imperativa necesidad de abordar los desafíos existentes en la clasificación de fresas en la vereda San Rafael del municipio de Facatativá, con el fin de impulsar la productividad agrícola y facilitar el acceso a nuevos mercados. La integración de soluciones mecatrónicas en este contexto se presenta como una respuesta eficaz para superar las limitaciones tecnológicas y logísticas que actualmente obstaculizan el desarrollo sostenible de la comunidad agrícola.

De acuerdo con lo anterior, la optimización de procesos agrícolas introduce a los sistemas mecatrónicos permitiendo una automatización eficiente de los procesos de clasificación, eliminando la dependencia de métodos manuales y propiciando una mejora sustancial en la precisión y velocidad del proceso (Patiño,2014). Esto no solo redundará en la obtención de productos de mayor calidad, sino que también optimizará el tiempo de producción, liberando recursos para otras etapas del cultivo.

Sin duda la mejora de la infraestructura tecnológica e implementación de soluciones mecatrónicas contribuirá significativamente a cerrar la brecha tecnológica en el sector agrícola de la Vereda San Rafael. La falta de infraestructura tecnológica es un obstáculo crucial para la participación exitosa en mercados internacionales. Al integrar sistemas de clasificación automatizada, se potenciará la competitividad del producto y se abrirán nuevas oportunidades de exportación. (Agribot,2020)

Por consiguiente, se tendrá un impacto socioeconómico positivo debido a la adopción de tecnologías mecatrónicas, no solo revolucionará los procesos agrícolas, sino que también generará un impacto positivo en la comunidad. La mejora en la eficiencia de la producción y la generación de productos de calidad superior se traducirán en un aumento en los ingresos de los agricultores, fortaleciendo así la base económica de la Vereda San Rafael. (Gomez,2015)

Además, fomentará la unión de la comunidad ya que el proyecto propuesto no solo busca mejorar los aspectos técnicos del proceso de clasificación, sino también quiere fomentar la colaboración entre los agricultores. La implementación de este sistema centralizado de clasificación promoverá la participación de la comunidad en torno a un objetivo común, fortaleciendo así la cohesión social y la resiliencia frente a los desafíos del sector agrícola.

Cabe resaltar que se trabajara con una alineación política gubernamental, puesto que el proyecto se alinea con las iniciativas y políticas gubernamentales destinadas a promover la modernización del sector agrícola. La mejora en la productividad y competitividad de la producción de fresas en la Vereda San Rafael contribuirá directamente a los objetivos nacionales de desarrollo económico y social.

En resumen, la implementación de soluciones mecatrónicas en el proceso de clasificación de fresas en la vereda San Rafael representa una estrategia integral para abordar los desafíos actuales, promoviendo la eficiencia, sostenibilidad y desarrollo económico de la comunidad agrícola. Esta propuesta se erige como un catalizador fundamental para el progreso tecnológico y socioeconómico de la región, alineado con las demandas del contexto actual y las perspectivas de futuro.

En definitiva, la propuesta está basada para todos los productores de fresa en la vereda de San Rafael en el municipio de Facatativá y no de manera específica para una finca productora sino para un lugar en general donde van a poder llegar con su producto y clasificarlo de la mejor manera implementando esta propuesta, trabajando de la mano con las entidades gubernamentales pertinentes.

### **3.OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Proponer la implementación de un centro de acopio, basado en la integración de tecnologías de la agroindustria 4.0, para la clasificación eficiente de fresas en la vereda San Rafael del municipio de Facatativá; en busca del fortalecimiento de la cadena de producción agrícola local y el desarrollo socioeconómico de la región.

#### **Objetivos Específicos**

- Diseñar la infraestructura física y digital del centro, identificando las tecnologías de la Agroindustria 4.0 más adecuadas para la clasificación eficiente de fresas, considerando la capacidad de procesamiento, la conectividad y la integración de éstas para optimizar su clasificación.
- Desarrollar un sistema de clasificación automatizado para las fresas recolectadas, utilizando tecnologías avanzadas como visión por computadora e industria 4.0.
- Establecer mecanismos para la participación de la comunidad en la planeación y puesta en marcha de un centro de acopio para la clasificación de fresas, promoviendo así la sostenibilidad y la apropiación local del proyecto.

## 4 MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ESTADO DEL ARTE.

Actualmente se ha evidenciado que la mayoría de los cultivos para mejorar su productividad requiere de los avances tecnológicos para la automatización de sus líneas de procesos, con el fin de aumentar su rendimiento, mejorar la planificación y tener un control en la calidad del producto.

Un estudio realizado por Ethan y Cristian (2023), de la especialización en gestión de servicios de tecnologías de la información de la Universidad Santo Tomás, denominado “optimización de cultivos de fresas en Cundinamarca mediante la integración de plataformas Cloud e IoT”. En esta investigación, se busca generar un servicio mediante IoT que permita a cualquier tipo de agricultores de fresas tener un cultivo auto sostenible y mediante datos subidos a través de las plataformas iCloud poder llevar en tiempo real el control de la información y así poder analizar los datos para poder mejorar la productividad de esta fruta. (Hernández, 2023)

Por otra parte, en el proyecto experimental realizado en el año 2013 acerca del “Diseño de un sistema robotizado de clasificación de brevas con fines académicos”, los autores hacen mención en la propuesta de un diseño y también a la construcción de un sistema totalmente robotizado de clasificación de brevas para la gestión agroindustrial. Este proyecto tuvo dos objetivos principales, El primero aportar al desarrollo agroindustrial de la región y el segundo,

desarrollar una plataforma que permita a los estudiantes de robótica tener mejores conocimientos en cinemática, dinámica, planeación de trayectorias, diseño mecatrónico, programación, control y tratamiento de imágenes.

Este proyecto también incluye la construcción de una banda transportadora, un brazo robótico de 5 GDL y un sistema de visión artificial. Por último, se exponen los resultados de las simulaciones, se muestra la construcción del prototipo, para posteriormente contemplar las conclusiones a las que se llega con este proyecto, donde se concluye que el sistema de visión artificial desarrollado es un método de iluminación controlada que permite una clasificación eficiente y eficaz de las brevas según el grado de madurez de estas, lo que demuestra que puede ser usado para automatización a nivel industrial de este proceso. (Soto, 2013)

Otros de los proyectos realizados es el del autor Esteban Mejía, titulado “Sistema robótico de selección automática de objetos basado en las características visuales” el cual plantea una solución basada en investigación y aplicación de la robótica y la visión por computadora. Consiste en el análisis de objetos por medio de sus características visuales y la selección de estos para ser ubicado en posiciones establecidas para categorías según esas características, todo esto con un sistema automático. La investigación pretende mejorar los procesos productivos en los cuales intervenga la selección de objetos de manera repetitiva, convirtiendo se en un sistema automatizado y con rendimiento constante. El autor utilizó para esta aplicación una cámara Webcam, un brazo robótico, la herramienta matemática Matlab y una computadora personal. (Mejía, 2007)

Es importante resaltar el estudio realizado por Juan Araya y Carlos Ossa titulado la mecanización de la agricultura colombiana donde muestra la implementación de artefactos mecánicos en diversos cultivos que permiten un crecimiento económico y mayores rendimientos por hectárea cultivada (Araya.1976) y a pesar de que es un artículo elaborado en 1976 podemos evidenciar que ya se hablaba de la agroindustria y ya se tenía la idea de la implementación de las máquinas en el sector agrícola.

En un estudio más moderno realizado por unos estudiantes de la fundación universitaria San Mateo titulado “La automatización en la agricultura Colombiana ¿Un nuevo reto para el país?” (Figueroa.2023) en el que muestra la necesidad que tiene Colombia para automatizar este sector, enfocándose en las problemáticas que no favorecen a los pequeños productores puesto que dependen económicamente de estas actividades, se evidencia que la solución más acertada es la automatización de estos sectores para mejorar la producción y viabilidad de sembrar ciertos productos.

Ricardo Gómez García en su investigación "Agroindustria 4.0, la era de la información y la conectividad" sugiere que un aspecto importante en la agroindustria 4.0 en estos momentos es lo que se denomina “gemelo digital”, esto es, desarrollar virtualmente la instalación física, recreando un gemelo en nuestro ordenador. Para ejemplificar sugiere imaginar una almazara que permita simular cambios en su funcionamiento, en sus procesos u organización, y analizar con el conocimiento existente como son los datos recopilados cómo cambia el resultado final para proceder a optimizar el funcionamiento sin más riesgo de equivocarse delante de una pantalla. (Domínguez,2020)

## 4.2 MARCO HISTÓRICO.

# Automatización Industrial



# Automatización Industrial



Figura 3. línea de tiempo automatización industrial (Figura propia (infograph), 2023)

### **4.3 MARCO TEÓRICO.**

#### **PRODUCCIÓN DE FRESA EN COLOMBIA.**

Entre los años 2015 y 2020 en Colombia aumentó el cultivo de fresa en un 59% dando registró a una producción nacional total de 2020 superior a 86.000 toneladas cosechadas, dicho fruto se cultiva en 13 de los 32 departamentos del país poniendo a Cundinamarca como el principal departamento productor seguido de Antioquia y norte de Santander, además, se registra una exportación de 18,8 toneladas como principal destino están los países de Panamá y Curazao, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.(Ministerio de Agricultura, 2021)

El departamento de Cundinamarca es el principal productor de fresa del país según otro de los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2020 dando como resultado que Cundinamarca representa el 51% del volumen de producción anual en este sector. (Ministerio de Agricultura, 2021)

Según el ministerio de agricultura en promedio los costos que conlleva un adecuado sostenimiento hasta la primera cosecha supera los 85 millones de pesos en el departamento de Cundinamarca siendo el mayor productor de fresa a nivel nacional, estos datos se pueden evidenciar en la siguiente tabla.

<b>Actividad</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Preparación del Terreno</b>	<b>845.000</b>
Arado	225.000
Rastrillado	225.000
Aplicación de Correctivos	35.000
Riego	360.000
Drenajes	105.000
Levante de Camas	1.750.000
<b>Siembra</b>	<b>5.460.000</b>
Siembra	770.000
Resiembra	875.000
Control de Malezas	525.000
Fertilización	490.000
Control de Plagas	1.400.000
Control de Enfermedades	1.400.000
<b>Cosecha</b>	<b>34.720.000</b>
Recolección	33.600.000
Empacada	1.120.000
<b>Insumos</b>	<b>44.961.000</b>
Plántulas	27.000.000
Herbicidas	3.015.000
Insecticidas	230.000
Fungicidas	876.000
Fertilizantes	2.360.000
Abono	180.000
Empaques	6.500.000
Arrendamiento	4.800.000
<b>Total</b>	<b>85.986.000</b>

Tabla 1. Costos de Producción del cultivo de Fresa (Ministerio de Agricultura, 2021).

El rendimiento de la siembra se estima en 65 toneladas por hectárea, esto puede llegar a generar ingresos a los productores cerca de 130 millones de pesos, generando una ganancia cercana a los 50 millones de pesos luego de la primera cosecha. (Ministerio de Agricultura, 2021).

## **INDUSTRIA 4.0**

La industria 4.0 es el desarrollo de sistemas, basada en estrategias de alta tecnología, que se caracteriza en la automatización, evolución de procesos y el uso de tecnologías electrónicas,

con el fin de generar cambios trascendentales no solo en la industria si no también en el comportamiento del consumidor y en la forma en que se pueda llevar a cabo un negocio. Su objetivo es trabajar como una maquinaria física con sensores y software que permitan predecir, controlar, planear mejor los negocios y los resultados obtenidos por alguna empresa. La industria 4.0 tiene un enfoque de innovación con nuevos productos o procesos, a través de fábricas inteligentes que brindan eficiencia, productividad en la fabricación, producción, control de procesos y toma de decisiones en tiempo real, del mismo modo generar modelos de negocio que mejore la cadena de suministro, estrategias claves para incrementar la posición competitiva, la rentabilidad, asegurar la trazabilidad del producto en menor tiempo/costo y mejorar su adaptabilidad al mercado de las organizaciones.

Una perspectiva de esta industria 4.0 tiene como visión que las maquinas interactúen entre sí para recibir y transmitir información y ejecutar acciones con el fin de que los productos sean más inteligentes con IoT donde estos sensores en red puedan relacionarse con máquinas y dispositivos que arrojen datos de diferentes tipos que se guarden en la nube y desde allí poder proporcionar soluciones para el manejo y a la vez que pueda garantizar el flujo, procesamiento y seguridad de la información. (Izar, 2017)

## **AGROINDUSTRIA 4.0**

La industria 4.0 ha tenido mucha relevancia en el mundo tecnológico y en los inicios de la revolución industrial mediante procesos en el uso de electricidad con fines industriales donde se ve reflejada la automatización, las conexiones y las redes en donde se enfocan en áreas productivas convirtiéndose en pilar importante de crecimiento de procesos para llegar a desarrollar lo que hoy se denomina como Agroindustria 4.0 que crece de manera significativa en

el uso de tecnología ciencia e innovación, mejorando la eficiencia y productividad en los procesos.

Los beneficios que se han visto reflejados al utilizar estas herramientas al manejar el internet de las cosas ha permitido maximizar sus procesos, controlar las áreas y tomar decisiones inteligentes, optimizar recursos mediante la automatización en los procesos alimentarios que ha hecho que esta agroindustria 4.0 tenga métodos no solo en el producto final, sino en cada una de las etapas del fruto dando como resulta un producto eficiente.



Figura 4. Agroindustria 4.0 (Villacís, 2023)

A la vez ayuda en el mejoramiento y la automatización del riego y fertilización, monitoreos de los cultivos por medio de drones, previene probabilidades de incidencia de plagas y un control de calidad de alimentos para el consumidor final. (Villacís, 2023).

## **INTERNET DE LAS COSAS**

El internet de las cosas es la evolución del internet de una forma desarrollada con capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información o conocimiento.

Este internet de las cosas ha tenido una gran importancia porque dio un salto en la tecnología y revoluciona el potencial de mejorar hasta la manera que viven las personas debido a que sea logrado que este sea sensorial lo que permite que sean más proactivos y menos reactivos. (Evans, 2011)

En los cultivos sirve como un sistema con capacidad de recolectar información del desarrollo y crecimiento del fruto, para que estos datos los reciba el servidor y los mande al usuario con protocolos de seguridad, el propósito principal recopilar estos datos en tiempo real analizarlos y poder tomar decisiones, debido a que este sistema le una advertencia al agricultor de las condiciones del cultivo. (Gómez, 2017)

## **BIG DATA**

Este Big Data es un conjunto de datos y combinaciones de datos sumamente grandes y complejos que se generan a partir de diversas fuentes, uno de los mayores desafíos es encontrar una manera de que este pueda recoger, almacenar, procesar y analizar los datos.

El Big Data junto con herramientas como la inteligencia artificial se están convirtiendo en una revolución de actividades sociales y económicas, su aplicación está derivando a nuevas reglas en la toma de decisiones en cualquier ámbito de la vida, siendo como objetivo principal la calidad de los datos. (Perez,2019)

## ROBOTS MANIPULADORES

La mayor parte de los robots industriales que existen en la actualidad son esencialmente brazos articulados lo que significa que son manipuladores programables multifuncionales diseñados para hacer diferentes movimientos para poder ejecutar varias tareas que sean proyectadas.

Un manipulador industrial es una cadena cinemática abierta que forma un conjunto de elementos que permite realizar articulaciones.



Figura 5. Manipulador industrial (ECCI, 2019)

En la actualidad este tipo de robótica tiene un gran papel en la agricultura, debido a transformaciones digitales que ha permitido que se puedan realizar actividades mucho más eficientes y más optimas.

Se evidencia que si este sistema mecánico se le incrementa el número de articulaciones puede generar mayor maniobra y realización de actividades, este brazo también cuenta con unos actuadores que son los encargados de generar la fuerza para realizar el movimiento que se requiera. (rodrigo, 2013)

## **INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

La inteligencia artificial se refiere a la combinación de algoritmos con el fin de crear máquinas que realicen funciones que hacen los humanos, el objeto principal es que los ordenadores que la componen puedan hacer cosas que hace la mente. Esta inteligencia es parte fundamental a la innovación actual en la tecnología donde estas computadoras están entrenadas para realizar tareas concretas procesando gran cantidad de información y reconociendo patrones en cada uno de los datos. (carrillo, 2023)

IA es un espacio ampliamente estructurado con diversas capacidades de procesamiento de la información, donde no solo tiene una manera para resolver cierta actividad si no diferentes técnicas, con el fin de que pueda ser mucho más rápido y óptimo. La mayoría de los especialistas en esta rama de la inteligencia se concentran en un solo objetivo, pero en realidad esta innovación se complementa con el objetivo tecnológico que es usar ordenadores para hacer cosas útiles y el otro objetivo es el científico que se encarga de resolver problemáticas de los seres vivos. (Boden, 2016)

Actualmente está IA utiliza técnicas de aprendizaje automático, donde procesa el lenguaje y la visión por medio de una computadora y así pueda asimilar la inteligencia humana ya sea en máquinas o en sistemas, al tener este desarrolla tan avanzado las industrias han empezado a optar por conocer y utilizar a la vez como atención médica, la robótica y la manufactura. (Boden, 2016)



Figura 6. Inteligencia artificial (Motion, 2015)

## CLASIFICACIÓN DE FRESA

La clasificación de la fresa es uno de los procesos más importantes y se puede diferenciar en 3 tipos: por el tamaño de su fruto, por su requerimiento de luz y por necesidad de frío invernal. Por su tamaño se clasifica en tres partes las pequeñas como fresas del bosque, la mediana como fresa natural y la grande como fresón y por clasificación agronómica en horas de luz o en horas de frío se conoce como fotoperiodo (Cierron, 2014).

La clasificación de este fruto también depende de la maduración debido a que esto garantiza un producto de excelentes condiciones y una vida útil para que sea también mandado a exportación, la recolección esta entre un grado de 3 a 5 para condiciones óptimas del fruto. (Loeza, 2018)



Figura 7. Clasificación de fresa (Motion, 2015)

A la vez es importante tener una clasificación de calidad para que al momento de venderla al consumidor pueda ser de su agrado y tenga mucha más rentabilidad y más actividad en el mercado, para esto es importante tener tres tipos de calidad el primero y el segundo son aquellas que se eligen por que o presenta ningún problema fitosanitario es importante que después de elegirla se coloque a una temperatura aproximada de 12°C, para que esta pueda tener una vida útil de 5 días, por último el tercer tipo de calidad es aquella que no se puede vender como fruta natural si no que se debe realizar mermeladas o pulpas con el fin de que el agricultor no tenga perdidas con este fruto y pueda ser rentable la cosecha.(Villegaz,2017)

#### **4.4 MARCO LEGAL.**

*Ley 101 de 1993 decretada por el congreso de Colombia, ley general de desarrollo agropecuario y pesquero.*

En esta ley el congreso desarrolla algunos artículos de la constitución nacional en los cuales se fundamentan unos propósitos que deben ser considerados para proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y promueve el mejoramiento de la calidad de vida de los productores rurales.

*Ley 632 del 2000 decretada por el congreso de Colombia, ley general de desarrollo agropecuario y pesquero.*

En esta ley el congreso pretende dar regulación a la producción, comercialización, exportación e importación de productos agropecuarios y pesqueros incluyendo las frutas lo cual

nos da interés ya que la idea de este proyecto es dar como producto final una fruta tipo exportación.

***Ley 388 del 1997 decretada por el congreso de Colombia, ley general para el ordenamiento territorial***

Esta ley establece las políticas y reglamentaciones para la planificación, administración y control del territorio y del uso del suelo a nivel nacional, la Ley de Ordenamiento Territorial establece que todos los municipios y distritos deben elaborar sus Planes de Ordenamiento Territorial (POT), que son instrumentos de planificación que definen el uso adecuado del suelo en cada área. Estos POT deben ser aprobados por los concejos municipales y distritales, y deben tener en cuenta aspectos como la protección de los recursos naturales, la sostenibilidad ambiental, el ordenamiento urbano y rural, y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

***La normativa de instalaciones eléctricas en Colombia está regida principalmente por el Código Colombiano de Electricidad (RAS 2000) y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).***

Estas normativas establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en el país.

Algunas de las principales disposiciones establecidas por esta normativa son:

1. Licencia de instalador.
2. Diseño de las instalaciones.

3. Equipos y materiales utilizados.
4. Protección contra sobreintensidades.
5. Puesta a tierra.
6. Normas de calidad y seguridad.

#### **4.5 MARCO TÉCNICO**

En este apartado es necesario entender las especificaciones técnicas requeridas con cada uno de los elementos a usar en la propuesta del centro de acopio para clasificación de fresas. Empezando por el cerebro de toda la operación que es un PLC.

#### **PLC.**

Se entiende por controlador lógico programable (PLC), a un elemento electrónico diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial los procesos secuenciales. (Romeral. J (1997)).

Se pueden definir sus labores principales como:

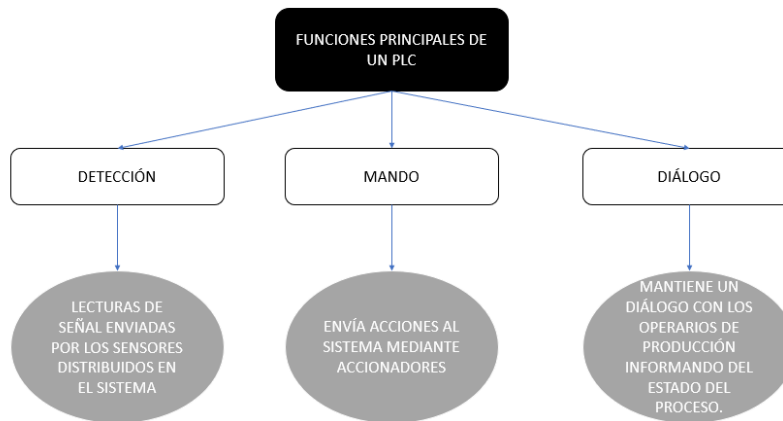


Figura 8. Funciones de un PLC (Figura propia (PowerPoint), 2023)

## SISTEMA SCADA.

Los sistemas SCADA se conocen como control supervisor y adquisición de datos. según Rodríguez (2007), el SCADA permite la gestión y control de cualquier sistema local o remoto mediante una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema. Un sistema SCADA es un conjunto de aplicaciones de software diseñadas para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel para el operador (pantallas táctiles, ratones o cursores, etc.).

Bailey y Wright (2003) mencionan que un SCADA abarca la recolección de la información y la transferencia de datos al centro de control, llevando a cabo el análisis y el control necesario, para luego mostrar la información sobre una serie de pantallas de operador y de esta manera permitir la interacción, cuando las acciones de control requeridas se transportan de nuevo al proceso. Según Gómez, Reyes y Guzmán del Río (2008), en su función de sistemas

de control, los SCADA ofrecen una nueva característica de automatización que realmente pocos sistemas tienen: la de supervisión.



Figura 9. Propuesta Scada (Figura propia (Designer Studio), 2023)

## SISTEMA NEUMÁTICO.

Se utiliza para producir fuerza a través de actuadores neumáticos, pero, para el control de estos y la introducción de señales, fines de carrera y sensores, se emplean válvulas netamente neumáticas. Entonces, se puede definir la neumática como la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

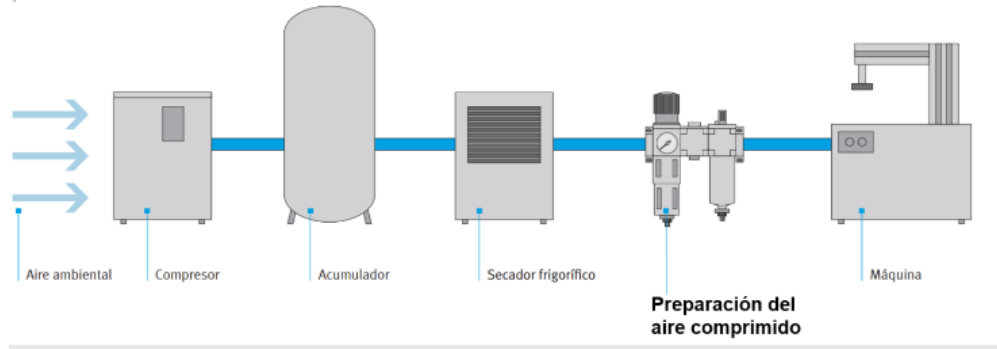


Figura 10. Sistema Neumático (Ecuainsetec, 2021)

Para la correcta elección del compresor para el sistema neumático es necesario conocer la cantidad de actuadores, sensores, herramientas que van a funcionar con aire comprimido y, cada una de ellas en sus especificaciones técnicas cuenta con un coeficiente de simultaneidad, con el sistema ya definido se suman todos los coeficientes y se aplica la siguiente fórmula para determinar el caudal de trabajo que se requiere para elegir un compresor que cumpla con dichos requerimientos. (Domínguez. A (2018)).

$$Q_t = \sum (Q * CS * CU)$$

Donde:

$Q_t =$  Caudal de trabajo

$Q =$  Caudal Total

$CS =$  Coeficiente de simultneidad

$CU =$  Coeficiente de uso

Con base a la selección del compresor, se selecciona un tanque de almacenamiento, el diámetro y el material de la tubería y accesorios para que el sistema neumático sea eficiente.

## 5 DISEÑO METODOLÓGICO.

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para realizar esta propuesta el sistema se define como un tipo de investigación mixto ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos, lo que según Chávez (2018) permite estudiar más a fondo una situación específica debido a que los instrumentos de ambos métodos combinados arrojan información que permite comprender y analizar la realidad perteneciente al objeto de estudio para su posterior transformación. Siguiendo a la premisa contemplada por Chávez, en el presente proyecto se realiza la unión de ambas metodologías ya que para el desarrollo del prototipo se requiere análisis cuantitativo de las características técnicas del prototipo como una evaluación cualitativa de su viabilidad y la utilidad al ser evaluado como una solución tecnológica para el sector agricultor específicamente en cultivos de fresa.

Se emplean dos de tipos de investigación para el desarrollo del proyecto, siendo uno el tipo de investigación aplicada o tecnológica, ya que según Nieto (2018) se enfoca en solucionar los retos en la fabricación, distribución, circulación y uso de bienes y servicios en cualquier actividad humana, lo que actúa directamente sobre el objetivo general del proyecto, ya que se busca solucionar los retos que conlleva la fabricación de un prototipo de brazo robótico con seis grados de libertad, por otro lado, se usa el tipo de investigación básica ya que esta sirve de base para la investigación aplicada debido a que ofrece una teoría que eventualmente respaldará el diseño del prototipo (Nieto ,2018). El tipo de diseño empleado es de naturaleza experimental ya que se busca probar y evaluar el rendimiento del prototipo al igual que optimizar sus

características. Además, de que se lleven a cabo estudios de simulación y modelado para predecir el comportamiento y mejorar el diseño antes de la fabricación del robot.

El presente diseño metodológico es de tipo cualitativo principalmente ya que se usan métodos conversacionales para la recopilación de la información necesaria como libros, proyectos, antecedentes históricos, etc.

De acuerdo con lo anterior, el presente estudio tiene este tipo de enfoque ya que se deben recopilar y analizar datos numéricos para entender similitudes, relaciones y tendencias que se tienen en cuanto a la producción y clasificación de las fresas. Además de observar la manera en que los trabajadores lo realizan en este momento.

Del mismo modo, la propuesta de este sistema reunirá información relevante como la medición de la eficiencia, velocidad de procesamiento, costo de implementación, y otros datos cuantificables relacionados con el rendimiento de la clasificación de fresas.

## **5.2 TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con (Ramos,2008) en cuanto a las técnicas de investigación, se enfocan en dos generales, la técnica documental y técnica de campo.

La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos, por otro lado, la técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica mediante entrevistas, encuestas, cuestionarios en la búsqueda de la verdad objetiva.

Para esta investigación , se realizaran entrevistas y encuestas a los productores de fresa de la vereda de San Rafael, dichas encuestas darán la información necesaria para determinar las cantidad de fresa que recolecta mensualmente por finca, la cantidad de esta fresa que se clasifica para exportación y el recibimiento o aceptación por parte de los productores de la implementación de un centro de acopio integral para la clasificación de fresa realizándose por sector y no por fincas productoras individuales, con estos datos podremos realizar el estudio necesario para establecer la viabilidad de la implementación de un centro de acopio integral.

### **5.3 ENFOQUE METODOLÓGICO**

Siendo consecuentes con lo dicho renglones arriba, el enfoque que tomara esta investigación será dirigido al estudio de los datos cualitativos y cuantitativos que se obtengan de los productores de fresa del sector en estudio, lo cual dará un acercamiento a las problemáticas que sufren estos productores al momento de realizar la clasificación del producto además de la aceptación de la implementación del centro de acopio en esta zona.

### **5.4 HIPÓTESIS**

Al poder implementar esta propuesta, dando uso a todos los conocimientos que se adquirieron a lo largo de la carrera y con el curso de profundización de automatización industrial enfocado en la industria 4.0, lo que se busca con esto es mejorar los tiempos de producción,

disminuir la mano de obra para el productor y por ende mejorar el ingreso económico del mismo además de facilitar el acceso a nuevos mercados.

## **5.5 UNIVERSO**

Carrasco Diaz (2019) describe al universo como el grupo de elementos relacionados con un estudio, como cosas, personas, sucesos entre otros, donde la población y la muestra son parte de este universo y se usan para estudiar los problemas de la realidad, entonces, el universo del proyecto serían los cultivos del departamento de Cundinamarca ya que este es el principal productor de fresa del país según otro de los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2020 dando como resultado que Cundinamarca representa el 51% del volumen de producción anual en este sector. (Ministerio de Agricultura, 2021).

## **5.6 POBLACIÓN**

La población es el conjunto del que se desea conocer algo en una investigación (López,2004), para este estudio la población objetivo serán los cultivos de fresas del municipio de Facatativá que es dónde principalmente se desarrollará la propuesta experimental del sistema de automatización, que es donde se busca implementar a futuro al ser un municipio tan potencial en producción de fresas y con mayor de cultivos en el país.

## **5.7 MUESTRA**

Para Sampieri et al. (2014) la muestra es la delimitación de la población, cuya información se recopila con precisión, para esta propuesta, la muestra es la vereda San Rafael de Facatativá puesto que, por cercanía, es lo más factible y viable.

## 5.8 DEFINICIÓN

El presente trabajo está realizado bajo la metodología VDI 2206 que presenta el siguiente esquema para la realización de modelos mecatrónicos donde se muestra que, según los requerimientos y el producto, se realiza el modelado y análisis, apoyado en las teorías y cálculos para llegar a un modelo fundamentado y soportado en la teoría.

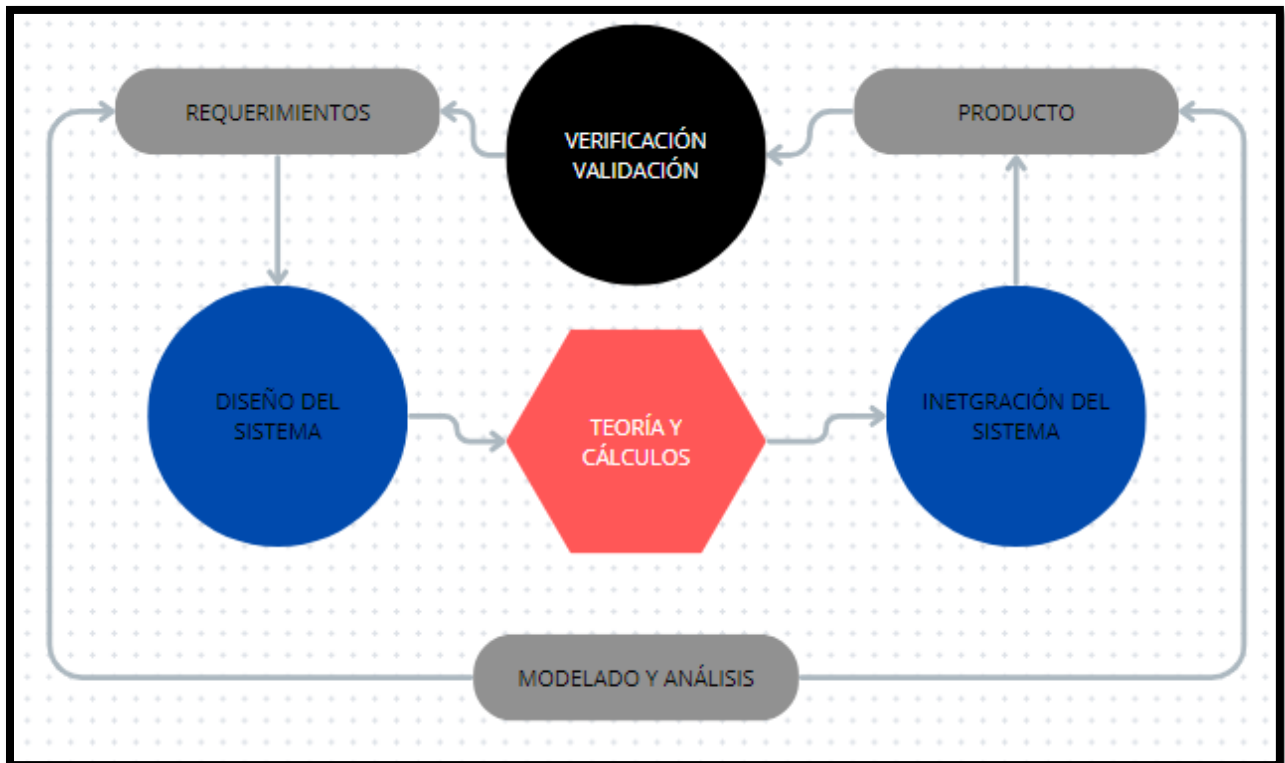


Figura 11. Metodología vdi 2206 (Figura propia (Canva), 2023)

Basado en la metodología VDI, se puede dividir el proyecto en las siguientes etapas:

1. Análisis de requerimientos.
2. Diseño del sistema.
3. Teoría y cálculos.
4. Integración del sistema.
5. Producto.

El tipo de diseño usado busca probar y evaluar el funcionamiento del prototipo al igual que optimizar sus funciones. Además, se realizan estudios de simulación y modelado para predecir el comportamiento del centro de acopio.

### **ETAPA 1 (ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS)**

En el análisis de requerimientos se realizan búsquedas de información sobre procesos de automatización en el sector agricultor, con dicha información se plantea realizar una propuesta de solución basada en un centro de clasificación de fresas usando una banda transportadora que llevará los frutos hasta el área de alcance de un brazo robótico, dicho brazo los seleccionará por tamaño y calidad.

### **ETAPA 2 (DISEÑO DEL SISTEMA)**

Se realizan modelos de posibles soluciones que incluye adecuaciones de espacio para saber espacialmente cómo se ubicaría cada elemento del sistema para ser lo más eficaz y óptimo posible.

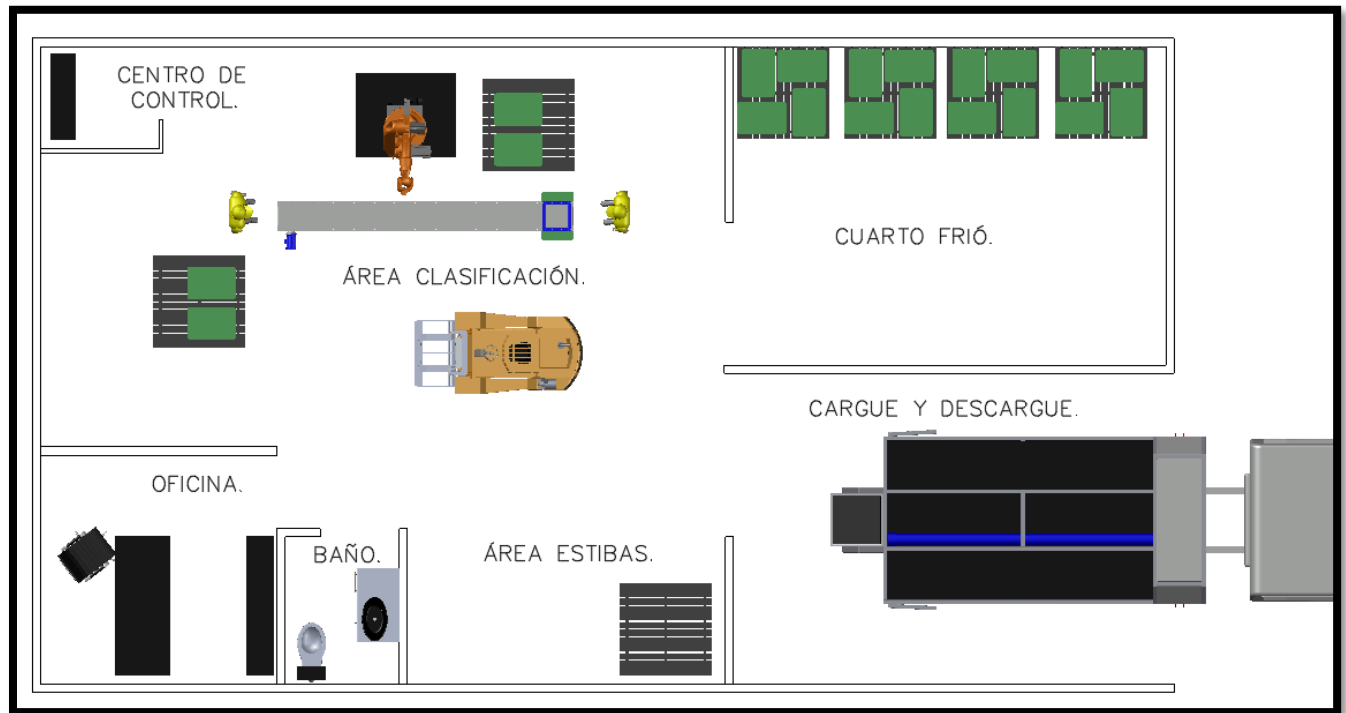


Figura 12. Propuesta centro de clasificación de fresa (Fuente propia (AutoCAD), 2023)

El centro de acopio está conformado por un área de carga y descarga, un cuarto frío donde se almacenarán las frutas clasificadas con la temperatura adecuada para su larga duración, además consta de un área de clasificación en el cual se encontrara ubicado el brazo robótico, una cámara de inteligencia artificial, la banda transportadora y los operarios que llevaran el fruta antes y después de su clasificación, también poseerá un centro de control donde se llegaran las señales eléctricas y se tendrá ubicado el PLC y todos los elementos de control, contara con un baño y

una oficina donde se archivara toda la documentación necesaria para el funcionamiento diario de la operación.

### **ETAPA 3 (TEORÍA Y CÁLCULOS)**

Para esta fase será necesario realizar todos los tipos de cálculos pertinentes que nos permita la adecuada instalación de los equipos, donde se deberán tener en cuenta los datos de las ubicaciones de estos para poder analizar y realizar los movimientos con exactitud sin que se encuentren fallas en la programación, también se tendrá que mirar las capacidades mecánicas de fuerza que deben tener los motores que se tengan que utilizar, se deberá realizar un análisis de iluminación y fuerza para poder determinar la cantidad y tipo de luminarias, se tendrá que hacer un estudio para el acondicionamiento del cuarto frío donde se tendrán las fresas clasificadas, calculando cual es la temperatura que esta fruta necesita para su adecuada reserva en el centro de acopio y por último, con los equipos ubicados en posición se realizara el cálculo de la línea neumática.

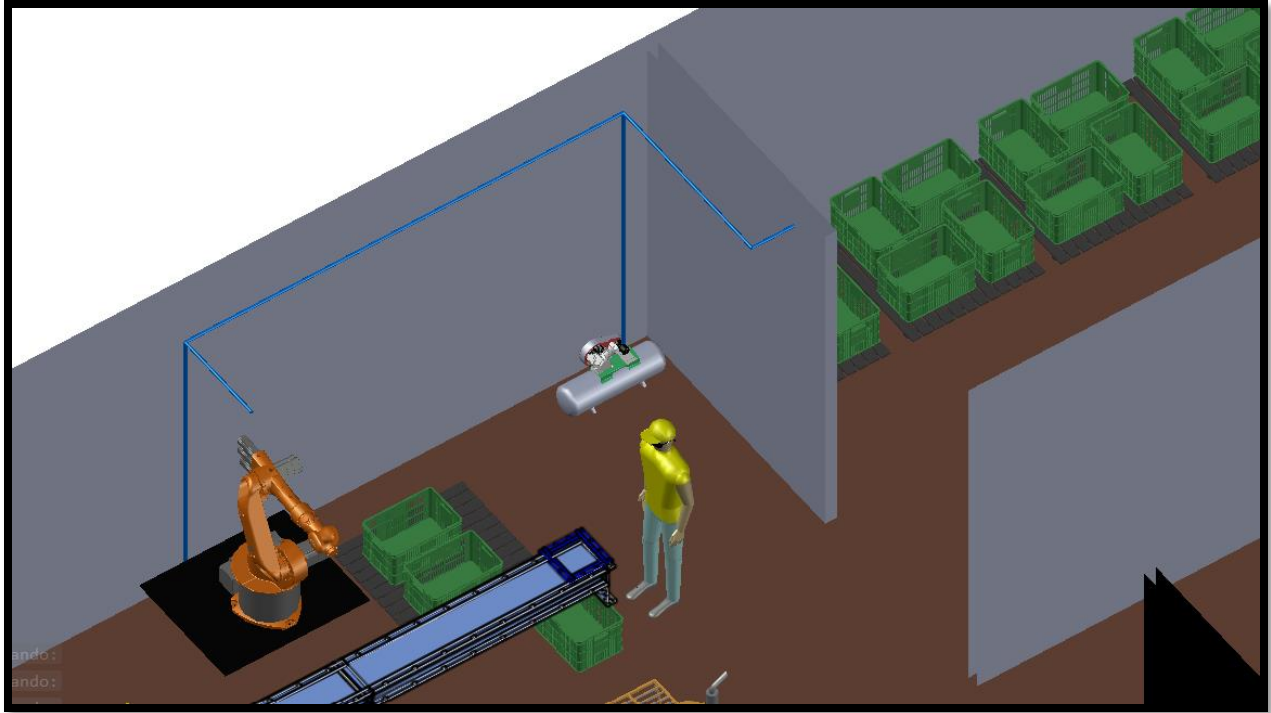


Figura 13. Línea neumática (Fuente propia (AutoCAD), 2023)

#### **ETAPA 4 (INTEGRACIÓN DEL SISTEMA)**

En esta fase se debe tener los equipos que se implementaran en este centro de acopio, se tendrá ya reservado el espacio donde se instalaran los equipos solicitados y se hará el ensamble de estos en el sitio, además se deberán hacer las adecuaciones locativas el centro de acopio teniendo en cuenta lo solicitado mediante planos elaborados con antelación, se realizara la instalación de las toma corrientes dependiendo de la necesidad en el lugar específico donde se encuentre dentro del centro de acopio, luego de la instalación de todos los equipos en el sitio se tendrá que hacer cierto número pruebas para garantizar el adecuado comportamiento del sistema y así dejarlo en óptimas condiciones para su puesta en marcha.

## **ETAPA 5 (PRODUCTO)**

Para esta última fase se deberá tener en orden toda la documentación legal y de ingeniería necesaria para la puesta en marcha de este centro de acopio, además ya se tendrá la certeza de que no se encontraran fallas de tipo mecánico, eléctrico o de control puesto que en la fase anterior se realizaron las pruebas necesarias para garantizar el sistema, teniendo esto en cuenta se podrá poner en marcha el centro de acopio integral para la clasificación de fresas de la vereda de San Rafael en el municipio de Facatativá.

## **ANÁLISIS ACTUAL**

La mayoría de los dueños de las freseras acaulemente en la vereda San Rafael produce de 200 a 500 canastas de fresas cada dos meses y estaría de acuerdo en llevar sus productos al centro de acopio para ser clasificadas y así mitigar las enfermedades que han sufrido parte de sus trabajadores y, hacer de la clasificación un proceso más eficiente.

A pesar de que los productores no tienen un sistema concreto de la cantidad de fresas clasificadas en buen estado, expresan que, debido al clima y otras variables, un 15 % de las fresas recolectadas deben ser desechadas. Está clasificación en ocasiones se hace en el lugar del cultivo. Sin embargo, después de recolectadas se llevan a un lugar de la finca, esto depende de cada agricultor y hacen una clasificación de manera rápida, algunas de ellas para que no se pierda la producción se pasan como buenas, esto hace que el mercado al que se quiera llegar no sea tan exigente.

## **PROPUESTA DEL LUGAR FÍSICO DEL CENTRO DE ACOPIO**

Se debe disponer de un área de aproximadamente 130 metros cuadrados. De acuerdo con los pobladores una de las fincas de mayor producción puede albergar este lugar también ubicado en la vereda San Rafael de Facatativá.

Se requiere hacer un levantamiento de los planos mecánicos, eléctricos, neumáticos y todo lo que concierne para la implementación. Es necesario contar con una red trifásica para ciertos equipos, un compresor industrial y un centro de control.

La iluminación y algunos equipos necesarios para el proceso pueden ser alimentados con energía renovable, con el fin de ayudar al medio ambiente y también para disminuir el costo operativo de dicho centro de acopio.

### **CINTAS TRANSPORTADORAS**

Las cintas transportadoras en esta propuesta son muy importantes debido a que las fresas llegan en camiones, se descargan en cintas de bandas transportadoras que posteriormente el brazo robótico las clasifica y las pone en canastas ya para su debido almacenamiento y, por último, ser cargadas en camiones ya clasificadas.

Es necesario incluir que se deben usar cintas de banda ya que allí irán las fresas, es el tipo de banda transportadora que cumpla con las especificaciones técnicas y mecánicas que se acomoda a la propuesta.

### **SISTEMA SCADA**

Con el fin de evitar fallos en el sistema y retrasos en los tiempos de la clasificación además de tener un control en los mantenimientos de los equipos y la protección de los operadores que se encuentran en la zona de trabajo es necesario utilizar un sistema SCADA para monitorear en tiempo real cada una de las variables que permiten que el sistema funcione,

además de poner alertas cuando algo esté funcionando de manera incorrecta o, haya riesgo, eléctrico, neumático, de colisión.

## INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

La propuesta funciona bajo el siguiente esquema de operación:

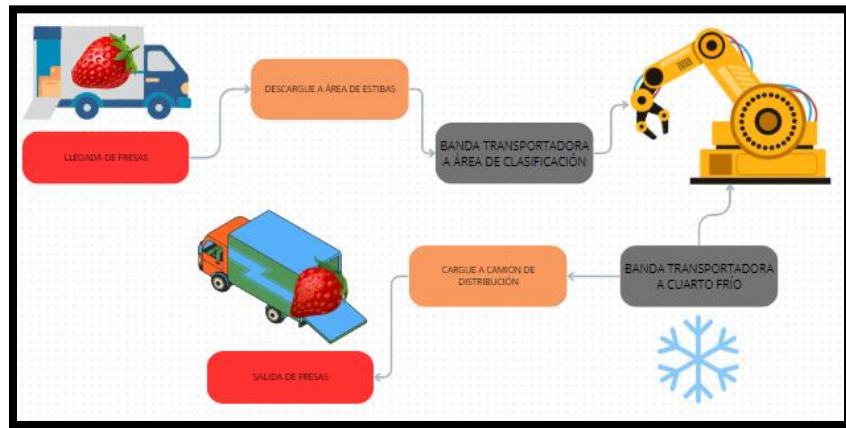


Figura 14. Esquema de operación (Figura propia (Canva), 2023)

## 6 RECURSOS.

Recursos financieros usados para la elaboración del prototipo.

INVERSION ESTIMADA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
BANDA TRANSPORTADORA	3	3400000	\$ 10.200.000,00
PLC SIEMENS	1	879000	\$ 879.000,00
COMPRESOR DE TORNILLO	1	23000000	\$ 23.000.000,00
BRAZO ROBOTICO INDUSTRIAL	1	29000000	\$ 29.000.000,00
TUBERIA Y ACCESORIOS NEUMATICOS	1	8000000	\$ 8.000.000,00
DIAS HOMBRE	120	70000	\$ 8.400.000,00
HMI INDUSTRIAL	1	2000000	\$ 2.000.000,00
INFRAESTRUCTURA	1	20000000	\$ 20.000.000,00
CUARTO FRÍO	1	25000000	\$ 25.000.000,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 126.479.000,00</b>

Tabla 2. Recursos (Fuente propia)

## 7 CRONOGRAMA.



Araya. J (1976) *La mecanización en la agricultura colombiana*. Recuperado el 25 de noviembre de 2023 de: [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/2747/Co\\_Eco\\_Julio\\_1976\\_Araya\\_y\\_Osa.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/2747/Co_Eco_Julio_1976_Araya_y_Osa.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Blanco. A, Magadan. A, Gómez. F, Guzmán. C, Antúnez. E (2018) *Diseño de sistemas mecatrónicos: prototipos virtuales (pág. 3)*. Instituto tecnológico de Celaya. Recuperado el 15 de octubre de 2023 de: <https://core.ac.uk/download/pdf/229040955.pdf>

Bailey D. & Wright E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. IDC Technologies.

Carrasco. S (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Editorial San Marcos. Recuperado el 13 de octubre de 2023 de: [http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacioncientifica\\_45761](http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacioncientifica_45761)

Chaves Montero, A. (2018). *La utilización de una metodología mixta en investigación social*. UTMACH.

Chinchilla. E (2006) *Estudio del proceso de trabajo perfil de riesgos y exigencias laborales en el cultivo de fresas*. Departamento de higiene y seguridad ocupacionales área de agricultura, Recuperado el 9 de octubre de 2023 de: <https://www.cso.go.cr/divulgacion/agricultura/bibliotecadigital/serietecnica/serie%20tecnica%2015%20Riesgos%20en%20el%20cultivo%20de%20fresas.pdf>

Domínguez. A (2018) “*calculo y selección de compresores industriales, para un sistema neumático de alto desempeño, de berlinerluft, para la empresa compresores de aire zepeda.*” Recuperado el 26 de noviembre 2023 de: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1962/MDRPIM2017060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, J., Reyes, R. & Guzmán del Río, D. (2008). *Temas especiales de instrumentación y control*. Cuba: Editorial Félix Varela

Hincapié. S (2020) *Alimentación humana, porcicultura, industria 4.0, analítica, internet de las cosas, big data, sensores*. Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado el 11 de octubre de 2023

de:<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6148/Alimentaci%c3%b3n%20humana%2c%20porcicultura%2c%20industria%204.0%2c.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IFAC. (1982) *Programmable Logic Controllers and Petri Nets*" Madrid.

López. P (2004) *Población muestra y muestreo*. Recuperado el 25 de noviembre de 2023 de: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

Machado. A, (2019) *Desarrollo de un robot para la caracterización y el tratamiento de las plantas en agricultura de precisión*. Universidad politécnica de Madrid. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de: [https://oa.upm.es/56778/1/TFG\\_ALEJANDRO\\_MANCHADO\\_RUBIO.pdf](https://oa.upm.es/56778/1/TFG_ALEJANDRO_MANCHADO_RUBIO.pdf)

Martínez. E (2023) *Optimización de Cultivos de Fresas en Cundinamarca mediante la Integración de Plataformas Cloud e IoT*. Universidad Santo Tomas. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/50970/2023cristianhernandez.pdf?sequence=4>

Mejía. E (2007) *Sistema robótico de selección automática de objetos basado en las características visuales*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 9 de octubre 2023 de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/581>

M. Moreno, B. Wilde Buenos Aires Argentina “*Introducción a la neumática*” p. 156.

Ministerio de agricultura de Cundinamarca. *Cadena de la fresa (2021)* Recuperado el 9 de octubre de 2023 de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Nieto, N. E. (2018). *tipos de investigación* [Universidad Santo Domingo de Guzmán]. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

Ollero. A (2001) *Robótica, manipuladores y robots móviles*. Universidad de Sevilla. Recuperado el 13 de octubre de 2023 de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TtMfuy6FNCcC&oi=fnd&pg=PR15&dq=+robotica&ots=33P\\_C1z7bP&sig=AWQ4DTZS\\_CHHiVX4I3-4RJ7wz3I#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TtMfuy6FNCcC&oi=fnd&pg=PR15&dq=+robotica&ots=33P_C1z7bP&sig=AWQ4DTZS_CHHiVX4I3-4RJ7wz3I#v=onepage&q&f=false)

Romeral. J (1997) *Autómatas Programables, Serie Mundo Electrónico*. Editorial Marcombo, S.A., Boixareu Editores.

Rodríguez, A. (2008). *Sistemas SCADA*. 2 ed. Barcelona: Editorial Marcombo.

Sampieri. R, Fernández. C, Baptista. M, (2014). *Metodología de la investigación Quinta*. Interamericana Editores. Recuperado el 16 de octubre de:  
<https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Sánchez. M, Jiménez. S, Millán. F, Salvador. J, Palou. R, Villavicencio. H (2007) *Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. (Parte I)*. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0210-48062007000200001](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-48062007000200001)

Sánchez. M, Jiménez. S, Millán. F, Salvador. J, Palou. R, Villavicencio. H (2007) *Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. (Parte II)*. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de: <https://scielo.isciii.es/pdf/aue/v31n3/v31n3a02.pdf>

Soto. J, Peña. C, Gualdron. O (2013) *Diseño de un sistema robotizado de clasificación de brevas con fines académicos*. Universidad de Pamplona. Recuperado el 11 de octubre de 2023 de:  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/download/5926/7431?inline=1>

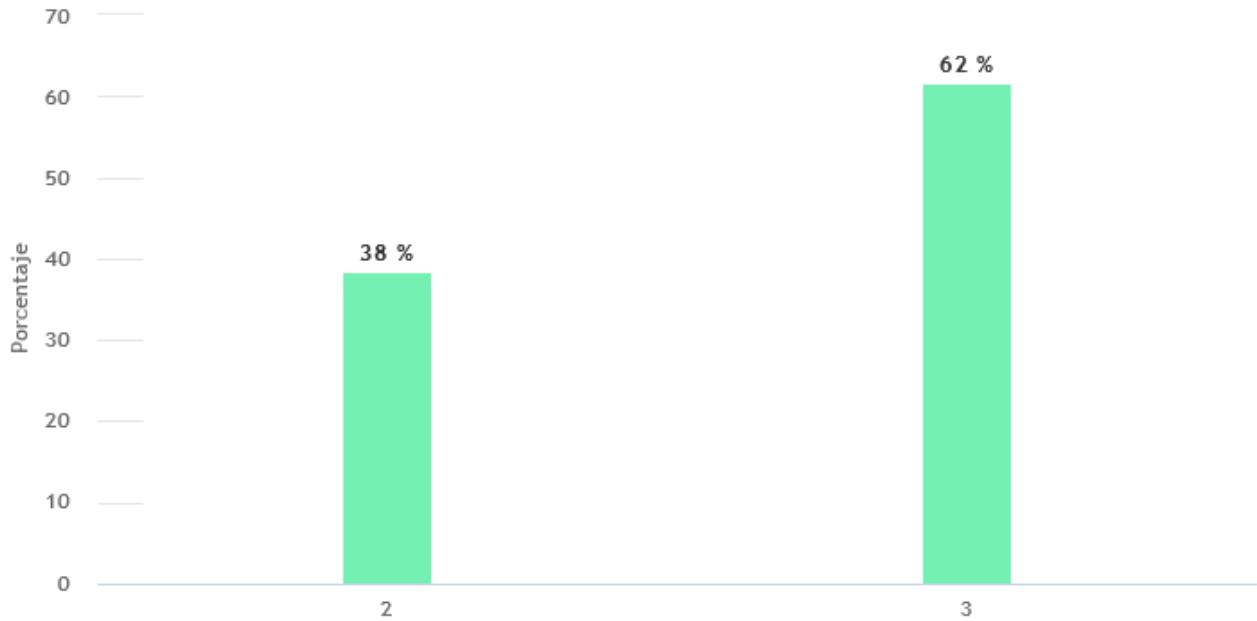
Torres. A (2015) *Accidentes laborales en empresas. Informe periodístico diario el comercio*. Recuperado el 12 de octubre de 2022 de:  
<http://www.elcomercio.com/actualidad/trabajadores-accidenteslaborales-iess-empresas.htm>

## 9 ANEXOS

### Descripción del producto

Indica tu grado de interés con el producto. Más estrellas = más satisfacción Menos estrellas = menos satisfacción

Número de respuestas 13



● Indica tu grado de interés con el producto. Más estrellas = más satisfacción Menos estre...

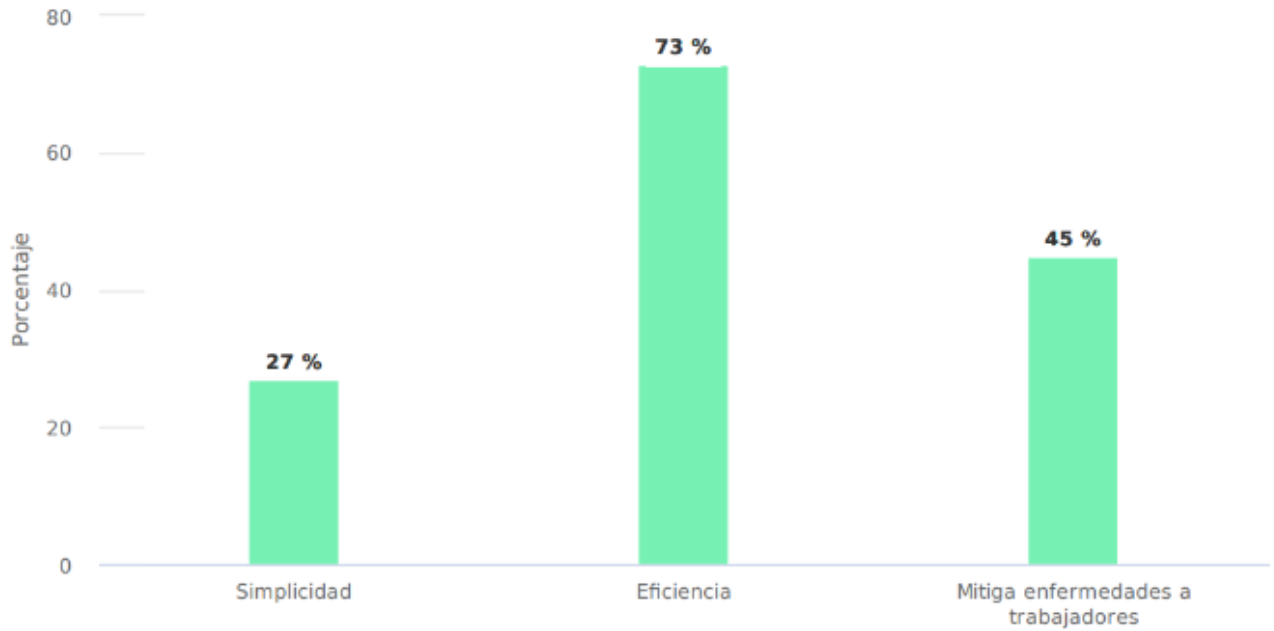
Valor	Porcentaje	Cantidad
2	38%	5
3	62%	8

Número de respuestas 13

## Descripción del producto

### ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen del producto?

Número de respuestas 11



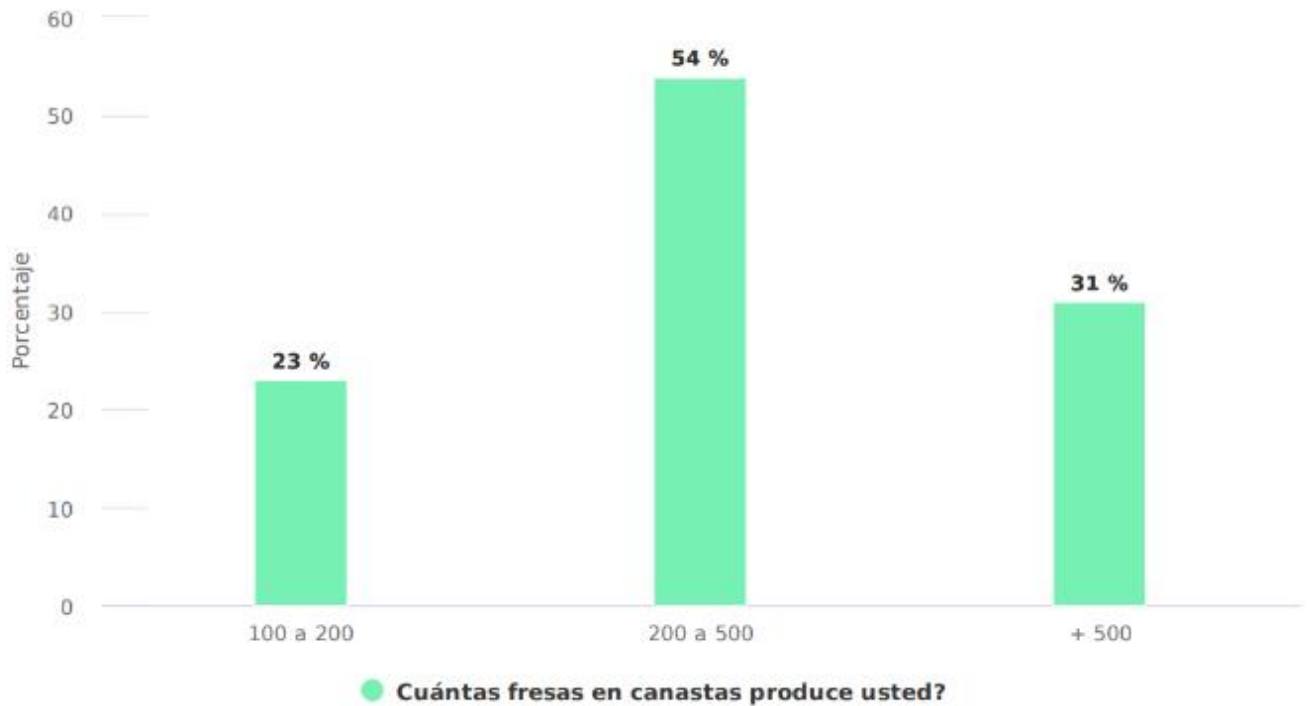
● ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen del producto?

Valor	Porcentaje	Cantidad
Simplicidad	27%	3
Eficiencia	73%	8
Mitiga enfermedades a trabajadores	45%	5
Número de respuestas		16

## Descripción del producto

### Cuántas fresas en canastas produce usted?

Número de respuestas 13

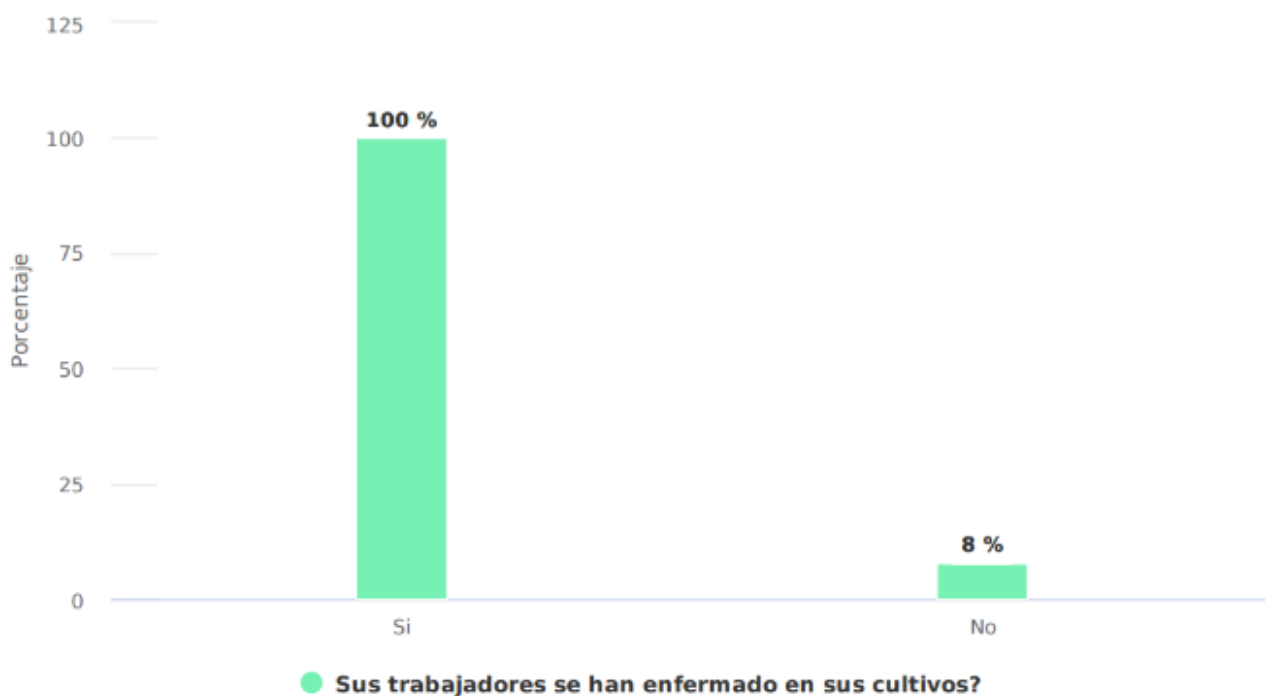


Valor	Porcentaje	Cantidad
100 a 200	23%	3
200 a 500	54%	7
+ 500 ▾	31%	4
Número de respuestas		14

## Descripción del producto

### Sus trabajadores se han enfermado en sus cultivos?

Número de respuestas 13

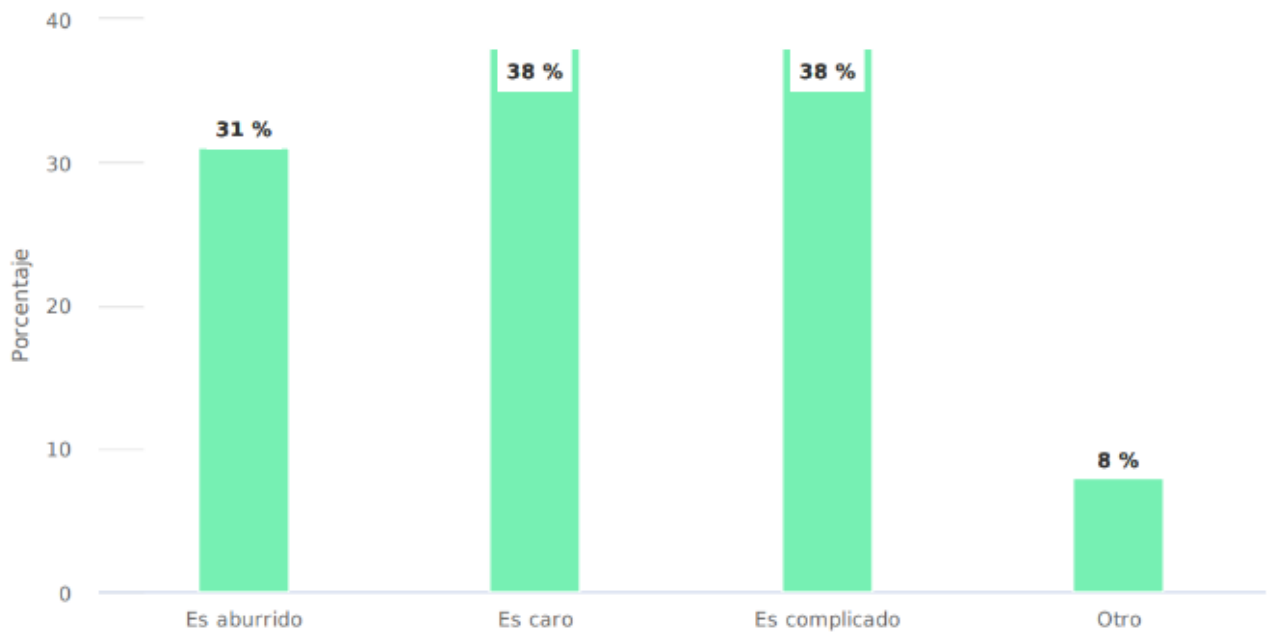


Valor	Porcentaje	Cantidad
Si	100%	13
No <input type="checkbox"/>	8%	1
Número de respuestas		14

## Descripción del producto

### ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos no le atraen del producto?

Número de respuestas 13



● ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos no le atraen del producto?

Valor	Porcentaje	Cantidad
Es aburrido	31%	4
Es caro	38%	5
Es complicado	38%	5
Otro ▾	8%	1
Número de respuestas		15