

**Universidad Iberoamericana (UNIBE)**



**Facultad de Ingeniería**



**Escuela de Ingeniería Industrial**

**“OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE AJÍES MEDIANTE LA  
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y EL DESARROLLO DE UNA  
HERRAMIENTA DE CLASIFICACIÓN EN LA EMPRESA INVERNADEROS  
MAPA”**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de:**

**“Ingeniero Industrial”**

**Sustentantes:**

Daniel Toribio ----- 21-0345

Jose Corcino ----- 21-0022

**Asesor (es):**

Ing. Elvio Guerrero

**Santo Domingo, República Dominicana**

**Julio, 2024**

## Tabla de contenido

<i>Dedicatoria</i> .....	5
<i>Agradecimientos</i> .....	6
<i>Resumen</i> .....	9
<i>Abstract</i> .....	10
<i>Introducción</i> .....	12
<i>Capítulo 1: Planteamiento del Problema</i> .....	13
<i>1.1 Planteamiento del problema</i> .....	14
<i>1.2 Formulación del problema</i> .....	14
<i>1.3 Sistematización del problema</i> .....	15
<i>1.4 Objetivo General</i> .....	15
<i>1.5 Objetivos Específicos</i> .....	15
<i>1.6 Justificación</i> .....	16
<i>1.7 Alcance</i> .....	17
<i>1.8 Limitaciones</i> .....	17
<i>1.9 Hipótesis</i> .....	18
<i>1.10 Variables</i> .....	18
<i>Capítulo 2: Marco Teórico</i> .....	20
<i>2.1 Antecedentes</i> .....	21
<i>2.2 Definición de términos básicos</i> .....	23
<i>Capítulo 3: Marco Contextual</i> .....	26
<i>3.1 Localización geográfica de la empresa</i> .....	27
<i>3.1.1 Características geográficas</i> .....	27
<i>3.1.2 Geología</i> .....	28
<i>3.1.3 Hidrografía</i> .....	28
<i>3.1.4 Clima</i> .....	28
<i>3.1.5 Actividades económicas del área</i> .....	29
<i>3.2 Visión</i> .....	30

3.3 Valores.....	30
3.4 Descripción de los productos y/o servicios.....	30
3.5 Descripción de los procesos .....	30
3.6 Capacidad de producción .....	31
3.7 Área donde se encuentra el problema.....	31
3.8 Características de recursos humanos .....	33
3.9 Normas, Leyes y/o regulaciones que impactan.....	33
Capítulo 4: Marco Metodológico .....	35
4.1 Diseño metodológico .....	36
4.2 Tipos de Investigación.....	36
4.3 Metodología .....	37
4.4 Fuentes y Técnicas .....	37
4.5 Población y muestra .....	37
4.6 Nivel de investigación .....	38
4.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento y análisis de datos .....	38
4.8 Herramientas a utilizarse .....	39
Capítulo 5: Situación Actual.....	41
5.1 Descripción del proceso productivo .....	42
5.2 Información relevante .....	46
5.3 Resultados de la encuesta .....	49
5.4 FODA.....	54
5.5 Diagrama de Ishikawa.....	55
5.6 5 ¿Por qué?.....	56
5.7 Registro de corte actual .....	57
5.8 Análisis de Ventas .....	57
5.9 Clasificación de productos.....	59
Capítulo 6: Situación Propuesta.....	62
6.1 Oportunidad #1: Creación de una herramienta auxiliar para el proceso de clasificación ...	63
6.2 Oportunidad #2: Creación de un manual de políticas y procedimientos .....	64
6.3 Oportunidad #3: Creación de registros para las distintas actividades que conlleva el proceso productivo .....	65
Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones .....	66
7.1 Conclusiones .....	67

<i>7.2 Recomendaciones</i> .....	70
<i>Bibliografía</i> .....	77
<i>Referencias</i> .....	81

## **Dedicatoria**

El presente proyecto quiero dedicárselo a mi familia y amigos, por su inquebrantable compañía y apoyo a lo largo de estos cuatro años. A mis compañeros, por sus valiosos consejos y apoyo. Por estar siempre ahí para mí, brindándome su apoyo y consejo en cada paso de este trayecto académico.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a mis abuelos Daniel Toribio y Altagracia Paulino, cuya sabiduría y amor incondicional me han inspirado profundamente. Recuerdo con cariño sus consejos y las historias que compartieron conmigo, enseñándome la importancia de la perseverancia y la dedicación.

A mis padres, Robert Toribio y Yesenia Justo, les agradezco por su sacrificio, apoyo constante y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Su ejemplo de trabajo arduo y su amor incondicional me han guiado y motivado para alcanzar mis metas. Nunca olvidaré las innumerables veces que me animaron a seguir adelante y a no rendirme.

A mis hermanos, Robert e Isabella Toribio, quienes siempre han estado a mi lado, brindándome su apoyo y cariño. Sus palabras de aliento y su presencia en mi vida han sido fundamentales para mantenerme enfocado y motivado. Gracias por ser una fuente constante de alegría y por compartir conmigo tanto los momentos de éxito como los desafíos.

Finalmente, a toda mi familia, por crear un ambiente lleno de amor, comprensión y apoyo, donde siempre me sentí valorado y animado a seguir mis sueños. Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, quienes han sido mi sostén y mi inspiración.

Gracias por estar siempre ahí para mí, por apoyarme y aconsejarme a lo largo de todo este camino. Este proyecto es un reflejo de todo lo que he aprendido de ustedes y de la fortaleza que me han dado.

Con todo mi cariño y gratitud,

**Daniel Toribio**

## **Dedicatoria**

Este proyecto ha requerido mucho esfuerzo, planificación y dedicación de nuestra parte, pero me siento feliz ya que hicimos un proyecto muy innovador y algo que no se había visto. Quiero agradecer a todas las personas a continuación, porque de lo contrario este proyecto no hubiera sido posible. Primero que todo, quiero darle las gracias a las personas mas importantes de mi vida, mis padres. Gracias por todo lo que me están enseñando, por siempre creer en mí y que los sueños se cumplen, si les pones empeño. Gracias por darme el amor, la confianza, la seguridad, el hogar y los valores con los que me he identificado. Sin importar las adversidades que hemos pasado, siempre estuvieron en mis felices y tristes momentos, y no hay formas de agradecer por el maravilloso ejemplo que son, mi ejemplo a seguir por siempre serán ustedes. También, quiero agradecer a mis hermanos, Adriana y Enmanuel por su apoyo, y por siempre estar ahí para mi. A toda mi familia por su apoyo y ayuda incondicional que me ha ayudado a lograr alcanzar hasta donde me encuentro el día de hoy. Quiero agradecer a Daniel Toribio, amigo y compañero durante estos años de universidad, por ser mi compañero con esto proyecto. Es una persona inteligente, muy capaz, segura de si misma, y mas que todo, su capacidad de trabajar conmigo en este proyecto, por paciencia y por siempre mantenernos comunicados a través de este proyecto. A mis amigos de la universidad, gracias por estos 4 años maravillosos, por apoyarme, por hacerme reír y me siento bendecido de permanecer en un grupo excelente de futuros profesionales, pero más que todo, amistades que durarán para siempre.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a la comunidad Mindful Community School (MC School), por otorgar un camino lleno de obstáculos y momentos inolvidables. Quiero agradecer a mis padres, Jose Antonio y Maritza Encarnacion, por brindarme una educación excelente y afortunada. Gracias a su entrega, sacrificio, paciencia y más que todo, su amor y apoyo incondicional a lo largo de todo este trayecto. Agradecer a la Universidad Iberoamérica (UNIBE) por una maravillosa experiencia, llena de amistades nuevas e inolvidables. A los maestros, quienes nos enseñaron diferentes aspectos no solo en la universidad, sino cómo nos manejaremos en la vida diaria, por sus consejos, enseñanzas y por sus cualidades únicas de empatía y enseñanza.

**Jose Corcino**



## **Resumen**

Invernaderos Mapa es una compañía fundada en marzo de 2016 por Pablo Toribio, la cual se enfoca en la producción y comercialización de distintos productos agrícolas. Cuenta con una amplia variedad de productos, entre ellos cacao, ajíes cubanela, plátanos FHIA 20 y tomates barceló. La empresa posee 2,153 tareas, de las cuales 1,600 están dedicadas tanto a la plantación de cacao como a las naves de invernaderos. La empresa no ha podido maximizar sus ingresos debido a una serie de costos adicionales e imprevistos en sus operaciones. Estos costos han afectado significativamente la rentabilidad esperada.

En este proyecto nos enfocaremos en los procesos productivos de los ajíes cubanela. Lo que se busca es identificar los factores clave para una estandarización de los procesos y la maximización de los recursos disponibles. Para esto, utilizaremos herramientas de ingeniería, tales como diagramas de flujos de procesos, diagramas de Ishikawa, análisis FODA, entrevistas, encuestas y análisis de los 5 porqués, entre otros. Esta investigación se sustenta en los conocimientos adquiridos para mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa.

## **Abstract**

Invernaderos Mapa is a company founded in March 2016 by Pablo Toribio, which focuses on the production and marketing of different agricultural products. It has a wide variety of products, including cocoa, Cubanela chili peppers, FHIA 20 bananas, and Barceló tomatoes. The company has 2,153 tasks, of which 1,600 are dedicated to both cocoa plantations and greenhouse warehouses. The company has not been able to maximize its revenues due to a series of added and unexpected costs in its operations. These costs have significantly affected the expected profitability.

In this project we will be focusing on the production processes of Cubanela peppers. What is sought is to identify the key factors for standardization of processes and maximization of available resources. For this we will be using engineering tools, such as Process Flow Diagrams, Ishikawa Diagrams, SWOT Analysis, Interviews, Surveys, 5 Why Analysis, among others. This research is based on the knowledge acquired to improve the productivity and profitability of the company.

**OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE AJÍES MEDIANTE LA  
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y EL DESARROLLO DE UNA  
HERRAMIENTA DE CLASIFICACIÓN EN LA EMPRESA INVERNADEROS MAPA**

## **Introducción**

La República Dominicana es uno de los mayores productores de ají cubanela en la región. Su producción involucra entre 15,000 y 20,000 productores a nivel nacional, distribuidos en múltiples provincias del país. Cabe destacar que este cultivo no solo abastece al mercado local, sino que también se exporta a mercados internacionales, siendo Estados Unidos el mercado de mayor importancia y contribuyendo significativamente a los ingresos por exportaciones del país.

Este proyecto de grado se enfoca en analizar la situación actual de una empresa agrícola de la República Dominicana, con el fin de encontrar alguna alternativa factible que permita solucionar las problemáticas que imposibilitan el buen funcionamiento de la empresa, e incrementar la productividad y rentabilidad de la misma. Para esto, se estarán estudiando los diferentes factores que podrían estar afectando a la empresa, y a partir de esto se estarán utilizando herramientas de ingeniería para identificar las posibles mejoras que sustenten este proyecto.

El proyecto utiliza el método ARIAS para plantear la investigación. Este consta de iniciar con el planteamiento del problema, continúa con el marco teórico y el marco metodológico, los cuales brindan contexto acerca del proyecto que se expone. Luego sigue la situación actual, donde se muestran los hallazgos de la investigación realizada, y culmina con las propuestas de mejora y los beneficios que generan las mismas.

## Capítulo 1: Planteamiento del Problema

## 1.1 Planteamiento del problema

La empresa Invernaderos Mapa se dedica a la producción, venta y distribución de ajíes cubanela a nivel nacional. Sus instalaciones se encuentran en Ingenio, Paraje Las Ardillas, Monseñor Nouel. El proceso de estudio implica revisar los procesos existentes, identificar los estándares y requisitos, mapear los procesos, desarrollar los criterios de aceptación y rechazo, e implementar un sistema de evaluación.

Situación problemática: Incremento en la tasa de rechazo de productos por parte de los clientes finales. El problema radica en la discrepancia que existe entre lo presentado en los informes preliminares (de corte) y finales (de venta). En el informe preliminar, luego del corte, los productos clasificados como “ajíes selectos” muestran un número mayor a lo que se refleja en el informe final de ventas, lo que indica que se está despachando producto no conforme en los diferentes encargos.

## 1.2 Formulación del problema

La problemática que enfrenta la empresa es el aumento en la cantidad de productos considerados rechazos en los invernaderos de ajíes. Esto puede estar relacionado con diferentes variables, desde condiciones ambientales hasta prácticas agrícolas ineficientes. Por lo tanto, consideramos que es necesario identificar las causas de dicho problema y establecer una estrategia para reducir la cantidad de productos de segunda o tercera categoría que están siendo entregados, y de esta manera garantizar un producto de calidad al cliente.

### 1.3 Sistematización del problema

¿Cuáles son las principales causas de rechazo de ajíes en los invernaderos?

¿En qué etapas del proceso productivo se generan más descartes?

¿Qué parámetros de calidad se utilizan actualmente para evaluar los ajíes?

¿Cómo se pueden estandarizar los procesos productivos en los invernaderos?

¿Existe un registro de los productos considerados rechazados a lo largo del tiempo?

¿Cómo afecta el aumento de productos rechazados a la rentabilidad del invernadero?

¿Se han implementado medidas preventivas en el pasado?

### 1.4 Objetivo General

Estandarización de los procesos productivos y creación de una herramienta de clasificación con el fin de disminuir la cantidad de ajíes rechazados por clientes finales.

### 1.5 Objetivos Específicos

Establecer las características exactas entre un ají exitoso y uno defectuoso.

Analizar las causas de descarte de ajíes en los invernaderos.

Estandarizar los procesos productivos en los invernaderos.

Establecer parámetros claros para el control de calidad.

Desarrollar una herramienta que permita evaluar la calidad de los ajíes.

Encontrar un método de clasificación adecuado para los ajíes.

Identificar la clasificación entre los ajíes y las características que los diferencian.

## 1.6 Justificación

La clasificación correcta de los ajíes en el invernadero es necesaria para garantizar la viabilidad económica, mejorar la satisfacción de los clientes con el producto y cumplir con los estándares y expectativas del mercado, lo que contribuye al éxito a largo plazo de la empresa. Estandarizar los procesos productivos y mejorar el control de calidad permitirá reducir pérdidas económicas ligadas al descarte de los productos y a los retransportes, ayudará a optimizar recursos en los invernaderos y aumentará la rentabilidad. La reducción de productos rechazados por el consumidor final implica una mayor eficiencia en la producción y una mejora en la rentabilidad económica. Esto también significa que se mejorará la competitividad del invernadero en el mercado.

**Justificación social:** Esta actividad ayuda a mejorar las condiciones económicas de las personas que se dedican a la agricultura. Cuando el invernadero es económicamente viable y tiene alta rentabilidad, se crean nuevas oportunidades de empleo, beneficiando directamente a las familias que residen en la zona.

**Justificación práctica:** El estudio es relevante puesto que aborda una situación real que enfrenta el invernadero, que es el incremento en la cantidad de producto no aprobado por el cliente final. Nuestro objetivo es proponer soluciones prácticas que permitan optimizar recursos, minimizar pérdidas económicas y aumentar la productividad.

**Justificación económica:** Reducir la cantidad de productos rechazados significa una mayor rentabilidad para el invernadero. Eliminar el descarte y utilizar los recursos de manera eficiente



minimizará las pérdidas financieras ligadas a los transportes y costos agregados, y, en consecuencia, aumentará la competitividad de la empresa en el mercado.

Justificación teórica: Este estudio puede tener una justificación teórica siempre que logre producir nueva información o ampliar la base de conocimiento de los factores que influyen en la calidad y el rechazo de los productos provenientes de invernaderos.

### 1.7 Alcance

Este estudio se llevará a cabo en una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos agrícolas. El enfoque del estudio se centrará en el área de calidad. Los datos recopilados abarcarán el primer semestre del año en curso.

### 1.8 Limitaciones

La implementación de mejoras en los procesos productivos en la empresa Invernaderos Mapa enfrenta varias limitaciones significativas. En primer lugar, la falta de documentación detallada sobre los procesos actuales en la producción de ajíes dificulta la creación de una base sólida para cualquier propuesta de mejora. Sin registros precisos, es un reto establecer puntos de referencia y metas u objetivos para medir la eficiencia de las nuevas prácticas.

Además, la falta de parámetros claros de clasificación para los ajíes significa que gran parte de la toma de decisiones en el proceso de clasificación es subjetiva. Esta subjetividad puede conducir a inconsistencias en la calidad del producto final, lo que termina afectando la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa. Sin criterios claros, es difícil garantizar que cada lote de ajíes cumpla con los requerimientos necesarios para los clientes externos.

Por otro lado, la introducción de nuevas prácticas implica un cambio en los procedimientos operativos ya establecidos y en la cultura de trabajo de la empresa. Esto podría generar una resistencia al cambio por parte de los empleados, ya que podrían sentirse inseguros o desconfiados respecto a las nuevas prácticas. Esta resistencia puede dificultar la adopción de mejoras y, por ende, presentar un desafío adicional al proyecto.

### 1.9 Hipótesis

Con la estandarización del proceso productivo y la creación de una herramienta de clasificación se espera reducir significativamente la cantidad de producto clasificado como rechazo que está siendo entregado al cliente final.

### 1.10 Variables

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Estandarización de procesos productivos	Aplicación de lineamientos y procedimientos uniformes en todas las etapas del proceso de producción de ajíes en invernadero.	Se medirá a través de un checklist de cumplimiento de los procedimientos estandarizados establecidos.	Siembra y preparación Mantenimiento y cuidados Cosecha y postcosecha	Porcentaje de cumplimiento del protocolo de siembra  Porcentaje de cumplimiento de preparación de sustratos/suelos	Ordinal

Control de calidad de ajíes	Evaluación de los parámetros físicos y apariencia de los ajíes para determinar su aceptación o rechazo según estándares.	Se medirá mediante una herramienta que evalúe las características de cada ají.	Parámetros físicos Parámetros visuales	Parámetros físicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• Tamaño</li> <li>• Firmeza</li> </ul> Parámetros visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Color</li> <li>• Forma</li> <li>• Presencia a defectos</li> </ul>	Razón
Porcentaje de descarte de ajíes	Proporción de ajíes que no cumplen los estándares de calidad y son rechazados.	Se calculará en base al número de ajíes rechazados sobre el total producido.	Única	Proporción de ajíes rechazados	Razón
Rentabilidad del invernadero	Relación entre los ingresos generados por la venta de ajíes y los costos de producción en el invernadero.	Se calculará comparando los ingresos por ventas versus los costos totales de operación del invernadero en un periodo determinado.	Ingresos Costos	Monto total de ingresos por venta de ajíes  Monto de costos de insumos, mano de obra y de operación	Razón

*Tabla 1: Variables*

## Capítulo 2: Marco Teórico

## 2.1 Antecedentes

Hernández (2010) presentó su artículo: “Simulación del crecimiento y desarrollo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero”. Este trabajo tiene el objetivo de contribuir a la predicción del crecimiento y desarrollo del pimiento mediante el uso de la simulación, considerando las condiciones de producción particulares de Querétaro, México, durante el periodo 2008-2009. Se aborda la implementación en pimiento de un modelo de crecimiento y desarrollo creado originalmente para el cultivo de jitomate. El modelo utilizado es el TOMGRO (TOMato GROwth model) simplificado, el cual predice el crecimiento potencial del cultivo, tomando en cuenta la radiación solar que incide en fotosíntesis (PAR), temperatura y cantidad de dióxido de carbono en el sitio experimental.

Romero (2017) presentó su artículo: “Manejo técnico de accesiones de ají (*Capsicum* spp) en el Centro de Innovación e Investigación de Villa Carmen, Municipio de Yotala”. Su objetivo general fue sistematizar el manejo agronómico de las accesiones de ají con tecnologías de producción en Villa Carmen, Municipio de Yotala. En la metodología se plantea la poda de regeneración en el ají como una alternativa para la renovación de nuevos tallos y alargar el ciclo productivo, incrementando los rendimientos en el cultivo. El trasplante se hizo en los surcos libres de las 18 accesiones que se encuentran en evaluación de rebrotes.

Urrieta Velázquez (2021) presentó su artículo: “Propuesta metodológica para calendarizar el riego en invernadero rústico usando un índice de estrés térmico”. El objetivo de dicho estudio fue evaluar un indicador con base en estrés térmico para calendarizar el riego diario para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en invernadero. Se estimó un índice de estrés térmico (IET) a

partir de las diferencias entre la temperatura óptima para la fotosíntesis del tomate y la temperatura del aire y del follaje. Esta metodología permite estimar un calendario de riego y simplificar su manejo. El uso del minievaporímetro tipo B permitió estimar la lámina de riego diaria a partir de la temperatura del aire y del cultivo, para identificar el estrés térmico y con ello inferir el momento del riego durante el día.

Galeote-Cid (2021) presentó su artículo: "Comportamiento del chile Huacle (*Capsicum annum* L.) con aplicación de compost y *Azospirillum* sp. en invernadero". La presente investigación se realizó con el propósito de conocer el comportamiento de los genotipos de chile Huacle negro, rojo y amarillo (chiles locales de Cuicatlán, Oaxaca, utilizados para elaborar el mole negro), así como evaluar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero con dos sistemas de producción: orgánico e inorgánico, con aplicación y no aplicación de rizobacterias *Azospirillum* sp.

## 2.2 Definición de términos básicos

Ají cubanela: Es una variedad de pimiento dulce suave de la especie *Capsicum annuum*. Cuando no está maduro, tiene un color verde amarillento claro, pero se vuelve rojo brillante si se le permite madurar.

Calidad: Es el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. En términos generales, se refiere a la superioridad o excelencia de algo.

Estandarización: Es el proceso de desarrollar y aplicar reglas y normas que aseguren que los productos, servicios y procesos sean consistentes y uniformes. Esto facilita la interoperabilidad y mejora la calidad.

Control de procesos: Es la práctica de monitorear y ajustar los procesos para asegurar que operen dentro de los límites establecidos y produzcan productos de calidad constante.

Gestión de operaciones: Es la administración de prácticas que crean la mayor eficiencia posible dentro de una organización. Se centra en la gestión eficaz de recursos, procesos y personas para producir bienes y servicios de manera eficiente.

VARIABLES AMBIENTALES: Son factores del entorno físico, químico y biológico que pueden influir en los procesos y resultados, como la temperatura, humedad, luz solar, contaminantes y otros factores naturales.

Prácticas agrícolas: Son métodos y técnicas utilizadas en la agricultura para mejorar la producción y sostenibilidad, como la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes, el control de plagas y el riego.

Producto rechazado: Es un producto que no cumple con los estándares de calidad establecidos y, por lo tanto, no puede ser vendido o utilizado.

Manual de calidad: Es un documento que describe el sistema de gestión de la calidad de una organización, incluyendo políticas, procedimientos y responsabilidades para asegurar la calidad de los productos o servicios.

Trazabilidad: Es la capacidad de rastrear el historial, la aplicación o la localización de un producto o actividad, desde la producción hasta el consumo. Es crucial para la gestión de calidad y seguridad.

Eficiencia agrícola: Es la relación entre la cantidad de producción agrícola obtenida y los recursos utilizados. Se refiere a la capacidad de maximizar la producción con la menor cantidad de recursos.

Rendimiento de cultivo: Es la cantidad de producto agrícola obtenida por unidad de área cultivada. Se mide típicamente en toneladas por hectárea.

Análisis de datos: Es el proceso de inspeccionar, limpiar y modelar datos con el objetivo de descubrir información útil, llegar a conclusiones y apoyar la toma de decisiones.



Machine learning: Es un subcampo de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender y hacer predicciones o decisiones basadas en datos.

Algoritmo de clasificación: Es un tipo de algoritmo de machine learning que se utiliza para categorizar o etiquetar datos en clases predefinidas. Se usa en tareas como el reconocimiento de imágenes, el análisis de sentimientos y la detección de fraudes.

## Capítulo 3: Marco Contextual

### 3.1 Localización geográfica de la empresa

Sus instalaciones se encuentran en Ingenio, Paraje Las Ardillas, Monseñor Nouel. Dirección: VJMV+X8, Ingenio 42000.



Ilustración 1: Localización de Invernaderos Mapa

#### 3.1.1 Características geográficas

Las instalaciones se encuentran en Ingenio, Paraje Las Ardillas, en la provincia de Monseñor Nouel. El clima en la región es tropical o subtropical, lo que lo hace ideal para la siembra de ajíes. Cuenta con buena accesibilidad debido a su cercanía a la autopista Duarte, y la proximidad a centros urbanos como Ingenio garantiza la disponibilidad de mano de obra y facilita la logística.

### 3.1.2 Geología

La región se caracteriza por su terreno montañoso, siendo parte de la Cordillera Central y bordeada por la Sierra de Yamasá al este. Esta área tiene una geología rica en minerales, con explotación significativa de ferroníquel y oro, además de mármol y otros minerales no metálicos.

### 3.1.3 Hidrografía

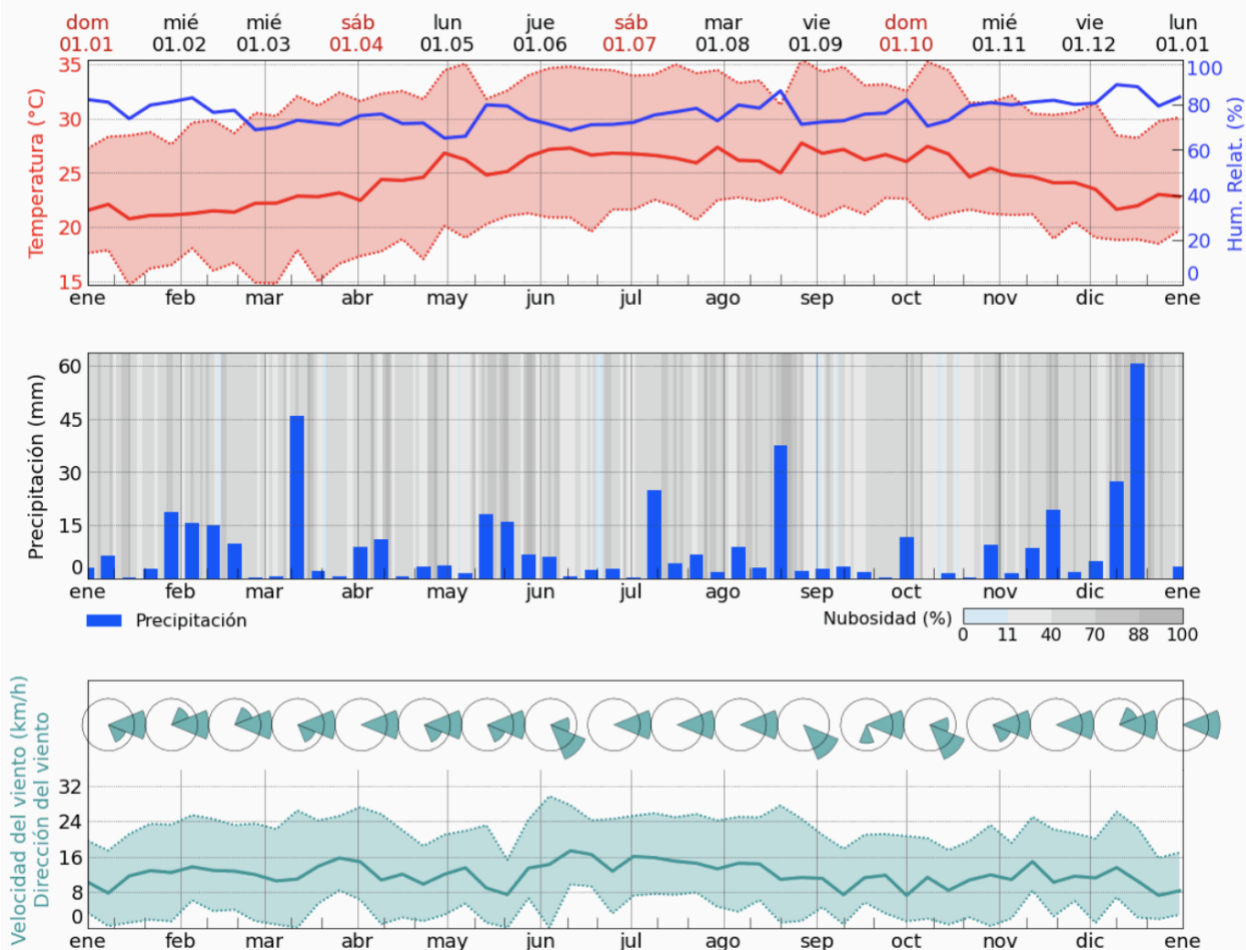
El río más cercano a las instalaciones es el río Yuboa, el cual se encuentra a unos pocos kilómetros de las mismas. Este río nace de uno de los principales afluentes del país, el río Yuna.

### 3.1.4 Clima

El clima en Monseñor Nouel es tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25.6°C y precipitaciones anuales alrededor de 2,167 mm. Este clima favorece una vegetación exuberante y diversas actividades agrícolas.

18.94°N, 70.41°W (177 m snm)

Modelo: NEMSGLOBAL, 2023-01-01 / 2024-01-01 (366 días)



*Ilustración 2: Histórico de temperatura de la región (meteoblue)*

### 3.1.5 Actividades económicas del área

Las principales actividades económicas en la provincia son la agricultura, la ganadería y la minería. Los cultivos predominantes incluyen arroz, café y cacao. La ganadería vacuna lechera también es significativa.

La proximidad a centros urbanos como Ingenio garantiza la disponibilidad de mano de obra y facilita la logística.

### 3.2 Visión

"Nos vemos como líderes en el cultivo y distribución de ajíes de la más alta calidad en la región. Buscamos ser reconocidos por nuestra excelencia agrícola, nuestro compromiso con la sostenibilidad y nuestra contribución al desarrollo económico y social de nuestra comunidad."

### 3.3 Valores

Calidad

Integridad

Sostenibilidad

Compromiso

### 3.4 Descripción de los productos y/o servicios

La empresa se dedica a la producción y comercialización de productos agrícolas. Entre estos productos se encuentran el cacao, plátano Cavendish, plátano FHIA 20 y ajíes cubanela. En este proyecto, nos estaremos enfocando en la producción de ajíes cubanela.

### 3.5 Descripción de los procesos

Las semillas se siembran en bandejas de germinación, donde se controlan cuidadosamente la temperatura y la humedad para lograr una germinación uniforme. Cuando las plantas alcanzan el tamaño deseado, se trasplantan a los lechos de cultivo dentro de los invernaderos. Se realiza un

espaciado entre plantas para permitir un buen crecimiento y facilitar la circulación de aire y la aplicación de tratamientos. Luego se realizan labores de mantenimiento como riego, poda y fertilización, y se monitorean regularmente las condiciones ambientales dentro del invernadero. Ya cuando los ajíes se maduran, se lleva a cabo la cosecha. Estos se cortan con cuidado y se recolectan en contenedores (huacales). Después de la cosecha, los ajíes se clasifican según su tamaño, forma y coloración y son llevados al área de despacho.

### 3.6 Capacidad de producción

Capacidad productiva anual estimada (por nave/ anual): 176,370 libras de ajíes

Total de naves: 12

Naves activas: 8

Capacidad máxima: 3,174,660 libras

Capacidad actual: 1,940,070 libras

### 3.7 Área donde se encuentra el problema

Área de producción/calidad

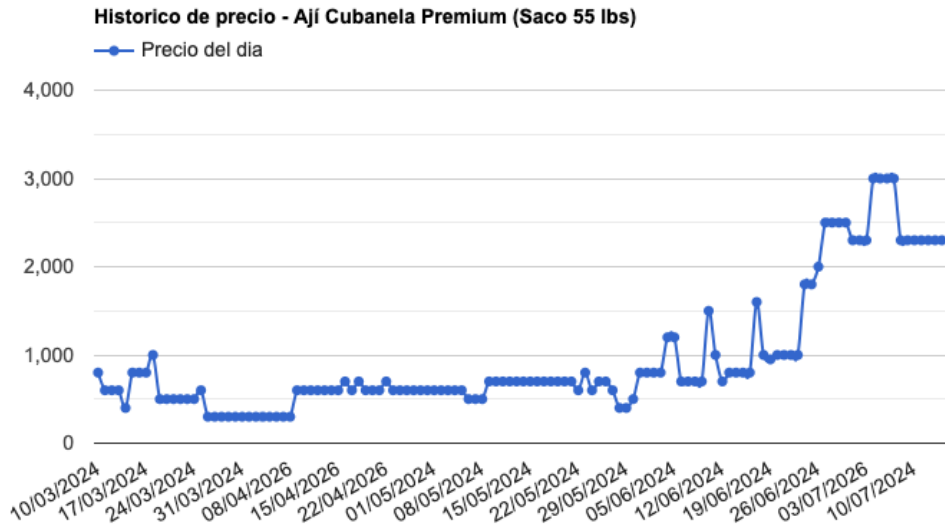


Gráfico 1: Histórico de precio Ají Cubanela Premium (Servicio Agropecuario Nacional)

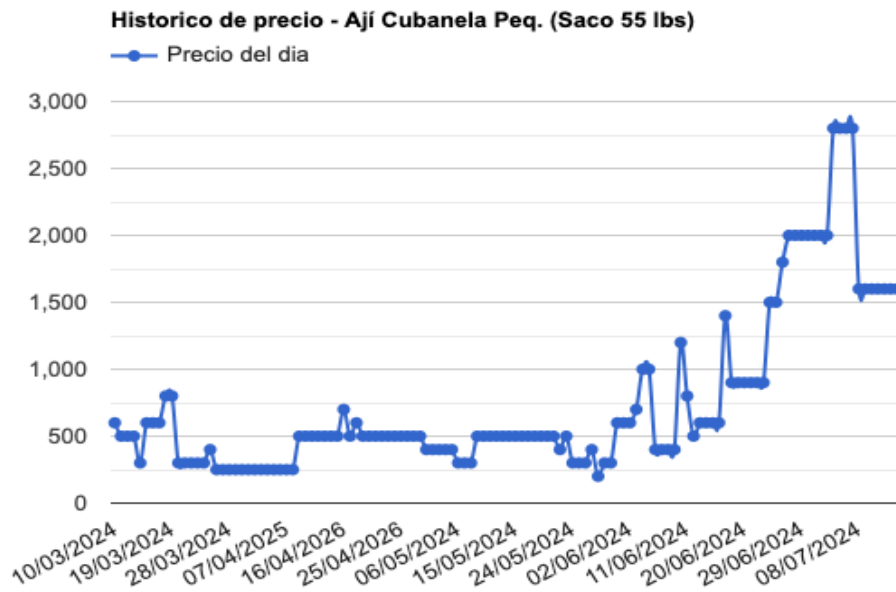


Gráfico 2: Histórico de precio Ají Cubanela Pequeño (Servicio Agropecuario Nacional)



### 3.8 Características de recursos humanos

Los trabajadores deben poseer conocimientos en técnicas de cultivo de ajíes en invernaderos, incluyendo el manejo de la siembra, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, así como la cosecha y post-cosecha. Se valora la experiencia previa trabajando en invernaderos, ya que requiere habilidades específicas para controlar el clima, mantener la estructura y garantizar un ambiente adecuado para el crecimiento de los cultivos.

### 3.9 Normas, Leyes y/o regulaciones que impactan

#### Ley 358-05: Seguridad Alimentaria

Objetivo: Garantizar la seguridad alimentaria regulando la producción, distribución y comercialización de alimentos.

#### Ley 166-12: SIDOCAL

Objetivo: Crear y regular el Sistema Dominicano para la Calidad (SIDOCAL) para asegurar la calidad en productos y servicios.

#### Ley 64-00: Medio Ambiente y Recursos Naturales

Objetivo: Proteger, conservar y gestionar el medio ambiente y los recursos naturales de manera sostenible.

Ley No. 6186: Fomento Agrícola

Objetivo: Promover el uso integral y acelerado de los recursos agrícolas para mejorar la producción y el nivel de vida.

Ley No. 532: Desarrollo del Sector Agrícola y Ganadero

Objetivo: Fomentar inversiones privadas y mejorar el manejo de fincas agrícolas y ganaderas.

Ley No. 409: Fomento e Incentivo de Empresas Agroindustriales

Objetivo: Incentivar y proteger empresas agroindustriales mediante incentivos fiscales y estímulos financieros.

Ley No. 251-12: SINIAF

Objetivo: Crear el Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (SINIAF) para mejorar la investigación y desarrollo en el sector.

## Capítulo 4: Marco Metodológico

#### 4.1 Diseño metodológico

Esta investigación se hará de manera proyectiva, lo que implica la formulación de propuestas de posibles soluciones a los problemas identificados. Cabe destacar que este tipo de investigación no se considera una investigación aplicada debido a que no se lleva a cabo la ejecución del plan propuesto.

#### 4.2 Tipos de Investigación

Investigación documental (teórica): Se realizará una investigación de la literatura existente relacionada al campo de los procesos productivos agrícolas y la comercialización de dichos productos. Esto incluirá la recopilación de datos de fuentes como libros, revistas científicas y recursos electrónicos.

Investigación de campo (práctica): Se llevará a cabo un estudio de campo para recolectar datos directamente de las instalaciones donde ocurre el problema. Para esto se realizarán entrevistas, encuestas y observaciones en los invernaderos.

Enfoque cuantitativo: Los métodos cuantitativos se utilizarán para recopilar y analizar datos numéricos relacionados con la producción y calidad del producto. Esto incluirá encuestas y análisis estadístico para la obtención de información.

Enfoque cualitativo: Se emplearán métodos cualitativos para identificar las experiencias y opiniones de las personas involucradas tanto en el proceso productivo como en el proceso de comercialización.

#### 4.3 Metodología

La metodología de este proyecto de investigación consta de una combinación de métodos de investigación documental y de campo. Para interpretar los datos levantados se utilizarán técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo, y de esta manera responder a las preguntas de investigación planteadas previamente.

#### 4.4 Fuentes y Técnicas

Para la investigación se utilizarán fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias serán los datos recopilados directamente de los invernaderos, y las fuentes secundarias serán las informaciones provenientes de investigaciones previas y otros estudios.

#### 4.5 Población y muestra

La población objetivo estará compuesta por 6 empleados, entre ellos el ingeniero agrónomo encargado de las instalaciones, 2 supervisores y 3 empleados de diferentes áreas.

#### 4.6 Nivel de investigación

Según su naturaleza o profundidad, el nivel de una investigación se refiere al grado de conocimiento que posee el investigador en relación al problema, hecho o fenómeno a estudiar. Dada esta definición, podemos decir que nuestro conocimiento es lo suficientemente capacitado para abordar este problema ya que este se enfoca en el área de calidad. La calidad es esencial para cualquier proyecto debido a que es necesario abordar de manera eficiente los requisitos establecidos para que el cliente esté satisfecho. Claramente existe una relación con lo mencionado anteriormente, ya que los ajíes rechazados indican que no hay un control de calidad adecuado, lo que puede llevar a que el negocio pierda ingresos y que esto afecte la imagen de la empresa.

#### 4.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento y análisis de datos

Encuestas y cuestionarios: Esto nos puede ayudar a clarificar qué características poseen los productos deseados por el consumidor y facilitar la fase de clasificación a partir de la información obtenida.

Observación directa: A través de esta podemos observar el cultivo, teniendo en cuenta los problemas y el método utilizado.

Entrevistas semiestructuradas: Estas entrevistas se realizarán a expertos agrícolas sobre la producción, los desafíos y oportunidades en relación con el cultivo de ajíes.

Para la organización y recolección de datos, podemos usar hojas de cálculo para organizar y almacenar los datos recopilados de manera estructurada y accesible.

#### 4.8 Herramientas a utilizarse

Diagrama de Ishikawa: También conocido como diagrama de espina de pescado o de causa y efecto, es una herramienta que se utiliza para identificar, explorar y representar gráficamente todas las posibles causas de un problema en particular. Se organiza en varias ramas que representan diferentes categorías de causas potenciales.

Diagrama de flujo: Es una representación gráfica de un proceso, mostrando los pasos y decisiones secuenciales a través de símbolos estandarizados. Los diagramas de flujo se utilizan para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos complejos de manera clara y comprensible.

5 ¿Por qué?: Es una técnica de análisis de causa raíz utilizada para identificar la causa principal de un problema haciendo la pregunta “¿por qué?” repetidamente, generalmente cinco veces. Esta metodología ayuda a profundizar en la raíz de un problema, yendo más allá de sus síntomas inmediatos.

FODA: El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) es una herramienta de planificación estratégica utilizada para evaluar estos cuatro elementos de una organización, proyecto o situación. Facilita la identificación de factores internos y externos que afectan el logro de los objetivos.

Encuesta: Es un método de recolección de datos en el que se utiliza un cuestionario para obtener información de un grupo específico de personas. Las encuestas pueden ser realizadas de diversas maneras, incluyendo entrevistas, por teléfono, por correo o en línea.

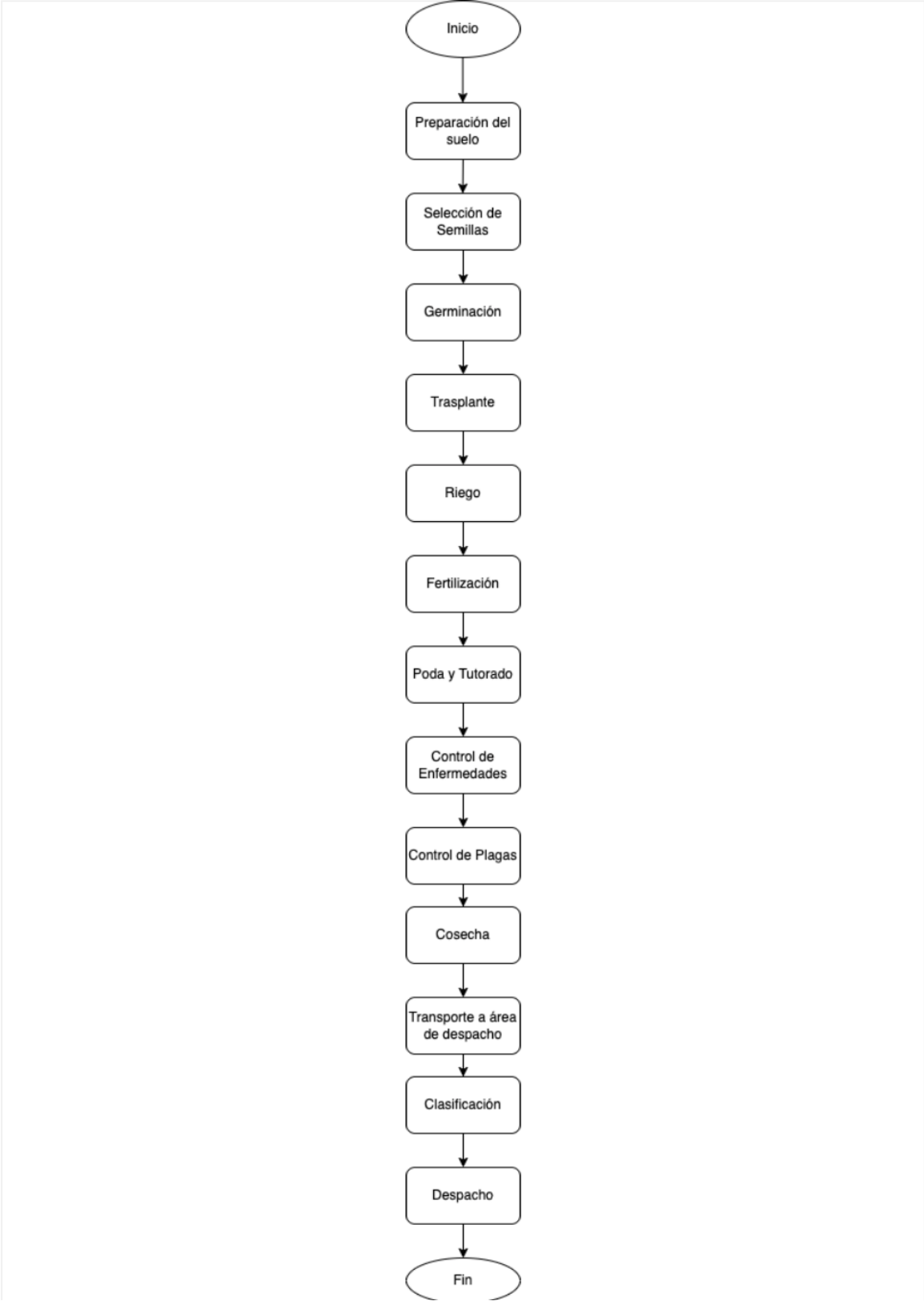


## Capítulo 5: Situación Actual

## 5.1 Descripción del proceso productivo

Una plantación toma 60 días para cosecharse. De las 12 naves sembradas, hay 8 que están activas y listas para cortarse. Cabe destacar que una misma siembra o plantación puede ser cortada múltiples veces luego del primer corte, y estas pueden durar hasta 5 meses cosechándose en diferentes días de corte. El proceso consiste en cortar los ajíes que se encuentran en la parte inferior de las plantas para así permitir que los demás sigan creciendo.

El invernadero cuenta con 44,000 metros de nave o tierra productiva, en donde a las plantas se les suministra el agua por goteo. Previo a esto, se germinan las semillas y luego se plantan en una mezcla de tierra, paja de arroz quemada y abono. Luego de pasados los 60 días, se realiza el primer corte en el cual se toman los ajíes y se trasladan a un área donde se clasifica el producto. Luego se colocan en canastos, se pesan y se despachan. Es importante señalar que el producto no se almacena en los invernaderos; en el proceso actual, el producto es enviado directamente a los clientes luego de ser cosechado. Otro dato importante es que los contenedores tienen un peso establecido de 25 libras al momento de ser empacados, para así llevar un conteo de la cantidad de producto que se cosecha.



*Diagrama 1: Diagrama de flujo de proceso*

Preparación de suelo: En esta etapa se limpia el terreno para eliminar cualquier tipo de malezas, piedras o residuos de cultivos anteriores. Posteriormente, se ara y rastra el suelo para facilitar la siembra de semillas.

Germinación: En esta fase se seleccionan las semillas que tienen las mejores características. Se siembran en semilleros (bandejas) bajo condiciones de humedad y temperatura controladas.

Trasplante: Cuando las plantas alcanzan el tamaño de 10-15 cm de altura y la aparición de al menos 4 hojas verdaderas, se seleccionan y se trasplantan en hileras con un espaciamiento de 40 centímetros entre plantas en la misma hilera, y de 100 centímetros entre hileras.

Riego: El sistema establecido en los invernaderos es el riego por goteo, el cual consiste en suministrar agua directamente a las raíces de las plantas de manera lenta y constante a través de los emisores.

Fertilización: Al inicio de la plantación se utilizan pajas de arroz quemadas junto con la tierra, las cuales tienen un efecto de abono en las plantas. A medida que estas van creciendo, se les aplica fertilizante de algas marinas dependiendo de sus necesidades.

Poda y Tutorado: En esta etapa se eliminan las ramas y hojas innecesarias para que la planta pueda oxigenarse y tener mayor exposición al sol. También se colocan tutores, que pueden ser tanto varas como hilos, cuya función es soportar las plantas para evitar que se doblen o se rompan a medida que se desarrollan los frutos.

Control de enfermedades: Consiste en el monitoreo regular de las plantas para detectar signos de enfermedades. La práctica más común es buscar decoloraciones en las hojas y una especie de polvillo blanco en las hojas (mildiu), causado por la aparición de hongos en las plantas.

Control de plagas: En esta etapa se realizan inspecciones a las plantas y, en caso de que haya indicio de plagas, se utilizan lombrices o pesticidas para combatirlas.

Cosecha: Esta se realiza cuando los ajíes alcanzan el tamaño y la coloración deseada, usualmente a los 70 días de sembrados.

Transporte al área de despacho: Los ajíes son colocados en canastos después de ser cortados y posteriormente son llevados al área de clasificación/despacho.

Clasificación y pesado: Un equipo de 3 personas se encarga de seleccionar los productos que son considerados ajíes selectos, de segunda y rechazos maduros. En esta misma área se pesan los contenedores, que al llenarse deben pesar 25 libras para facilitar el conteo y llevar un registro de lo producido por nave.

Despacho: Por último, los contenedores son trasladados hasta el destinatario final.



*Ilustración 3: Nave lista para cosecha*

## 5.2 Información relevante

Tamaño y forma: En el mercado local, se considera que el producto “premium” o “selecto” tenga una longitud de 12 a 15 centímetros y una cierta curvatura, siempre y cuando sea consistente y uniforme. Los ajíes clasificados como de segunda tienen una longitud de 6 a 10 centímetros y suelen tener una curvatura más prolongada.

Coloración: En ambos, el mercado local e internacional, la preferencia en cuanto a la coloración es que el producto tenga un verde vibrante para los ajíes selectos. Los ajíes de segunda tienden a tornarse a un verde amarillento, lo que indica cierta maduración. Por último, están los ajíes maduros, los cuales se caracterizan por ser mayormente amarillos tornándose rojos.

Grado de madurez ideal: Se prefiere que el producto se mantenga firme al tacto, lo que indica que está fresco y garantiza que tenga la vida útil esperada y sea menos propenso a maltratarse durante las operaciones de transporte.

Preferencia de cáscara: Se prefiere que la cáscara sea delgada, ya que facilita el consumo en fresco, se cocina más rápido, mejora la textura de los platos y tiene una apariencia estética más atractiva.

Vida útil esperada: Los mercados locales esperan que sus productos selectos tengan una vida útil de al menos una semana después de la llegada del producto a sus estanterías. Los ajíes de segunda o maduros típicamente tienen una vida útil reducida, de 4 a 6 días después de ser colocados en sus estantes, debido al proceso de maduración.

Imperfecciones no aceptadas: Estas características son indicadores de que existe o existió algún tipo de enfermedad que afectó al producto durante el proceso de cultivo. También puede significar que el tratamiento no es óptimo y que el producto podría afectar la salud del consumidor. Las imperfecciones no aceptadas incluyen:

- Manchas

- Golpes
- Deformaciones
- Decoloración
- Pudrición o signos de enfermedad
- Perforaciones o daños por insectos

Características adicionales: Se espera que el brillo del producto sea natural, y por ende queda prohibido el uso de ceras u otras sustancias para mejorar la apariencia del producto.

Categoría	Producto Selecto	De Segunda	Rechazo / Maduro
Tamaño y Forma	Longitud de 12 a 15 cm, curvatura uniforme	Longitud de 6 a 10 cm, curvatura prolongada	Longitud variable, forma irregular
Coloración	Verde vibrante	Verde amarillento	Amarillo tornándose rojo
Grado de Madurez Ideal	Firme al tácto	Menos firme, indica mayor maduración	Menos firme, mayor madurez
Preferencia de Cáscara	Delgada	Delgada	Delgada
Vida Útil Esperada	Al menos una semana	4 a 6 días	2 a 3 días

*Tabla 1: Características de los productos*



### 5.3 Resultados de la encuesta

¿Qué factores cree que más contribuyen a que los ajíes sean clasificados como rechazo?

6 responses

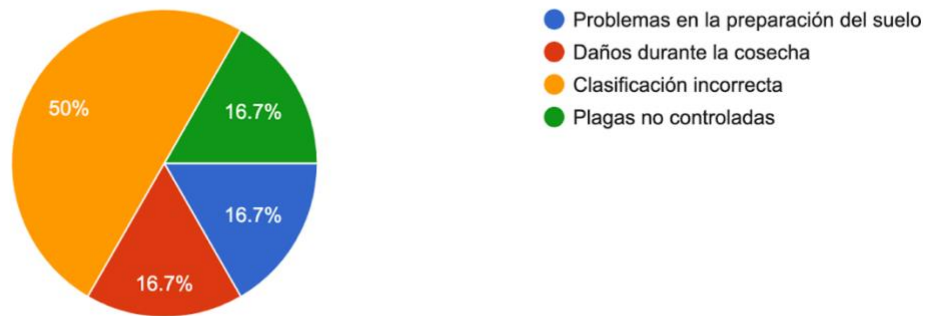


Grafico 3: resultados, “¿Qué factores cree que más contribuyen a que los ajíes sean clasificados como rechazo?”

¿Cree que los criterios de clasificación actuales son claros y efectivos?

6 responses

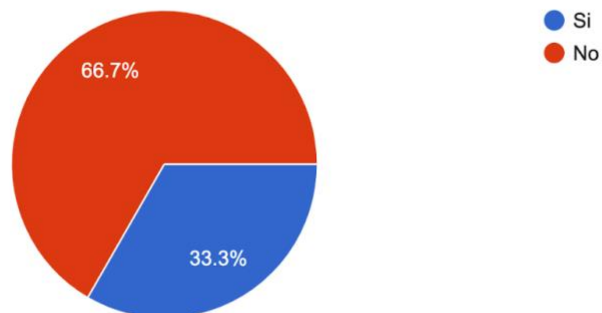
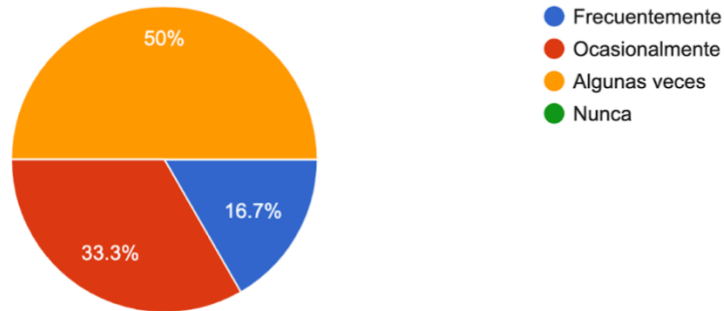


Grafico 4: resultados, “¿Cree que los criterios de clasificación actuales son claros y efectivos?”

¿Con qué frecuencia observa ajíes que no cumplen con los estándares de calidad en su área de trabajo?

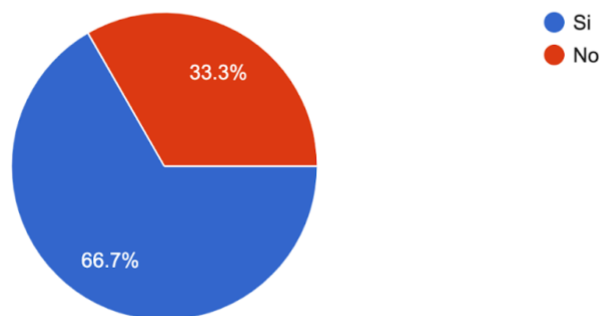
6 responses



*Grafico 5: resultados, “¿Con qué frecuencia observa ajíes que no cumplen con los estándares de calidad en su área de trabajo?”*

¿Cree que el equipo de clasificación está bien capacitado para identificar ajíes de calidad rechazado?

6 responses



*Grafico 6: resultados, “¿Cree que el equipo de clasificación está bien capacitado para identificar ajíes de calidad rechazada?”*

¿Dispone de suficiente tiempo para realizar una clasificación adecuada de los ajíes?

6 responses

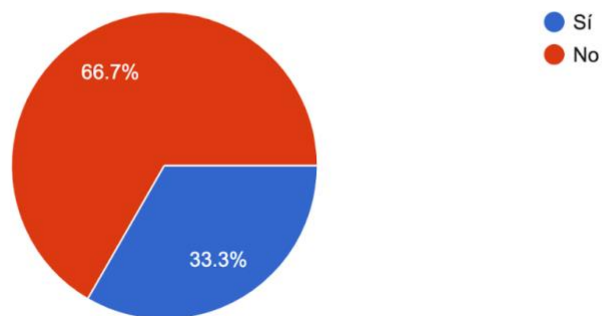


Grafico 7: resultados, “¿Dispone de suficiente tiempo para realizar una clasificación adecuada de los ajíes?”

Como se lleva el registro de materias primas que se utilizan en el invernadero

6 responses

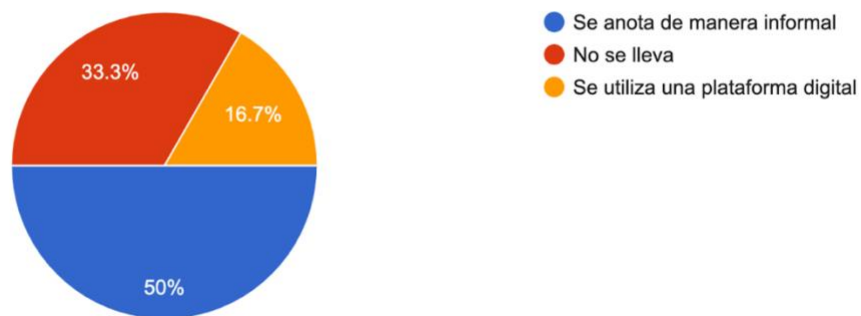
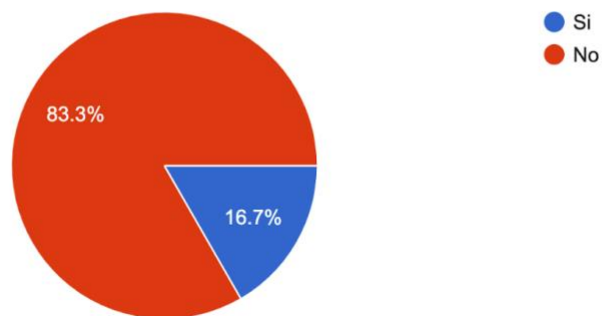


Grafico 8: resultados, “¿Cómo se lleva el registro de materias primas que se utilizan en el invernadero?”

¿Existe documentación clara y accesible sobre los procedimientos de su área de trabajo?

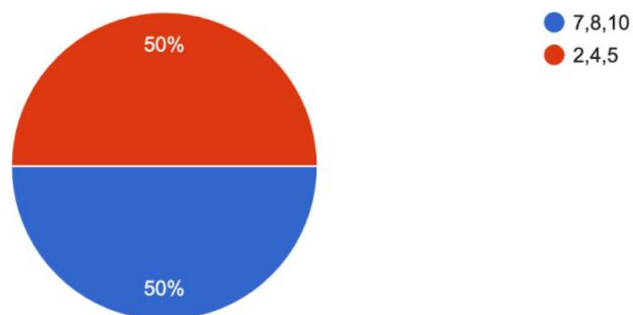
6 responses



*Grafico 9: resultados, “¿Existe documentación clara y accesible sobre los procedimientos de su área de trabajo?”*

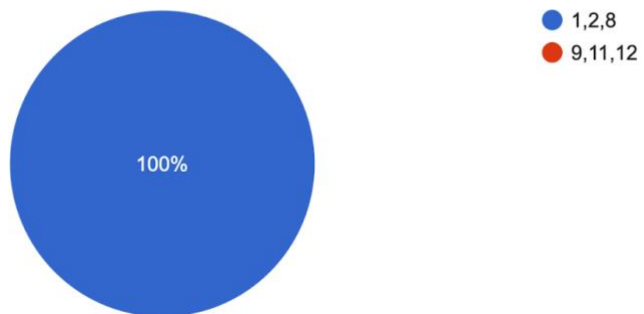
¿Cuales son las naves mas productivas?

6 responses



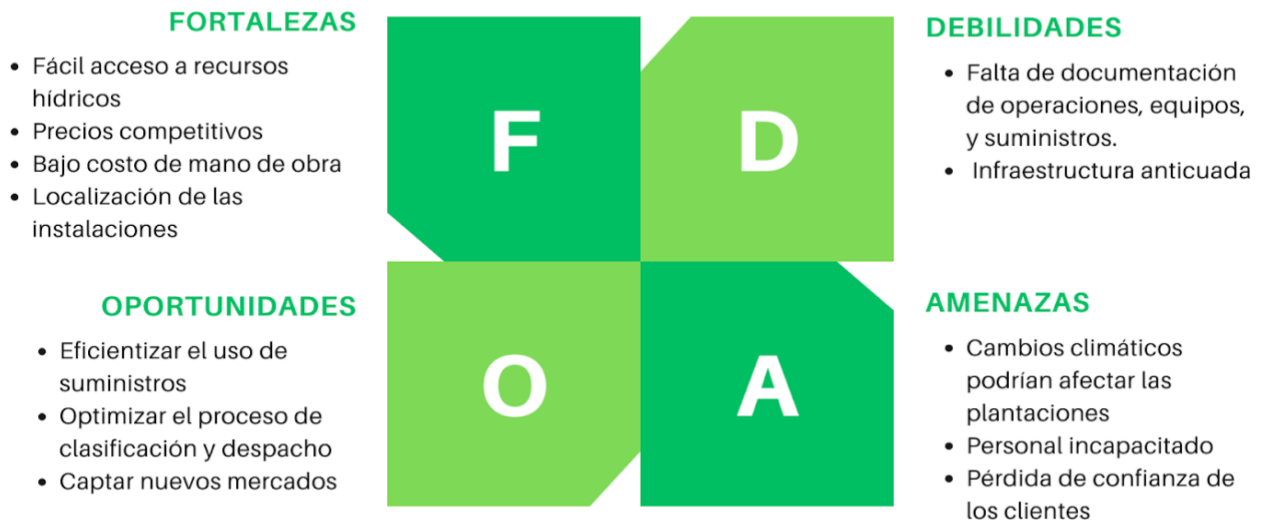
*Grafico 10: resultados, “¿Cuales son las naves más productivas?”*

¿Cuales son las menos productivas?  
6 responses



*Grafico 11: resultados, “¿Cuales son las menos productivas?”*

## 5.4 FODA



*Grafico 12: Análisis FODA*

## 5.5 Diagrama de Ishikawa

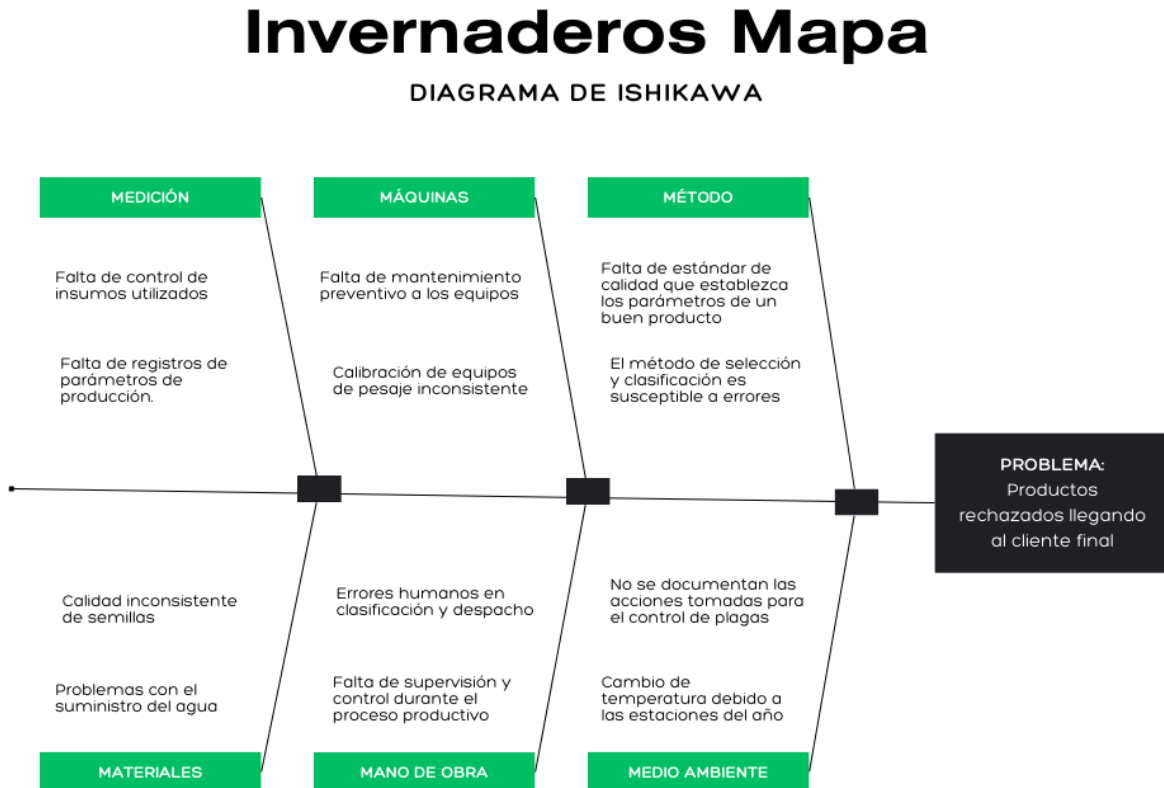


Diagrama 2: Diagrama de Ishikawa

## 5.6 5 ¿Por qué?

	<b>Nivel del problema</b>	<b>Nivel correspondiente de la solución</b>
<b><i>¿Por qué?</i></b>	Deficiencia en la etapa de clasificación y despacho	Creación de herramienta auxiliar para la etapa de clasificación
<b><i>¿Por qué?</i></b>	No existe documentación sobre los procedimientos	Creación de manual de políticas y procedimientos
<b><i>¿Por qué?</i></b>	No se registran las actividades realizadas	Crear registros detallados de control y seguimiento
<b><i>¿Por qué?</i></b>	No hay un recurso que indique las características de calidad exigidas por el cliente	Establecer parámetros de calidad de los productos
<b><i>¿Por qué?</i></b>	No hay un sistema de retroalimentación de calidad	Creación de un canal que permita la comunicación entre el cliente y el proveedor (encuesta de satisfacción o formulario de quejas y sugerencias)

*Tabla 2: ¿5 Por qué?*



## 5.7 Registro de corte actual

En cada día de corte se lleva una anotación de la cantidad total de producto cosechado y luego se realiza un apartado en el cual se enumera el tipo de ají que se cosechó en ese día, digase la cantidad de ají selecto, de segunda, y de rechazos.

Fecha	Primera	Segunda	Rechazo	Total
21/05/2024	1,900	975	1,000	3,875
02/04/2024	3,200	2,100	1,100	6,400
31/03/2024	N/A	1,050	125	1,175
04/06/2024	2,225	500	610	3,335
28/06/2024	1,200	750	925	2,875

## 5.8 Análisis de Ventas

*Fecha: 21/05/2024*

- **Producción ají selecto:** 1,900 libras
- **Unidades no compradas (23%):** 437 libras
- **Precio del día ají selecto:** RD\$ 700 (55 lbs)
- **Precio del día ají de segunda:** RD\$ 500 (55 lbs)
- **Venta potencial de las unidades no compradas:** RD\$ 5,562
- **Venta real:** RD\$ 3,973

*Fecha: 02/04/2024*

- **Producción ají selecto:** 3,200 libras
- **Unidades no compradas (27%):** 864 libras
- **Precio del día ají selecto:** RD\$ 300 (55 lbs)
- **Precio del día ají de segunda:** RD\$ 250 (55 lbs)
- **Venta potencial de las unidades no compradas:** RD\$ 4,713
- **Venta real:** RD\$ 3,927

*Fecha: 04/06/2024*

- **Producción ají selecto:** 2,225 libras
- **Unidades no compradas (20%):** 445 libras
- **Precio del día ají selecto:** RD\$ 1200 (55 lbs)
- **Precio del día ají de segunda:** RD\$ 1000 (55 lbs)
- **Venta potencial de las unidades no compradas:** RD\$ 9,709
- **Venta real:** RD\$ 8,091

Fecha: 28/06/2024

- **Producción ají selecto:** 1,200 libras
- **Unidades no compradas (25%):** 300 libras
- **Precio del día ají selecto:** RD\$ 2500 (55 lbs)
- **Precio del día ají de segunda:** RD\$ 2000 (55 lbs)
- **Venta potencial de las unidades no compradas:** RD\$ 13,636
- **Venta real:** RD\$ 10,909

#### 5.9 Clasificación de productos



*Ilustración 4: Ají de primera (Selecto)*



*Ilustración 5: Aji de segunda*



*Ilustración 6: Aji maduro (rechazo)*

## Capítulo 6: Situación Propuesta

## 6.1 Oportunidad #1: Creación de una herramienta auxiliar para el proceso de clasificación

El reto principal que enfrenta Invernaderos Mapa es que a sus clientes finales les está llegando producto no conforme a sus estándares o expectativas, lo que indica que existe cierta deficiencia en dicha área. Nuestra propuesta de solución a dicho problema consta de la creación de una aplicación que utilice herramientas de machine learning para detectar qué ají cumple con los requerimientos establecidos como ají selecto, de segunda o rechazo, respectivamente.

Para esto se utilizarán múltiples imágenes de las diferentes clasificaciones de ajíes existentes para abastecer al programa. Esta sería la etapa de recolección y etiquetado de las imágenes. Luego se preparará el conjunto de datos, organizando los diferentes directorios para cada tipo de ají y preprocesando las imágenes. Posteriormente, se entrenará el modelo de redes neuronales convolucionales y se creará la aplicación, inicialmente con una cámara web, utilizando la herramienta OpenCV, la cual cargará el modelo y mostrará los resultados en tiempo real.

Se considera que esta herramienta será de mucho provecho para la empresa, ya que agregará más rigurosidad a la etapa de clasificación en el proceso productivo. Esta herramienta no busca desplazar a los colaboradores que actualmente laboran en dicha área, sino que servirá para disminuir el error humano en las instalaciones. El propósito es crear una especie de verificación de dos pasos en el área de clasificación, con miras a eficientizar el proceso.

## 6.2 Oportunidad #2: Creación de un manual de políticas y procedimientos

La creación de este manual será de gran provecho para estandarizar las actividades dentro del invernadero. El objetivo de este es minimizar la variabilidad del producto final, a través de la documentación del procedimiento correcto que conllevan las diferentes actividades dentro del proceso productivo. Al definir y documentar procedimientos claros y detallados para cada etapa del proceso, desde la preparación del suelo hasta el despacho, se pueden identificar y mitigar los factores que contribuyen a la producción de ajíes defectuosos. Esto no solo reduce la posibilidad de que los colaboradores cometan errores, sino que también ayuda a reducir los costos asociados a la producción de productos no conformes.

Otro beneficio asociado a la creación de este manual es la utilidad que tendrá para la capacitación y desarrollo del personal. Este servirá como una guía o referencia constante para los empleados, asegurando así que se sigan las mejores prácticas dentro de las instalaciones.

Finalmente, el manual establece pautas claras y fáciles de entender para que todos los integrantes del equipo tengan claro qué se espera de ellos y cómo deben proceder, promoviendo una atmósfera colaborativa en el lugar de trabajo. Esta situación simplifica la solución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas en un conocimiento compartido sobre el funcionamiento del invernadero.



### 6.3 Oportunidad #3: Creación de registros para las distintas actividades que conlleva el proceso productivo

Esta herramienta servirá como complemento al manual, ya que consistirá en la documentación de las tareas que se realizan a lo largo del proceso productivo, llevando un control de los suministros utilizados en las diferentes etapas del proceso productivo. Esta actividad permite un control y seguimiento de todas las operaciones dentro del invernadero, desde la preparación del suelo hasta la cosecha y despacho. Esto es sumamente importante para tener constancia de que lo planteado en el manual se lleve a cabo de manera regular.

Otro beneficio que trae consigo la creación de registros es su utilidad para la toma de decisiones a lo largo del tiempo. Por ejemplo, una práctica que realiza el ingeniero agrónomo en el invernadero consiste en duplicar la cantidad de lombrices y/o pesticidas en los meses de junio a septiembre debido a la aparición de pulgones (Aphidoidea), que son insectos que se alimentan de la savia de las plantas. Si llevara un registro histórico, se podría tener una proyección más precisa de la cantidad de pesticidas que realmente es necesaria, y por ende el proceso tanto de compra como de uso de pesticidas sería más eficiente.

En conclusión, la implementación de esta herramienta no solo facilitará el cumplimiento de las directrices establecidas en el manual, sino que también optimizará la gestión de recursos y la toma de decisiones en el invernadero.

## Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

## 7.1 Conclusiones

El objetivo del presente proyecto de grado fue la optimización y estandarización de los procesos productivos de ajíes cubanela en las instalaciones de la empresa Invernaderos Mapa. El diagnóstico del problema fue relativamente sencillo, ya que una de las mayores problemáticas del sector agrícola es el aumento en la tasa de productos rechazados. Sin embargo, el levantamiento de información acerca de los procesos presentó un reto debido a las fallas e incongruencias en los documentos existentes. Durante el transcurso de la investigación y levantamiento, se sugirieron soluciones viables basándonos en los resultados obtenidos, alineándose con los objetivos establecidos para este proyecto. Todas las propuestas están fundamentadas en herramientas de ingeniería, como los diferentes tipos de diagramas y técnicas de estudio. De esta manera, se concluyó que las soluciones consideradas son las que más se ajustan a la resolución del problema identificado.

Para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto, se sugirió:

**Manual de Políticas y Procedimientos:**

Se planteó la creación de un manual de políticas y procedimientos que genere un valor importante tanto para el proceso como para su estandarización. Se elaboraría un manual que contenga instrucciones claras sobre cómo clasificar y manejar los productos, con el objetivo de asegurar que todos los empleados sigan las mismas pautas y procedimientos. Esto sería fundamental para mantener la coherencia y garantizar la calidad del producto.

**Herramienta de Clasificación:**

Se sugirió la idea de desarrollar una herramienta de clasificación mediante el uso del aprendizaje automático. Esta tecnología podría tener un impacto notable en la precisión al clasificar los ajés, minimizando el margen de error humano y garantizando que solo los productos que cumplan con las normas de calidad sean entregados a los clientes. Al implementar esta herramienta, se lograría una automatización y agilización del proceso de clasificación, lo que resultaría en un aumento de la eficiencia operativa.

#### Registros de Actividades:

Se propuso implementar registros minuciosos de las actividades productivas a fin de simplificar el control y monitoreo de todos los procesos. La implementación de estos registros en el invernadero posibilitaría una administración más efectiva de los recursos y una toma de decisiones mejorada. Esto se debe a que brindarían información precisa sobre cada fase del proceso productivo.

#### Control de Calidad:

Se planteó la idea de mejorar los parámetros de control de calidad mediante el establecimiento de criterios precisos para evaluar los ajés, con el objetivo principal de garantizar que se cumplan las expectativas y estándares demandados por los clientes. Se propone desarrollar métricas específicas para evaluar la calidad del producto, así como implementar procesos regulares de verificación para asegurar que todos los ajés enviados a los clientes cumplan con los requisitos establecidos.

En resumen, al implementar estas recomendaciones se puede mejorar de manera significativa la calidad y eficiencia en el proceso de producción de ajíes en el invernadero. Esto garantizará que los productos cumplan con las expectativas de los clientes y que se mantenga la competitividad en el mercado.

## 7.2 Recomendaciones

# Prototipo

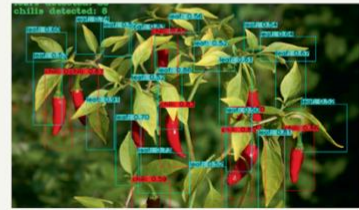
## STORYBOARD DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO



El producto es trasladado del invernadero al area de clasificación.



Se le presenta el producto a la camara.



Esta identifica que tipo de ají se le está presentando, de primera, segunda, o rechazo/maduro.



Se empaican los ajíes que cumplen con los parametros establecidos. (Primera)



Se empaican los de segunda. (cumplen con la coloración pero no con el tamaño)



Se empaican los rechazos, los cuales no cumplen con los requerimientos.

*Ilustración 7: Storyboard del funcionamiento de la herramienta de clasificación*

Manual de políticas y procedimientos		
Área responsable: Gerencia	Fecha de emisión: 20/06/2023	Última revisión: 20/06/2024

### 1. Introducción

Invernaderos Mapa se dedica a la producción de ajíes de alta calidad. Este manual describe las políticas y procedimientos diseñados para garantizar una producción eficiente y cumplir con los estándares de calidad.

### 2. Objetivo

Proporcionar una guía clara y coherente para todas las operaciones de Invernaderos Mapa, asegurando que todos los empleados sigan procedimientos estandarizados.

### 3. Alcance

Este manual cubre todas las áreas de producción de ajíes desde la preparación del suelo hasta el despacho final del producto.

### 4. Definiciones

- Política de Calidad: Compromiso con la producción de ajíes de alta calidad mediante controles rigurosos.
- Política de Seguridad: Implementación de medidas necesarias para proporcionar un ambiente de trabajo seguro.
- Política Ambiental: Compromiso con la minimización del impacto ambiental mediante prácticas sostenibles.

### 5. Áreas y Departamentos Involucrados

- Dirección General
- Gerencia de Producción
- Supervisión de Invernadero
- Jefatura de Calidad
- Trabajadores del Invernadero

*Ilustración 8: Manual de políticas y procedimientos*

<b>Manual de políticas y procedimientos</b>		
Área responsable: Gerencia	Fecha de emisión: 20/06/2023	Última revisión: 20/06/2024

## 6. Roles y Responsabilidades

<b>Posición</b>	<b>Responsabilidades</b>
Director General	Supervisión general y toma de decisiones
Gerente de Producción	Coordinación de las operaciones de producción
Supervisor de Invernadero	Gestión diaria del invernadero
Jefe de Calidad	Aseguramiento de la calidad del producto
Trabajadores del Invernadero	Ejecución de las tareas diarias de producción

## 7. Lineamientos Generales

### Política de Calidad

Invernaderos MAPA se compromete a producir ajíes de la más alta calidad. Se implementarán controles rigurosos en todas las etapas del proceso para asegurar que todos los productos cumplan con los estándares especificados.

### Política de Seguridad

La seguridad de nuestros empleados es una prioridad. Se implementarán todas las medidas necesarias para proporcionar un ambiente de trabajo seguro.

### Política Ambiental

Nos comprometemos a minimizar el impacto ambiental de nuestras operaciones mediante prácticas sostenibles y el uso responsable de recursos.

*Ilustración 9 : Manual de políticas y procedimientos*



Manual de políticas y procedimientos		
Área responsable: Gerencia	Fecha de emisión: 20/06/2023	Última revisión: 20/06/2024

## 8. Descripción de Política y Procedimiento

### Procedimientos Operacionales

#### Preparación de Suelo

- **Objetivo:** Asegurar que el suelo esté en condiciones óptimas para la siembra de ajíes.
- **Método:**
  - **Labranza:** Remover la capa superior del suelo para airearlo y preparar la cama de siembra. Utilizar maquinaria adecuada para asegurar una labranza uniforme.
  - **Aplicación de Fertilizantes Orgánicos:** Aplicar paja de arroz quemada bien descompuesta para mejorar la estructura del suelo. Realizar esta tarea al menos un mes antes de la siembra.
  
- **Responsable:** Equipo de preparación de suelo.

#### Germinación

- **Objetivo:** Garantizar una germinación uniforme y saludable.
- **Método:**
  - **Selección de Semillas:** Utilizar semillas libres de enfermedades. Almacenar las semillas en un lugar fresco y seco hasta su uso.
  - **Siembra en Bandejas de Germinación:** Llenar las bandejas con sustrato adecuado. Colocar una semilla por celda y cubrir ligeramente con sustrato.
  - **Control de Condiciones Ambientales:** Mantener una temperatura constante entre 25-30°C. Asegurar una humedad relativa del 70-80%. Proveer luz adecuada durante 12-14 horas al día.
- **Responsable:** Equipo de germinación.

#### Trasplante

- **Objetivo:** Asegurar el traslado exitoso de plantas al invernadero.
- **Método:**
  - **Selección de Plántulas:** Escoger plantas con 4-6 hojas verdaderas y un sistema radicular bien desarrollado.

*Ilustración 10: Manual de políticas y procedimientos*

Manual de políticas y procedimientos		
Área responsable: Gerencia	Fecha de emisión: 20/06/2023	Última revisión: 20/06/2024

- Preparación del Invernadero: Asegurar que el suelo esté bien preparado y libre de malezas. Regar el suelo antes del trasplante.
- Técnicas de Trasplante: Realizar el trasplante en horas de la tarde para reducir el estrés hídrico. Plantar las plántulas a la misma profundidad que estaban en las bandejas.
- Responsable: Equipo de trasplante.

#### Riego

- Objetivo: Proveer el agua necesaria para el crecimiento óptimo de los ajíes.
- Método:
  - Instalación del Sistema de Riego: Utilizar riego por goteo para asegurar una distribución uniforme del agua.
  - Monitoreo de Humedad: Revisar la humedad del suelo regularmente utilizando tensiómetros.
  - Programación de Riegos: Ajustar la frecuencia y duración del riego según las necesidades del cultivo y las condiciones climáticas.
- Responsable: Equipo de riego.

#### Fertilización

- Objetivo: Proveer los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.
- Método:
  - Plan de Fertilización: Desarrollar un plan de fertilización basado en el análisis del suelo.
  - Aplicación de Fertilizantes: Utilizar fertilizantes solubles en agua y aplicarlos a través del sistema de riego por goteo. Realizar aplicaciones foliares cuando sea necesario.
- Responsable: Equipo de fertilización.

#### Manejo de Calidad

Describir los controles de calidad en cada etapa del proceso para asegurar que se cumplan los estándares establecidos. Realizar inspecciones regulares y mantener registros detallados de los resultados.

#### Seguridad y Salud Ocupacional

*Ilustración 11: Manual de políticas y procedimientos*

Manual de políticas y procedimientos		
Área responsable: Gerencia	Fecha de emisión: 20/06/2023	Última revisión: 20/06/2024

- **Objetivo:** Garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los empleados.
- **Método:**
  - **Evaluaciones de Riesgos:** Realizar evaluaciones periódicas para identificar y mitigar riesgos potenciales.
  - **Capacitación de Empleados:** Proporcionar formación continua en prácticas de seguridad y salud.
  - **Equipos de Protección Personal (EPP):** Asegurar que todos los empleados utilicen el EPP adecuado para cada tarea.

#### Medio Ambiente

- **Objetivo:** Minimizar el impacto ambiental de nuestras operaciones.
- **Método:**
  - **Gestión de Residuos:** Implementar un programa de reciclaje y manejo de residuos.
  - **Uso Sostenible de Recursos:** Promover el uso eficiente del agua y la energía.
  - **Prácticas Ecológicas:** Utilizar productos y prácticas que reduzcan el impacto ambiental.

#### Documentación y Registros

- **Objetivo:** Mantener registros precisos y actualizados de todas las actividades y procesos.
- **Método:**
  - **Sistemas de Registro:** Utilizar sistemas digitales para almacenar y gestionar la información.
  - **Mantenimiento de Registros:** Asegurar que todos los registros se mantengan completos y accesibles para auditorías.

#### Revisiones y Auditorías

- **Objetivo:** Evaluar y mejorar continuamente los procesos y procedimientos.
- **Método:**
  - **Auditorías Internas:** Realizar auditorías internas periódicas para evaluar el cumplimiento de los procedimientos.
  - **Auditorías Externas:** Invitar a auditores externos para obtener una evaluación objetiva.
  - **Revisión de Procedimientos:** Actualizar y mejorar los procedimientos basados en los resultados de las auditorías.

*Ilustración 12: Manual de políticas y procedimientos*

Actividad	Detalle	Información
Preparación del Suelo	Fecha de arado y nivelación del terreno	
	Fertilizante orgánico utilizado (kg)	
Germinación	Fecha de siembra	
	Temperatura registrada (°C)	
	Humedad registrada (%)	
	Tipo de sustrato utilizado	
	Cantidad de semillas sembradas	
Trasplante	Cantidad de plántulas germinadas	
	Fecha del trasplante	
Riego y Fertilización	Cantidad de plantas trasplantadas	
	Fecha de riego	
	Cantidad de agua aplicada (litros)	
	Tipo de fertilizante utilizado	
Poda y Tutorado	Cantidad de fertilizante aplicado (kg)	
	Fecha de poda	
	Tipo de poda realizada	
Control de Enfermedades	Fecha de tutorado	
	Fecha de detección	
	Tipo de enfermedad/plaga	
Cosecha y Despacho	Tratamiento aplicado	
	Fecha de cosecha	
	Cantidad total cosechada (kg)	
	Cantidad de primera calidad (kg)	
	Cantidad de segunda calidad (kg)	
	Fecha de despacho	
	Destino del despacho	
Método de transporte		
	Condiciones de transporte (temperatura)	

*Ilustración 13: Checklist para registro de actividades*

## Bibliografía

### Plagas:

Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2009). *Entomology and pest management* (6a ed.). Pearson Prentice Hall.

### Problemas de suelo:

Rengel, Z. (2003). *Handbook of soil acidity*. Marcel Dekker.

### Problemas de riego:

Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147-159.

### Ventilación:

Sethi, V. P., & Sharma, S. K. (2008). Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy*, 82(9), 832-859.

### Calefacción:

Sethi, V. P., & Sharma, S. K. (2008). Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy*, 82(9), 832-859.

### Sistema de riego:

Burt, C. M., Mutziger, A. J., Howes, D. J., & Solomon, K. H. (2005). *Evaporation from irrigated agricultural land in California*. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University.

### Monitoreo:

Ehret, D. L., Hill, B. D., Helmer, T., & Edwards, D. R. (2011). Neural network modeling of greenhouse tomato yield, growth and water use from automated crop monitoring data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79(1), 82-89.

Control de calidad:

Luning, P. A., & Marcelis, W. J. (2009). Food quality management: Technological and managerial principles and practices. Wageningen Academic Publishers.

Fuentes de energía:

Vadiei, A., & Martin, V. (2012). Energy management in horticultural applications through the closed greenhouse concept, state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 5087-5100.

Planificación:

Jones, J. W., Hoogenboom, G., Porter, C. H., Boote, K. J., Batchelor, W. D., Hunt, L. A., ... & Ritchie, J. T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, 18(3-4), 235-265.

Trasplante:

Ecología Verde. (s.f.). Trasplantar una planta: cuándo y cómo hacerlo. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/trasplantar-una-planta>.

Mundo Huerto. (s.f.). Cómo trasplantar las plantas. Recuperado de <https://www.mundohuerto.com/trasplantar-plantas>.

Huertolia. (s.f.). El trasplante de plantas: ¿Por qué es necesario y cuál es su propósito?. Recuperado de <https://huertolia.com/trasplante-de-plantas>.

Vida Sustentable. (s.f.). Guía completa y sencilla para trasplantar una planta: paso a paso.

Recuperado de <https://www.vida-sustentable.com/trasplantar-una-planta>.

Variables ambientales:

Autor desconocido. (s.f.). Variables ambientales en la agricultura. Recuperado de <https://www.agrosostenible.com/variables>

5 ¿Por qué?:

Ohno, T. (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Productivity Press.

Machine learning:

Mitchell, T. M. (1997). Machine learning. McGraw Hill.

Gestión de operaciones:

Heizer, J., & Render, B. (2013). Principles of operations management. Pearson.

Encuesta:

Fowler, F. J. (2008). Survey research methods. Sage publications.

Estandarización:

ISO. (2015). ISO 9001:2015 Quality management systems. International Organization for Standardization.

FODA:

Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now?. Journal of Strategy and Management, 3(3), 215-251. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>

Diagrama de Ishikawa:

Ishikawa, K. (1986). Guide to quality control. Asian Productivity Organization.

Algoritmo de clasificación:

Domingos, P. (2012). A few useful things to know about machine learning. Communications of the ACM, 55(10), 78-87. <https://doi.org/10.1145/2347736.2347755>

Análisis de datos:

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. Big Data, 1(1), 51-59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>

Calidad:

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). Juran's Quality Handbook. McGraw-Hill Education.  
Control de procesos:

Montgomery, D. C. (2008). Introduction to statistical quality control. John Wiley & Sons.



## Referencias



*Ilustración 14: Plantación 1 semana después del proceso de germinación y trasplante*

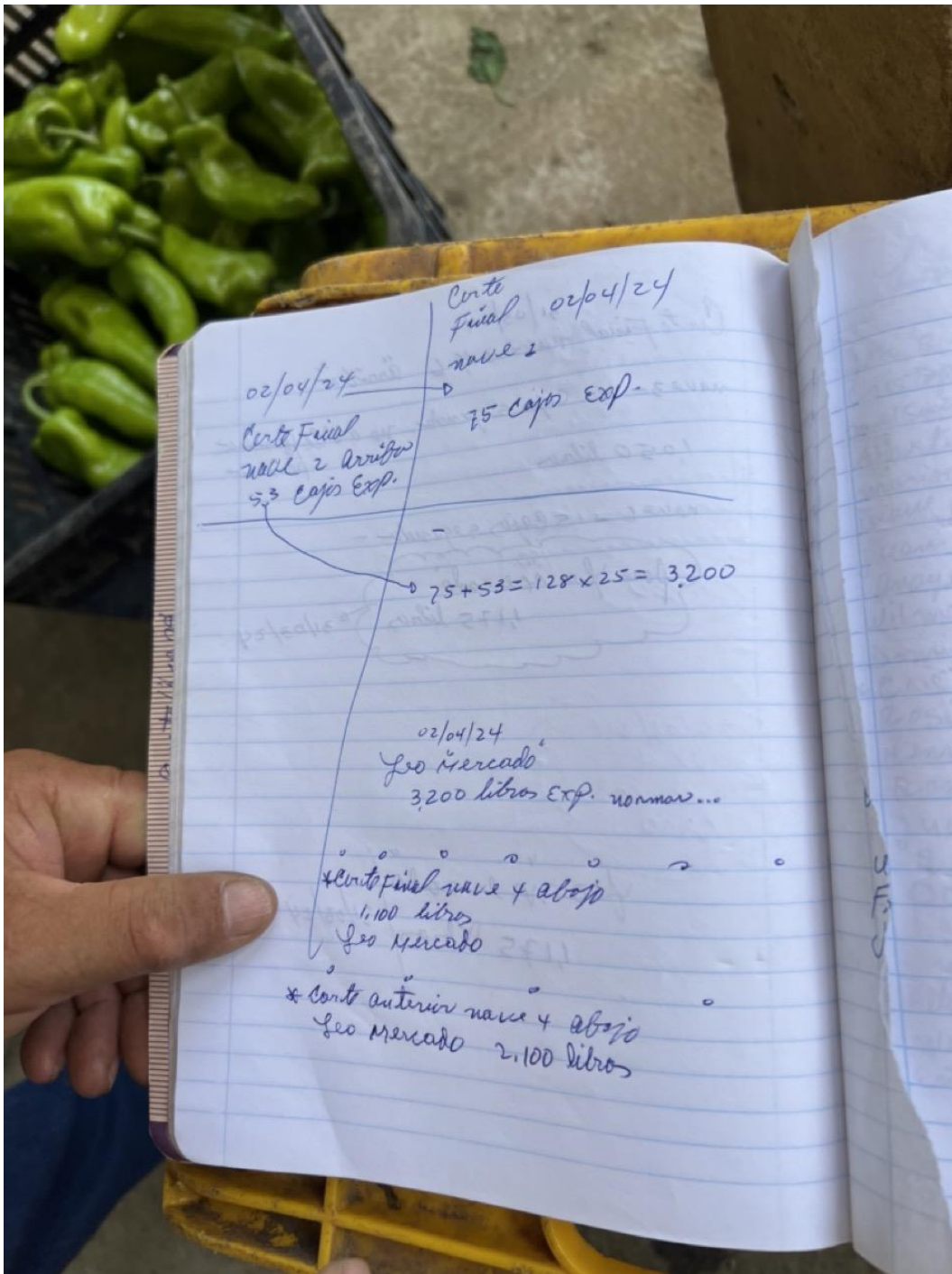


Ilustración 15: Informe de corte preliminar