

Propuesta de mejoramiento para el proceso de selección de tomate chonto en un cultivo
ubicado en el municipio de Gama, Cundinamarca.

Brayan David González Herrera

Proyecto de grado de la especialización en gerencia de operaciones

Dirección de Posgrados, Universidad ECCI

Miguel Ángel Urián Tinoco

Junio de 2022

Propuesta de mejoramiento para el proceso de selección de tomate chonto en un cultivo
ubicado en el municipio de Gama, Cundinamarca.

Autor:

Brayan David Gonzalez Herrera

Gerencia de operaciones

Miguel Ángel Urián Tinoco

Universidad ECCI

Bogotá D.C.

2022

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado primeramente a Dios y a todas las personas que intervinieron en mi proceso de crecimiento personal, además de todos aquellos que apoyaron el desarrollo de esta investigación, se espera que los conocimientos implicados sirvan para mejorar la calidad de vida de los trabajadores en el campo.

Introducción

La presente investigación se desarrolló como opción de grado para la especialización en Gerencia de operaciones de la universidad ECCI.

La automatización de los procesos es un avance importante que otorga celeridad y precisión en los procesos, mediante el uso de nuevas tecnologías. Las actividades dentro de un proceso pueden ser mucho más eficientes con la implementación de mecanismos automatizados, para el sector agrícola resulta ser un método muy beneficioso, sin embargo en las regiones agrícolas la gran mayoría de los agricultores no disponen de un capital que permita la implementación de este tipo de sistemas. La agricultura en Colombia es una actividad de la que dependen muchas familias como sustento diario, se desarrolla principalmente en las zonas rurales del país y gran parte de estos procesos se realizan de forma manual, debido a que el acceso a sistemas automatizados es muy reducido, por sus elevados costos y poco conocimiento en el tema.

El presente trabajo realiza un análisis productivo en un cultivo de tomate chonto, ubicado en el municipio de Ubalá, Cundinamarca, perteneciente a la familia herrera, se pretende proponer la automatización del proceso de selección, buscando aumentar la capacidad de producción y reducir los costos por concepto de mano de obra, además permite evidenciar los beneficios que se derivan de un sistema automatizado y su viabilidad de implementación. Se realizó un análisis interno como punto de partida, identificando la operatividad del proceso y se determinó cada una de las etapas que componen la cadena productiva, luego se establecieron las necesidades que debía integrar la máquina a implementar, para comparar tres alternativas propuestas que cumplieran con los requisitos previamente definidos, dando como resultado el procedimiento de implementación de un sistema automatizado, determinando las adecuaciones pertinentes, aspectos a tener en cuenta

para su desarrollo y un estudio financiero, que detalla los gastos asociados y retorno de inversión a un mediano plazo.

Palabras claves:

Tomate, proceso, cultivo, abono, fertilizante, irrigacion, selección, máquina, cosecha.

Abstract

This research was developed as a degree option for the specialization in Operations Management at ECCI University.

The automation of processes is an important advance that provides speed and precision in processes, through the use of new technologies. The activities within a process can be much more efficient with the implementation of automated mechanisms, for the agricultural sector it turns out to be a very beneficial method, however in the agricultural regions the vast majority of farmers do not have capital that allows the implementation of these types of systems. Agriculture in Colombia is an activity on which many families depend for daily sustenance, it is carried out mainly in rural areas of the country and a large part of these processes are carried out manually, due to the fact that access to automated systems is very limited. Due to its high costs and little knowledge on the subject.

The present work carries out an analysis of productive improvement in a small chonto tomato crop, in the municipality of Ubalá, Cundinamarca, belonging to the Herrera family, intends to propose the automation of the selection process, seeking to increase production capacity and reduce costs. Associated with labor, it also allows to show the benefits derived from an automated system and its possibility of implementation. An internal analysis was

carried out as a starting point, identifying the operability of the process and each of the stages that make up the production chain were determined, then the needs that the machine to be implemented should integrate were established, to compare three proposed alternatives that met the previously defined requirements, resulting in the implementation procedure of an automated system, determining the pertinent adaptations, aspects to be taken into account for its development and a financial study, which details the associated expenses and return on investment in the medium term.

Keywords:

Tomato, process, cultivation, manure, fertilizer, irrigation, selection, machine, harvest.

Tabla de contenido

1. Título de la investigación	13
2. Problema de investigación	13
2.1. Descripción del problema	13
2.2. Planteamiento del problema.....	14
2.3. Sistematización del problema	15
3. Objetivos de la investigación	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. Justificación y delimitación.....	15
4.1. Justificación de la investigación	16
4.2. Delimitación.....	17
4.3. Limitaciones.....	17
5. Marco conceptual	17
5.1. Estado del arte.....	17
5.1.1. Métodos de clasificación	17
5.1.2. Diseño de un sistema de clasificación para limón por tamaño y color.....	18
5.1.3. Diseño y simulación de una máquina clasificadora y cortadora de tomates de árbol	18
5.1.4. Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto Lycopersicum esculentum mil	19

5.1.5. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños	19
5.1.6. Diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color	20
5.1.7. Diseño y construcción de un prototipo de máquina selladora y clasificadora de huevos de gallina por peso en la empresa peruana Aviporc s.a.c.	21
5.1.8. Diseño, construcción y automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad	21
5.1.9. Diseño, construcción y simulación de una máquina clasificadora de frutos por su tamaño	22
5.1.10. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón – variedad de 80 cartones de 23 [kg/h] de capacidad	23
5.1.11. Diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón para los productores del sector de pataín perteneciente a la parroquia panzaleo de la provincia de cotopaxi	23
5.2. Marco teórico	24
5.2.1. Tomate Chonto	24
5.2.2. Características	26
5.2.3. Condiciones Climáticas	29
5.2.4. Variedades	29
5.2.5. Cultivo	30
5.2.6. Cosecha	31
5.2.7. Pos cosecha	33

5.2.8.	Nivelación de suelos	35
5.2.9.	Esponjamiento	36
5.2.10.	Tipo de terrenos	36
5.2.11.	Compactación	37
5.2.12.	Conductores en la cadena de la energía eléctrica	38
5.3.	Marco normativo.....	39
5.3.1.	Clasificación del tomate	39
	NTC 1103 - 1, 1995-08-23 Industrias alimentarias tomate de mesa.....	39
5.3.2.	Manipulación de alimentos.....	41
6.	Marco metodológico	43
6.1.	Recolección de la información.....	43
6.1.1.	Tipo de investigación.....	43
6.1.2.	Fuentes de obtención de la información	45
6.1.3.	Herramientas.....	45
6.1.4.	Metodología.....	46
6.1.5.	Información recopilada.....	47
6.2.	Análisis de la información	62
6.3.	Propuesta de solución	66
6.3.1.	Etapas de implementación	67
6.3.2.	Recursos necesarios	72
6.3.3.	Tiempo de ejecución.....	73
7.	Impactos esperados / regenerados	75

	10
7.1. Impactos alcanzados	75
7.1.1. Visualización del proceso	75
7.1.2. Estructuración del proceso.....	76
7.1.3. Metodología utilizada	76
7.1.4. Indicador de producción	76
7.1.5. Análisis de históricos.....	77
7.2. Impactos esperados	77
7.2.1. Productividad.....	77
7.2.2. Reducción de costos	79
7.2.3. Competitividad	79
7.3. Discusión.....	80
8. Análisis financiero.....	80
8.1.1. Costos de mano de obra.....	80
8.1.2. Gasto de servicios	81
8.2. Costo de implementación de la propuesta	81
8.3. Estimación de utilidad.....	83
8.3.1. Utilidad Actual	84
8.3.2. Utilidad post-implementación	85
8.4. ROI.....	87
8.4.1. Punto de equilibrio.....	87
9. Conclusiones y recomendaciones.....	88
9.1. Conclusiones	88

9.2. Recomendaciones	90
10. Bibliografía.....	90

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Taxonomía del tomate</i>	25
Figura 2 <i>Composición del tomate</i>	26
Figura 3 <i>Tallo del Tomate</i>	27
Figura 4 <i>Hoja del Tomate</i>	28
Figura 5 <i>Tomate</i>	29
Figura 6 <i>Tipo de Tomate Chonto</i>	30
Figura 7 <i>Grados de madurez del tomate fresco</i>	32
Figura 8 <i>Etapas Post-cosecha</i>	33
Figura 9 <i>Intervalos de tamaño del tomate</i>	35
Figura 10 <i>Coloraciones del tomate</i>	40
Figura 11 <i>Clasificación del tomate por tamaño</i>	41
Figura 12 <i>Tipos de Investigación.</i>	44
Figura 13 <i>Flujo de Proceso</i>	48
Figura 14 <i>Diagrama Analítico de Actividades</i>	49
Figura 15 <i>Tabla de Selección de tomate chonto</i>	50
Figura 16 <i>Canasta de almacenamiento</i>	51
Figura 17 <i>Criterios de clasificación</i>	53
Figura 18 <i>Método de cosecha</i>	54
Figura 19 <i>Grado de Maduración</i>	55
Figura 20 <i>Tipología</i>	56
Figura 21 <i>Tipo de Tomate más Vendido</i>	56

Figura 22 <i>Producción de tomate</i>	57
Figura 23 <i>Personal Requerido</i>	57
Figura 24 <i>Inversión</i>	58
Figura 25 <i>Aspectos de compra</i>	59
Figura 26 <i>Máquina Tambor Giratorio</i>	60
Figura 27 <i>Selectora por Rodillos</i>	61
Figura 28 <i>Selectora por Malla</i>	62
Figura 29 <i>Matriz QFD</i>	65
Figura 30 <i>Valoración de Alternativas</i>	66
Figura 31 <i>Máquina Propuesta de Solución</i>	67
Figura 32 <i>Locación Actual de Selección del Tomate</i>	69
Figura 33 <i>Nivelación de Suelos Geométrica o por Alturas</i>	70
Figura 34 <i>Máquina Placa Compactadora</i>	70
Figura 35 <i>Cable Multiconductor Centelsa</i>	71
Figura 36 <i>Diseño del Lugar de Instalación de la Máquina</i>	72
Figura 37 <i>Diagrama de Ejecución</i>	75
Figura 38 <i>Grafica de punto de equilibrio</i>	88
Tabla 1 <i>Datos de cosecha 2020 y 2021</i>	52
Tabla 2 <i>Recursos para la Implementación</i>	73
Tabla 3 <i>Costos por Concepto de Mano de Obra</i>	81
Tabla 4 <i>Gastos por Concepto de Servicios</i>	81
Tabla 5 <i>Relación Costos y Gastos de Implementación</i>	82
Tabla 6 <i>Precio de Venta del Tomate Chonto</i>	83
Tabla 7 <i>Participación del Tomate en la Producción</i>	83

Tabla 8 <i>Escenario financiero Actual / Propuesto</i>	84
Tabla 9 <i>Escenario financiero actual</i>	84
Tabla 10 <i>Costos de mano de obra con la implementación</i>	85
Tabla 11 <i>Gastos por Concepto de Servicios</i>	86
Tabla 12 <i>Escenario financiero de implementación</i>	86

1. Título de la investigación

Propuesta de mejoramiento para el proceso de selección de tomate chonto en un cultivo ubicado en el municipio de Gama, Cundinamarca.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

El cultivo de tomate chonto de la familia Herrera, ubicado de en la vereda de San Roque del municipio de Ubalá en la Región del Gavio, alberga aproximadamente 200 plantas de producción del fruto, tiene una producción aproximada de mensual de 1000 canastillas, el producto es distribuido a las grandes centrales de abastecimiento de la ciudad de Bogotá, la cosecha del alimento se da en los meses de septiembre y agosto dadas las condiciones ambientales con tendencia a época de verano, favorable para que se dé la etapa fructuosa, el cultivo demanda un terreno de 3000 metros cuadrados aproximadamente, en el que se ubican 2 invernaderos tipo capilla elaborados artesanalmente.

La familia dedicada a la agricultura como sustento diario, lleva aproximadamente 16 años empeñándose en el sector agropecuario, heredado de generaciones anteriores y

ejemplarizado a sus futuras descendencias; actualmente el cultivo del fruto se hace manualmente, realizan el alistamiento de la tierra con abono natural, se realizan surcos con ayuda de una azadón y pica, para plantar las semillas que son adquiridas por un proveedor oriundo del municipio, a lo largo de unas 2 semanas las semillas germinadas muestran acículas de la planta que dan inicio a un periodo de cuidado e irrigación, realizando riego diariamente, además de aplicar fertilizantes e insecticidas; pasadas 17 semanas, se avista la maduración del fruto, listo para ser recolectado.

La recolección del tomate actualmente se realiza de manera manual, con equipo e indumentaria como guantes de nylon, canecas plásticas para transportar el fruto hasta el punto de clasificación, en este punto se separa en 5 tipos, cherry el de tamaño más pequeño, seguido el de tercera clase, segunda clase, primera clase y por último el selecto siendo este el de mayor dimensión, hoy por hoy se realiza manualmente con ayuda de una tabla con agujeros de diámetro diferente para cada tipo, por el agujero que logre pasar el tomate por este mismo es catalogado, esta actividad se realiza uno a uno, lo que demanda mucho tiempo para la separación, y se ve reflejado en un tema excesivo de costos por mano de obra, además no se cumple con el manejo de alimentos debido a que se tiene tacto directo con el alimento, se busca reducir significativamente este tiempo de selección y de igual manera disminuir el contacto de las personas que intervienen en el proceso con la hortaliza.

2.2. Planteamiento del problema

Para el planteamiento del problema se propone la siguiente pregunta:

¿Cómo mejorar el proceso de selección del tomate chonto, en el cultivo ubicado en el municipio de Ubalá, Cundinamarca?

2.3. Sistematización del problema

¿Cómo se desarrolla actualmente el proceso de selección de tomate chonto?

¿Cuáles son las metodologías existentes para el proceso de selección de frutos?

¿Cuál es la metodología adecuada para la selección de tomate chonto, que garantice los menores costos y mayor productividad?

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora para el proceso de selección de tomate chonto, en el cultivo ubicado en el municipio de Ubalá, Cundinamarca.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer cómo se desarrolla actualmente el proceso de selección de tomate chonto
- Identificar las metodologías existentes para los procesos de selección de frutos
- Establecer la metodología adecuada para la selección de tomate chonto, que garantice los menores costos y mayor productividad

4. Justificación y delimitación

4.1. Justificación de la investigación

Según el DANE el cultivo de tomate ocupa el décimo lugar en los productos alimenticios más importantes de todo el mundo, y está en las 30 hortalizas más producidas en Colombia, teniendo en cuenta la demanda de la hortaliza muchas familias en el territorio nacional se dedican a la producción de tomate, en la mayoría de los casos la producción está dada de manera artesanal, director ejecutivo de International Society of Automation Sección Colombia (ISA) manifiesta que la agricultura es el campo más rezagado para la automatización de procesos, gran parte de los pequeños agricultores del país no tienen el acceso a estas nuevas tecnologías por factores económicos, sin embargo actualmente se dispone de distintos mecanismos financieros para adquirir estas mejoras, teniendo en cuenta los beneficios que trae la automatización de los procesos agrícolas hace rentable a futuro la inversión y retorno de la misma, el grupo de innovación de Bancolombia menciona algunos beneficio de automatizar los procesos como la adecuada manipulación higiénica de los alimentos, reducción de costos y aumentar la productividad, en este escenario una vista encaminada al progreso, se debería incentivar y facilitar el acceder a estos mecanismos.

Los costos que asume la familia Herrera actualmente se dan principalmente por mano de obra, debido al tiempo que demanda la selección manual del fruto, puesto que requiere mayor disposición del personal. La clasificación del tomate determina el valor por el cual se venderá, debido que se clasifica por su tamaño, es por esto tan importante realizar una clasificación lo más precisa, para evitar posibles pérdidas; llevar una clasificación manual no garantiza precisión, por esto una mejora en la metodología de selección buscando la reducción de tiempos, un aumento de la productividad, y disminución de la cantidad de personas que intervienen en el proceso, mejoraría notablemente la productividad.

4.2. Delimitación

El presente proyecto se realizará en el periodo del mes de febrero a junio de 2022, en la ciudad de Bogotá, sobre el cultivo de tomate de la familia Herrera Beltrán, ubicado en la vereda San Roque del municipio de Ubalá, Cundinamarca, tomando como datos de referencia de las cosechas de tomate chonto tomadas en la vigencia 2020 y 2021.

4.3. Limitaciones

El desarrollo del proyecto presenta limitación en la implementación del mismo, debido a que únicamente se cuenta con el aporte económico del proponente, además otra limitación significativa es la observación del proceso físicamente debido a la ubicación del cultivo.

5. Marco conceptual

5.1. Estado del arte

Esta etapa del estudio se enfocará en la investigación de métodos de clasificación que son utilizados actualmente para la selección de frutos, identificando ideas que sirvan como sustento del plan de mejora.

5.1.1. Métodos de clasificación

En la actualidad existen diversas formas de clasificar los alimentos, entre los más precisos encontramos sistemas computarizados que funcionan con sistemas visuales (fotoceldas) que clasifican los alimentos con alta precisión, haciendo este sistema muy eficiente, comúnmente es utilizado por las grandes productoras, por otro lado encontramos los agricultores de producción mediana que han acogido maquinaria que ayuda a la

clasificación del alimento y por último están los pequeños agricultores que optan por la manera más económica, la separación manual.

5.1.2. Diseño de un sistema de clasificación para limón por tamaño y color

En el año 2019 el ingeniero Andy Ramos - Ten, planteó como proyecto de tesis para la obtención del título de ingeniería mecánica de la Universidad de Piura, facultad de ingeniería, departamento de ingeniería mecanico-electrica, con el nombre “*Diseño de un sistema de clasificación para limón por tamaño y color*” en él se plantea el diseño de una máquina capaz de clasificar el limón por variables como tamaño y color, mediante un sistema de software visual, toma fotografías al producto uno a uno, para que sea procesado por un sistema computarizado que clasifica el fruto y transmite señales a procesadores que a su vez impulsa accionadores(motores) que separan el limón en diferentes clases. El proyecto mencionado proporciona una idea de diseño por sistema computarizado aplicable a la investigación, que podría proporcionar un sistema preciso de clasificación, sin embargo presenta limitaciones de costos debido al material tecnológico que implica su aplicación

5.1.3. Diseño y simulación de una máquina clasificadora y cortadora de tomates de árbol

En el año 2021 el estudiante Jorge Leonardo Cajamarca Urgiles, en su proyecto de grado del pregrado de ingeniería mecatrónica, desarrollo la investigación titulada “*Diseño y simulación de una máquina clasificadora y contadora de tomates de árbol*” donde expone la metodología para el diseño de una máquina mecatrónica que realiza el ejercicio de clasificar el tomate de árbol por sus dimensiones y además realice un conteo de las unidades seleccionadas, en el diseño se utilizaron sistemas mecatrónicas para lograr la automatización

del proceso, reduciendo el contacto con el producto, garantizando mejoras en producción (Cajamarca,2021). Este trabajo de investigación aporta al proyecto una alternativa de diseño de máquina selectora, que funciona a través del pesaje de la fruta, enseña los mecanismos mecánicos que fueron utilizados para el diseño, lo que brinda opción de adaptar ciertos mecanismos al proyecto.

5.1.4. Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto

Lycopersicum esculentum mil

En la vigencia de 2020, Carlos Muñoz y Hamilton Cazallas como trabajo de grado para obtener el título de ingeniero en automatización en la universidad de la Salle la investigación nombrada “*Diseño de una máquina para la clasificación de tomate chonto Lycopersicum esculentum mill*”, la investigación plantea el diseño y ejecución de una máquina capaz de clasificar tomate chonto en base al tamaño, mediante un sistema de rodillos alimentado por una fuente mecánica que giran en sentidos opuestos y por los cuales el alimento es transportado hasta descender en canaletas por las que puede pasar dependiendo su tamaño, además es implementado un sistema de identificación por colores en él se catalogan los tomates. Esta investigación permite identificar y evaluar un diseño dinámico de una máquina selectora que se adapta a las necesidades de la investigación, nos permite evidenciar mecanismos y estructuras que pueden ser adaptadas en el proyecto.

5.1.5. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños

En el año 2021, los estudiantes Mateo Gil García y José Nicolás Gonzalez Cristancho de la universidad Santo Tomás, desarrollaron como trabajo de grado para el título de Ingeniería Mecánica, la investigación titulada “*diseño y construcción de una máquina clasificadora de*

cebolla cabezona por tamaños” donde se realiza el estudio de la recolección y clasificación de la cebolla cabezona en un municipio de Boyacá, identificando las deficiencias en la producción agrícola y planteando como solución el diseño de una máquina capaz de clasificar la hortaliza por tamaño, luego de evaluar varias alternativas bajo criterios como costo, mantenimiento, complejidad de diseño, capacidad, entre otros, optaron por un sistema de rodillos separados que son movidos por una cadencia por donde pasa la cebolla y cae hacia una tolva que almacena el producto. (Gil, Gonzalez, 2021). Este proyecto permite obtener una idea de diseño de bajo costo, con una alta precisión y de tamaño medio, nos permite evidenciar un sistema movido por cadenas y rodillos que puede ser adaptado a nuestro diseño.

5.1.6. Diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color

En el año 2018 los autores Bustamante Wilmer y Vásquez Daniel, desarrollaron como trabajo de grado para Ingeniería mecánica electricista de la universidad Señor de Sipán en Perú, la investigación titulada “*diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color*”, dan a conocer el diseño de una máquina selectora electromecánica capaz de clasificar la cebolla por su tamaño y color, buscando mayor precisión, identificaron las dimensiones de la hortaliza, luego investigaron acerca de la variedad de colores que tenía para dar inicio al diseño de la máquina que funciona por medio de unos rodillos que transportan el alimento a sistema de limpieza para garantizar la calidad, luego es llevado hasta unas mallas galvanizadas con agujeros entre 4 cm y 8 cm de diámetro, por la cual el producto si es capaz de pasar por un agujero éste será catalogado por este mismo diámetro, luego es llevado a un panel de reconocimiento de imagen el cual cataloga el alimento por su coloración, de esta manera se excluye lo que no sirve o está dañado (Fustamante, Vazques,

2018). Esta investigación nos ayuda a comprender los sistemas de selección por malla con agujeros, identificando que es un mecanismo de bajo costo y alta precisión, pero que demanda un espacio considerable en el lugar de la instalación de la máquina.

5.1.7. Diseño y construcción de un prototipo de máquina selladora y clasificadora de huevos de gallina por peso en la empresa peruana Aviporc s.a.c.

En el año 2020, los estudiantes Ryan Leon, Andy Boy, Luciana Pelaez, Lucésita Tacanga de la universidad Privada del Norte, Perú, desarrollaron como el proyecto titulado *“Diseño y construcción de un prototipo de máquina selladora y clasificadora de huevos de gallina por peso en la empresa peruana Aviporc S.A.C.”*, donde exponen el diseño de una máquina capaz de clasificar huevos de gallina por su peso, además de sellarlos numéricamente durante el proceso, para una empresa del sector avícola; el sistema mecánico funciona a través de un software que identifica el peso del huevo por medio de una báscula y a su vez acciona motores para la selección. (Leon, Bpy, Pelaez, Tacanga, 2020). Este diseño de selectora nos permite identificar una forma sistematizada electrónicamente, y nos da una vista desde la parte de circuitos de como es el funcionamiento de ciertos sensores, cabe resaltar que la implementación de estos circuitos y software pueden ser de alto costo para su implementación.

5.1.8. Diseño, construcción y automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad

En el año 2015 el autor Diego Fernando Enrique Zurita, desarrollo como trabajo de tesis para la universidad Politécnica Salesiana la investigación titulada “diseño, construcción y

automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad”, en este proyecto se da a conocer el diseño de una máquina capaz de clasificar huevos de gallina por su peso y tamaño, con sistemas electromecánicos. La máquina consiste en un sistema rotatorio por el que es pesado cada huevo en un molde que va girando y dependiendo su peso el sistema lo transfiere a unas cajoneras para después ser almacenados en cubetas para huevos (Enrique, 2015). Este sistema permite evidenciar un diseño con sistema rotatorio que es accionado por un motor mecánico, además garantiza una exactitud al momento de realizar su operación

5.1.9. Diseño, construcción y simulación de una máquina clasificadora de frutos por su tamaño

En el año 2013 los estudiantes Angos Mediavilla Mario Fernando y Calvopina Enrique Héctor Alejandro, desarrollaron como tesis de grado para la universidad de Las Fuerzas Armadas, la investigación titulada “*diseño, construcción y simulación de una máquina clasificadora de frutos por su tamaño*” en el que se expone el diseño de un máquina selectora para cualquier tipo de fruta, dependiendo sus dimensiones, mediante un sistema de bandas transportadoras que llevan el alimento por unas canaletas con un diámetro de separación preestablecido para cada alimento, se estudiaron varias alternativas de máquina existentes pero este diseño fue elegido por característica como costo, mantenimiento, flujo de frutos, complejidad de la máquina, entre otros; siendo este diseño el de mejor costo beneficio (Angos, Calvopina, 2013). Esta investigación muestra un diseño de bajo costo con un sistema que no requiere mucho espacio, lo cual la hace óptima para implementar en un sistema productivo.

5.1.10. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón – variedad de 80 cartones de 23 [kg/h] de capacidad

En el año 2017 el estudiante Tene López Darwin Carlos y Villagrán Ayala José Luis de la universidad Superior Politécnica de Chimborazo, proponen como trabajo de grado de Ingeniería Mecánica, la investigación titulada “*diseño y construcción de una máquina clasificadora de tomate riñón – variedad de 80 cartones de 23 [kg/h] de capacidad*”, en el que da a conocer el diseño de una máquina selectora de tomate, después de realizar un estudio de las alternativas existentes opta por un diseño que funciona con una malla que es movida por un sistema de rodillos y cadenas el cual permite seleccionar el tomate por su diámetro, además previo a la selección es desarrollado un sistema de limpieza mediante escobillas que ayudan a mejorar la presentación del alimento, la máquina es alimentada por un sistema mecánico con motor, que es el encargado de mover los rodillos del sistema (Tene, Villgran, 2017). Este documento es de gran utilidad para el proyecto teniendo en cuenta el mecanismo utilizado para mover el sistema, además da una idea de calidad referente a la limpieza del alimento previa a su selección, que no es de mayor costo para su implementación o adecuación.

5.1.11. Diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón para los productores del sector de pataín perteneciente a la parroquia panzaleo de la provincia de cotopaxi

En el 2020 los estudiantes Espin Bautista Lenin Mauricio y Palomo Astudillo Henry David de la universidad Técnica de Cotopaxi, presentaron como propuesta la investigación titulada “*diseño y simulación de una máquina clasificadora de tomate de riñón para los productores del sector de pataín perteneciente a la parroquia panzaleo de la provincia de cotopaxi*” Donde exponen el diseño de una máquina capaz de clasificar el tomate de riñón

por su diámetro, el estudio presenta la estructuración de la máquina, los implementos utilizados y cálculos realizados para su proyecto (Espin, Palomo, 2020). El trabajo presenta una idea de diseño fiable en cuanto a precisión sin embargo al ser tan robusta se requiere de gran espacio para su implementación.

5.2. Marco teórico

En el desarrollo del proyecto es necesario tener un contexto teórico sobre el proceso de selección del cultivo de tomate chonto, como es el proceso de cultivo, cuáles son sus variedades, clases, entre otros.

5.2.1. Tomate Chonto

Es importante definir la naturaleza del tomate chonto, tiene como nombre científico *Solanum lycopersicum* Mill, “el tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo, debido al área sembrada, valor de la producción y nutricional, amplia distribución geográfica, elevado consumo, y sustento económico para pequeños y medianos productores. Esta hortaliza se ha establecido en todos los continentes del mundo. El área cosechada, de tomate, en el país durante el año 2014 alcanzó las 16.388“(FAOSTAT, 2014). “Teniendo en cuenta lo anterior contamos con un producto bastante importante y común en la canasta familiar. Es importante precisar el peso como variable de decisión es por esto que el autor Vallejo identificó lo siguiente, El tomate tipo “chonto”, es el cultivar de mayor producción y consumo en Colombia, se caracteriza por tener frutos bi o tri-loculares, peso promedio de fruto entre 80 y 180 g y formato de fruto ovalado. La totalidad de los cultivares nacionales poseen hábitos de crecimiento indeterminado” (Vallejo, 1999), otra característica importante de analizar será su coloración que va cambiando estacionalmente según su maduración, se observa una variación en el color al madurar, variando desde el verde (etapa inicial de

maduración) hasta el rojo (etapa final de maduración), pero en algunos casos se producen frutas de color rosa, anaranjado o amarillo; además del cambio de color, ocurren cambios en la composición química que le imparten el sabor y aroma característico. Por lo tanto, el fruto puede ser desprendido fácilmente del pedicelo al que está adherido. (Fornaris, 2007), revisada la anterior investigación se determinaron dos tonalidades determinísticas en su etapa de maduración que son la tonalidad verde y roja, otro aspecto a indagar es su taxonomía, para ello Darwin Tene y José Villagrán precisan lo siguiente:

Figura 1

Taxonomía del tomate

División	Magnoliophyta
Sub – división	Angiosperma
Clase	Magnoliopsida
Sub – clase	Metaclamideae
Orden	Solanales (Pernosatae)
Familia	Solanaceae
Sub - Familia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Genero	Lycopersicum
Especie	Esculentum
Nombre Científico	Lycopersicum esculentum Mill

Fuente: Villagrán. 2017

Es importante analizar la composición del tomate, por esto Darwin y José basados en un estudio desarrollaron la siguiente tabla.

Figura 2*Composición del tomate*

Componente	Peso fresco %
Materia seca	6.5
Carbohidratos totales	4.70
Grasas	0.15
N proteico	0.40
Azucares reductores	3.00
Sacarosa	0.10
Solidos solubles totales (° Brix)	4.50
Acido málico	0.10
Acido cítrico	0.20
Fibra	0.50
Vitamina C	0.02
Potasio	0.25

Fuente: Tene, Villagrán, 2017

Sus 3 componentes más importantes o más característicos son su materia seca, carbohidratos y solidos solubles.

5.2.2. Características

5.2.2.1. Tallo

El tallo del tomate tiene un diámetro de 2 a 4 cm de grosor, es mucho más ancho en la parte inferior y se reduce hacia la parte superior, a lo largo del tallo principal se desprenden tallos de segundo orden, donde surgen hojas y racimos florales (López, 2016)

Figura 3*Tallo del Tomate*

Fuente: (López, 2016)

5.2.2.2. Hoja

La hoja “presenta de siete a nueve foliolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y ceniciento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo (Monardes 2009). La posición de las hojas en el tallo puede ser semirrecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, peruvianum, pimpinellifolium o hirsutum (IPGRI 1996)” (López, 2016)

Figura 4*Hoja del Tomate*

Fuente: (López, 2016)

5.2.2.3. Fruto

El fruto de la planta tiene forma circular a ovalado o alargado dependiendo su variedad, su peso máximo redondea los 600g, durante su etapa de maduración presenta dos tonalidades, inicialmente tonalidad verde que va cambiando hasta tomar un tono rojo. Se compone por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (López, 2016)

Figura 5*Tomate**Fuente: López, 2016***5.2.3. Condiciones Climáticas****5.2.3.1. Clima**

Según Rodríguez el tomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas con la sola excepción de aquellos en que se producen heladas, puesto que resultan sensibles a este fenómeno. (RODRÍGUEZ, 1989), en Colombia debido a su clima tropical en ciertas zonas del país se adaptan al cultivo de este.

5.2.3.2. Temperatura

La temperatura es un factor importante en las funciones vitales de la planta, como son las transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo cada especie vegetal y en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima. (RODRÍGUEZ, 1989), los cultivos generalmente se realizan bajo invernaderos para llegar a las condiciones de temperatura necesarias además de cuidarlo de ciertos factores que representan un peligro

5.2.4. Variedades

En Colombia las variedades más comunes son, tomate para mesa, chonto y churri (Cámara de Comercio, CC, 2015), sin embargo existen otras variedades poco comunes pero que se encuentran en el país, relacionadas a continuación:

Figura 6

Tipo de Tomate Chonto

 <p>Figura 4. Tomate tipo milano. Fuente: CORPOICA, 2013.</p>	<p>Tomate tipo Milano</p> <p>Es una de las variedades más grandes; de forma achatada o semiachatada. El peso promedio del fruto oscila entre 200 y 400 g. Se utilizan principalmente en ensaladas, siendo consumidos maduros o verdes. Este tipo de tomate tiene un mayor valor comercial y mejor palatabilidad. Comercialmente se presenta con el cáliz adherido al fruto. La limitante es su baja productividad y susceptibilidad a enfermedades.</p>
 <p>Figura 5. Tomate fresco larga vida. Fuente: CORPOICA, 2013</p>	<p>Tipo fresco larga vida</p> <p>Este es un tipo de tomate mejorado. Su conservación es más prolongada (o larga vida) en poscosecha. Fue obtenido a través de cruzamientos por medio de ingeniería genética; por esto su maduración es lenta. Estos tomates se usan en cultivos al aire libre o en invernaderos para la obtención de frutos de consumo en fresco. Su forma es similar a otros. Sin embargo, su vida útil es mayor y son de gran dureza.</p>
 <p>Figura 6. Tomate tipo chonto. Fuente: CORPOICA, 2013</p>	<p>Tomate tipo Chonto</p> <p>Estos tomates son de forma redonda u ovalada, levemente elongados u oblongos, con dos a cuatro cavidades; se consumen en fresco y son utilizados en la preparación de guisos, pastas, ensaladas y encurtidos. Los frutos tienen un peso promedio de 70 a 220 g.</p>
 <p>Figura 7. Tomate tipo cherry. Fuente: CORPOICA, 2013</p>	<p>Tomate tipo Cherry</p> <p>Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño (entre 18 a 30 mm de diámetro), con un peso promedio de 10 g y de piel fina, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Es sensible a los cambios bruscos de temperatura. Su forma es tipo pera, bombillo o redonda. Pueden ser de color amarillo, rojo, naranja o morado. Su consumo es preferentemente en fresco, como pasabocas, en cócteles y para decorar platos (Zeidan, 2005).</p>
 <p>Figura 8. Tomate tipo industrial. Fuente: CORPOICA, 2013</p>	<p>Tomate tipo Industrial</p> <p>Uno de los grandes mercados del tomate es la industria. Los tomates tipo "industrial" se caracterizan por tener gran cantidad de sólidos solubles que los hacen atractivos para su procesamiento, principalmente en la producción de salsas, pastas, zumos, purés, en trocitos o cubitos, deshidratados, en polvo o pelados. Se encuentran en diferentes formas, desde redondos hasta piriformes, y son de un color rojo intenso.</p>

Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, 2015.

5.2.5. Cultivo

El manual de tomate establece 3 actividades principales durante su etapa de cultivo previo a su cosecha

5.2.5.1. Planeación

Es importante previo a cultivar, identificar las necesidades que se tendrán a futuro para los procesos de cosecha y post-cosecha, se debe seleccionar el lote donde se realizara el cultivo teniendo en cuenta los aspectos del ecosistema y fertilidad de la tierra, una vez seleccionado el lugar se deben realizar las adecuaciones pertinentes para las labores futuras (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

5.2.5.2. Establecimiento del cultivo

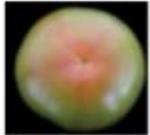
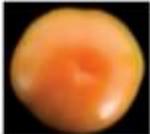
La primera labor previa a realizar el cultivo es la preparación del suelo para la siembra, se debe contar con buen drenaje, si se identifica zona de arcilla e la parte inferior se recomienda usar un subsolador, además de realizar surcos que faciliten el drenaje del cultivo, seguido se debe realizar una limpieza del terreno, eliminando los residuos que pueden quedar de cosechas anteriores, esto para evitar plagas y enfermedades; consiguiente un primer arado es importante, debido a que se descompacta el suelo para que las raíces de la planta puedan expandirse sin problema; se realiza un segundo arado para nivelar el suelo y descompacta posibles terrones que se encuentren sobre la superficie, por último se encuentra el abono de la tierra y la siembra de semillas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

5.2.6. Cosecha

Para su cosecha se debe tener en cuenta su grado de madurez identificado por su tonalidad, el tomate fue clasificado en 6 estados de madurez, estudio realizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA, (CCB, 2015).

Figura 7

Grados de madurez del tomate fresco

Estados de madurez		
 <p>Figura 31. Grado 1 de madurez del tomate.</p>	 <p>Figura 32. Grado 2 de madurez del tomate.</p>	 <p>Figura 33. Grado 3 de madurez del tomate.</p>
<p>1. Verde maduro: La superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según la variedad.</p>	<p>2. Verde claro: Hay un cambio de color amarillo, rosado o rojo en no más del 10% de la superficie del fruto.</p>	<p>3. Pintón: Entre un 10% a un 30% de la superficie del fruto presenta color amarillo pálido, rosado-rojo, o una combinación de ambos.</p>
 <p>Figura 34. Grado 4 de madurez del tomate.</p>	 <p>Figura 35. Grado 5 de madurez del tomate.</p>	 <p>Figura 36. Grado 6 de madurez del tomate.</p>
<p>4. Rosado: Entre 30% a 60% de la superficie muestra color rosado o rojo.</p>	<p>5. Rojo claro: Entre un 60% hasta un 90% de la superficie es de color rojo.</p>	<p>6. Rojo: Más del 90% de la superficie es de color rojo.</p>

Fuente: CCB, 2016

El manual de tomate de la cámara de comercio de Bogotá indica que el tomate se puede recolectar desde la etapa 2 de maduración, debido a que las semillas ya se encuentran completamente desarrolladas, anterior a esta etapa no se recomienda debido a que ya no se podría madurar correctamente el fruto.

Además se aclara que para el tomate tipo larga vida debe ser cosechado en la etapa 4 donde presenta una coloración similar al rosa-rojo (CCB, 2015).

La cosecha del tomate se realiza de manera manual o automatizada. Actualmente la automatizada es utilizada en el procesamiento de cosecha industrial, la manera manual se

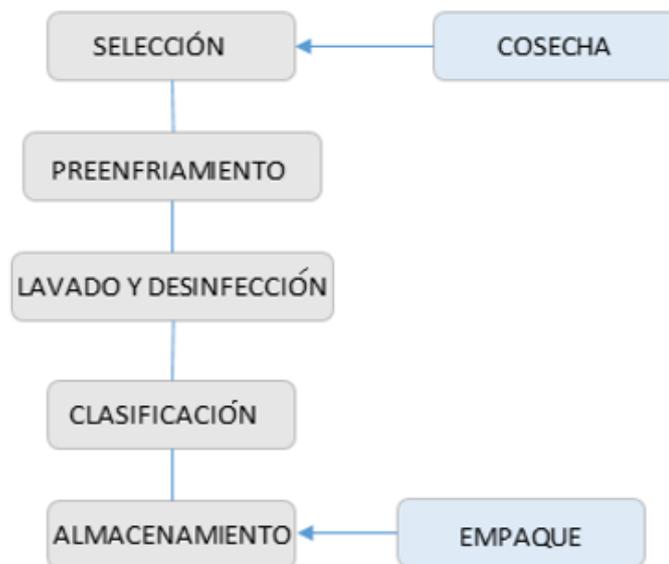
realiza desprendiendo el fruto de la planta, facturando el pedúnculo mediante un giro (CCB, 2015)

5.2.7. Pos cosecha

El manual de tomate de la CCB cataloga 6 etapas consiguientes a la cosecha del fruto, hasta su preparación para el consumidor final.

Figura 8

Etapas Post-cosecha



Fuente: Autor

5.2.7.1. Selección

Posterior a la cosecha, el fruto se selecciona, apartando los tomates que tienen deformaciones, magulladuras, cortes, golpes, o que se encuentren dañados por insectos o bacterias; de esta manera se garantiza mejor calidad al consumidor final (CCB, 2015).

5.2.7.2. Pre-enfriamiento

Luego de la selección se realiza un enfriamiento del fruto de unos 10°C que garantice la inocuidad enzimática, además de evitar el crecimiento de microorganismos como bacterias que puedan afectar las características del fruto (CCB, 2015).

5.2.7.3. Lavado y desinfección

La labor de lavado se realiza previo a su clasificación para garantizar la eliminación de residuos, microorganismos o sustancias químicas, se realiza con ayuda de un paño húmedo o desinfectantes por aspersión directa en el fruto (CCB, 2015).

5.2.7.4. Clasificación

La clasificación de fruto se efectúa con la separación por aspectos como tonalidades, maduración y tamaño, es importante seleccionar con homogeneidad los frutos. La norma NTC 1103-1 determina que el tamaño mínimo para tomates redondos es de 35 milímetros para los alargados es de 30 milímetros, para tener mayor uniformidad en su clasificación la norma estableció 7 intervalos, de la siguiente manera (CCB, 2015)

Figura 9

Intervalos de tamaño del tomate

Entre >35 mm y < 40 mm
 Entre >40 mm y < 47 mm
 Entre >47 mm y < 57 mm
 Entre >57 mm y < 67 mm
 Entre >67 mm y < 82 mm
 Entre >82 mm y < 102 mm
 >102mm

Fuente: CCB, 2015

5.2.7.5. Almacenamiento

Los tomates luego de ser clasificados, se almacenas habitualmente en canastillas de aproximadamente 20 kg cada una, el fruto debe ser ubicado uniformemente para que no sufra golpes o fuerzas durante el transporte.

5.2.8. Nivelación de suelos

El autor Josep define que “*las nivelaciones consisten en la operación de determinar una cota taquimétrica del terreno u obra, conociendo previamente una cota inicial o de salida. Dichas nivelaciones reflejarán el desnivel que existe entre los diferentes puntos de la parcela o solar estudiado*” (FRANQUET, QUEROL, 2010). Existen varios tipos de nivelación así como en la taquimetría. El más método más usado es denominado “nivelación geométrica o por alturas” que logra obtener el desnivel entre dos puntos (FRANQUET, 2010). Esta técnica Se entiende por tal la determinación del desnivel existente entre dos puntos mediante visuales horizontales hacia miras o reglas graduadas, que se ubican en posición vertical sobre los puntos a nivelar. El desnivel (Δh) existente entre dos puntos 1 y 2 cualesquiera del terreno se calcula inmediatamente hallando la diferencia entre las lecturas de la mira en los mismos. Para realizar este tipo de nivelación se utilizan aparatos ópticos llamados niveles o

equialtímetros que dirigen visuales horizontales (con los clisímetros, en cambio, se puede proporcionar a la visual una pendiente determinada) y la precisión de las mediciones efectuadas dependerá, fundamentalmente, de las características del instrumental empleado. De hecho, otros instrumentos topográficos provistos de eclímetro podrían utilizarse también como nivel, haciendo que la altura de horizonte de la visual fuese cero (FRANQUET, QUEROL, 2010).

5.2.9. Esponjamiento

“Prácticamente todos los terrenos, al ser excavados para efectuar su explanación, sufren un cierto aumento de su volumen. Este incremento de volumen, expresado en porcentaje del volumen in situ, se llama esponjamiento. Si el material se emplea como relleno puede, en general, recuperar su volumen e incluso puede reducirse (volumen compactado)” (FRANQUET, QUEROL, 2010).

5.2.10. Tipo de terrenos

5.2.10.1. Tierra Vegetal

“Capa superficial de un terreno donde ha crecido la vegetación y que contiene una cantidad apreciable de materia orgánica y restos vegetales (humus).”

5.2.10.2. Terreno Flojo

“Son tierras de cultivo, con arcillas, limos, arenas, gravas u otro árido cualquiera, y contenido variable de materia orgánica.”

5.2.10.3. Terreno Compacto

“Tierras con arcillas duras, rocas sueltas, materiales granulares gruesos.”

5.2.10.4. Terreno de Tránsito

“Areniscas en finas capas, roca desmoronada. Sistema de Excavación: Excavadora, retroexcavadora, buldócer.”

5.2.10.5. Terreno de Roca

“Areniscas compactas, granitos, calcáreas, margas duras. Sistema de Excavación: Excavadora o retroexcavadora con martillo hidráulico y explosivos.”

5.2.11. Compactación

“La “compactación” es el procedimiento resultante de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad, entre otras propiedades. Su objetivo estriba en el mejoramiento de las propiedades geotécnicas o de ingeniería del suelo.

En la mayor parte de los casos será necesario, para ejecutar la compactación del suelo posterior a su explanación, el empleo de maquinaria especializada, que puede ser la siguiente:

- (1) Rodillo “pata de cabra”. Consta de los siguientes elementos: un tambor al cual van soldadas una serie de patas, un marco que lleva los descansos del tambor y una barra de tiro para acoplar el rodillo al tractor de remolque.
- (2) Rodillo con ruedas neumáticas. Consiste en un cajón metálico apoyado sobre ruedas neumáticas. Este cajón, al ser llenado con agua, arena seca o arena mojada, ejerce una mayor presión de compactación, con valores que pueden variar entre 3 y 8 kg/cm².
- (3) Rodillo vibratorio. En este caso al rodillo, formado por un tambor de acero, se le ha agregado un mecanismo de vibración, haciendo girar un contrapeso colocado

excéntricamente en el eje de giro, con frecuencias resultantes de una velocidad angular de 1.000 a 4.000 revoluciones por minuto.

- (4) Placa compactadora. Ésta corresponde a una placa apisonadora que golpea y se separa del suelo a alta velocidad, logrando con ello la densificación deseada del suelo.” (FRANQUET, QUEROL, 2010).

5.2.12. Conductores en la cadena de la energía eléctrica

Para la implementación de un sistema industrial que realice la clasificación del tomate es necesario evidenciar los suministros eléctricos requeridos para la adecuación.

En cada proceso los cables y conductores eléctricos CENTELSA juegan un papel importante, por cuanto constituyen el medio de transporte de la energía. A continuación se describen los usos y las construcciones de cada tipo de cable, siguiendo una secuencia desde la generación hasta la utilización. (CENTELSA, 2004)

Según la casa CENTELSA menciona que las principales redes de manejo de energía son los siguientes:

5.2.12.1. Cables de Aluminio Desnudo

Los Conductores de Aluminio Desnudo son usados para transmisión y distribución de energía eléctrica en líneas aéreas. (CENTELSA, 2004).

5.2.12.2. Cables de Cobre Desnudo

Los Conductores de Cobre Desnudo son usados para transmisión y distribución de energía eléctrica en líneas aéreas, sistemas de puesta a tierra y como conductores de neutro.

Cables de Control. (CENTELSA, 2004)

Se usan para llevar señales entre aparatos en interface directa con el sistema eléctrico de potencia, tales como transformadores de corriente, transformadores de potencia, relés interruptores y equipos de medición. (CENTELSA, 2004)

5.2.12.3. Cables de Instrumentación

Son usados para llevar señales desde procesos de monitoreo a procesos de analizadores, usualmente equipo electrónico, y de los analizadores al equipo de control en el sistema eléctrico de potencia. (CENTELSA, 2004)

5.2.12.4. Cables de Baja Tensión

En general, se usan en el proceso de Utilización y van desde la salida de los transformadores de distribución hasta la conexión con los equipos. (CENTELSA, 2004)

5.2.12.5. Cables Multiconductores de Potencia

Los Cables de Potencia CENTELSA son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior de energía en baja tensión. Sitios secos o húmedos, cárcamos, canalizaciones o enterrado directo. (CENTELSA, 2004)

5.3. Marco normativo

5.3.1. Clasificación del tomate

NTC 1103 - 1, 1995-08-23 Industrias alimentarias tomate de mesa

En el año 1995 el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) decreta la norma “*NTC 1103 - 1, 1995-08-23 industrias alimentarias tomate de mesa*” estableciendo una guía de directrices para la clasificación de variedades del tomate de la clase *Lycopersicum esculentum* Mill., buscando suministrar alimentos frescos al consumidor y clasificados debidamente, el instituto lo clasificó en criterios de forma, calidad, coloración y tamaño, dentro de los cuales encontramos 5 variedades de color como lo son verde, Coloración incipiente(1/4 pintón), Coloración media(Medio pintón), Coloración avanzada(3/4 pintón) y rojo (ICONTEC, 2001).

Figura 10

Coloraciones del tomate

Grado	Descripción
Verde	La superficie del tomate esta completamente verde y el fruto ha alcanzado su tamaño máximo. El tono puede variar de claro a oscuro.
Coloración incipiente (1/4 pintón)	Cuando muestra un cambio definido de color, de verde a amarillo opaco, rosado o rojo claro pero en no más del 30% de la superficie.
Coloración media (Medio pintón)	Cuando muestra entre 30 y 60% de la superficie un color rosado o rojo.
Coloración avanzada (3/4 pintón)	Cuando muestra más del 60% de la superficie un color rosado-rojizo o rojo, pero el fruto aún no está totalmente rojo.
Rojo	Cuando ha desarrollado un color rojo intenso en toda la superficie.

Fuente: NTC 1103-1

Además catalogo 8 tamaños entre rangos distintos, estableciendo que el tamaño mínimo va desde los 30 mm a los 102 mm en adelante, establecidos de la siguiente manera.

Figura 11

Clasificación del tomate por tamaño

30 mm y más pero por debajo de 35 mm ¹	
35 mm " " " "	40 mm
40 mm " " " "	47 mm
47 mm " " " "	57 mm
57 mm " " " "	67 mm
67 mm " " " "	82 mm
82 mm " " " "	102 mm
102 mm y más.	

Fuente: NTC 1103-1

La norma establece este documento normativo aporta a la investigación lineamientos para la clasificación por tamaño del tomate bajo los estándares de calidad establecidos por un sistema de normalización como el ICONTEC.

5.3.2. Manipulación de alimentos

Resolución 2674 de 2013 del el ministerio de salud y protección social “*Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones.*” La norma citada tiene como campo de aplicación a todas las actividades de procesamiento, fabricación, preparación, comercialización de alimentos, dando alineamientos para las buenas prácticas de manipulación e higiene.

Establece características que deben cumplir las locaciones donde se manipula el alimento, garantizando estándares de calidad que permitan conservar los alimentos en buenas condiciones para su consumo, se establecen obligaciones referentes a localización y accesos, diseño y construcción, abastecimiento de agua, disposición de líquidos, disposición de residuos sólidos, instalaciones sanitarias, pisos y drenajes, paredes, techos, ventanas, puertas

escaleras, iluminación y ventilación. Además da lineamientos frente a los equipos y utensilios como lo indica el Artículo 8 de la citada resolución *“Condiciones generales. Los equipos y utensilios utilizados en el procesamiento, fabricación, preparación, envasado y expendio de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, contruidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.”*. Otro aspecto que trata la norma se refiere al personal que manipula los alimentos, es de vital importancia que cuenten con requisitos como, certificación medica constando que es apto para el manejo de alimentos, reconocimiento médico por razones epidemiológicas que puedan contaminar el alimento. La norma exige que el personal debe ser educado y capacitado en formación sanitaria, para así garantizar que se encuentran en capacidad de desarrollar actividades y tomar medidas para evitar la contaminación del alimento como lo indica el artículo 12 de la citada resolución *“Educación y capacitación. Todas las personas que realizar actividades de manipulación de alimentos deben tener formación en educación sanitaria, principios básicos de Buenas Prácticas de Manufactura y prácticas higiénicas en manipulación de alimentos. Igualmente, deben estar capacitados para llevar a cabo las tareas que se les asignen o desempeñen, con el fin de que se encuentren en capacidad de adoptar las precauciones y medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación o deterioro de los alimentos.”* En su capítulo IV imparte requisitos de higienizado para la fabricación, que se deben tener en cuenta en el alistamiento de las materias primas e insumos, al momento de realizar preparaciones, envasados y embalajes que garanticen las buenas prácticas de higiene a lo largo de la cadena de producción. Posteriormente a las directrices mencionadas, la norma habla de controles de calidad que se deben realizar a lo largo de la cadena de valor, garantizando evitar los

desperfectos o defectos, que puedan atentar contra la salud del consumidor. Entre otros aspectos se busca mejorar la calidad de los productos, implementando buenas prácticas de manipulación e higiene por parte de las personas que intervienen en el manejo de alimentos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013)

6. Marco metodológico

6.1. Recolección de la información

Como fuente principal de información para el presente trabajo de investigación se utilizó el cultivo de tomate de la familia Herrera, ubicado en el municipio de Ubalá, Cundinamarca. Como objeto de investigación se tomó el tomate chonto, para estudiar dimensiones y grado de maduración que presenta en su etapa fructífera, teniendo en cuenta que son dos variables decisión importante para su selección. La información cualitativa obtenida se dio mediante trabajo en campo, observación de métodos e indagando a la misma familia Herrera y agricultores de la zona.

6.1.1. Tipo de investigación

Para determinar el tipo de investigación se analizan los 9 tipos que establece la universidad ECCI dentro de su guía metodológica, descritos a continuación:

Figura 12*Tipos de Investigación.*

Tipo de investigación	Características
Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población estudiada.
Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Fuente: Universidad ECCI, 2016.

Se determinó que para el desarrollo de este proyecto se aplicó como tipo de investigación un estudio de caso, teniendo en cuenta que dentro de la cadena de cultivo de tomate chonto se estudiará el proceso específico de selección, recopilando información en campo referente a métodos utilizados y variables de decisión dentro del proceso, para definir planes de mejora analizando alternativas de mecanismos automatizados que se ajusten a las necesidades del proceso. Para definir el paradigma investigativo que se define en 3 clases, cualitativo, cuantitativo y mixto; se determinó que el estudio se desarrollara mediante la aplicación de un método mixto, teniendo en cuenta que la información se obtuvo mediante opiniones, encuestas y observación de rutinas metodológicas, además se acudió a datos históricos de la producción de cosechas previas.

6.1.2. Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1. Información primaria

En el desarrollo de la investigación fue necesario identificar las metodologías actualmente aplicadas en el proceso de selección del tomate, es así que se acudió a fuentes de información primaria, obtenida directamente por las personas que intervienen en el proceso y tienen conocimiento de los mecanismos utilizados y las variables de decisión definidas para la selección, además de cuantificar las necesidades y requerimientos; además se acudió a la opinión de agricultores de tomate de la zona para identificar diferentes criterios frente al proceso, otra fuente primaria se tendrá acceso a los datos cuantitativos en términos de unidades de canastas, de las cosechas del año 2020 y 2021.

6.1.2.2. Información secundaria

Para identificar metodologías de mayor precisión que se ajusten a las necesidades y requerimientos. Se acudió a fuentes de información secundaria, como la consulta de trabajos de grado nacionales e internacionales, artículos científicos, revistas indexadas, normas aplicables y publicaciones referentes a los temas de la investigación.

6.1.3. Herramientas

En el desarrollo de la investigación con el fin de identificar la situación actual se utilizaron herramientas gráficas de análisis de flujo, como: diagrama de flujo, diagrama de procesos. Luego se procederá a implementar un diagrama analítico de proceso que permita identificar tiempos y distancias; una vez identificada la base del inconveniente será utilizada una matriz QFD que permita evaluar metodologías previamente determinadas aplicables al proceso.

6.1.4. Metodología

En el desarrollo de la investigación se plantea para la ejecución del primer objetivo “Establecer cómo se desarrolla actualmente el proceso de selección de tomate chonto”, se busca identificar las etapas de proceso de selección, para ello se aplicará diagrama de flujo que permita evidenciar gráficamente el proceso, luego se realizará un diagrama analítico que permita identificar los tiempos y distancias del proceso. Es necesario determinar la metodología de selección de tomate aplicada actualmente, para ello se determinará una población acertada, para realizar una encuesta mediante un formulario desarrollado en el servidor Google que nos permita identificar parámetros como los siguientes:

- Criterios de clasificación del tomate
- Sistemas utilizados
- Diámetros de selección
- Costos asociados al proceso de cultivo
- Cantidades de tomate producido
- Disponibilidad de personal requerido
- Capacidad de inversión para implementación
- Aspectos a tener en cuenta en un sistema automatizado

Una vez se tenga una vista detallada del proceso se da inicio al segundo objetivo “Identificar las metodologías existentes para los procesos de selección de frutos”, para ello se realizara una consulta a través de proveedores de máquinas selectoras de alimentos nacionales e internacionales que existan en el mercado; al tener identificadas las alternativas se realizará la ejecución del tercer objetivo, “Establecer la metodología adecuada para la selección de tomate chonto, que garantice los menores costos y mayor productividad”,

mediante una matriz QFD se evaluarán las alternativas con criterios determinados, obteniendo como resultado, identificar la alternativa que genere mayor valor agregado al proceso productivo para la familia Herrera.

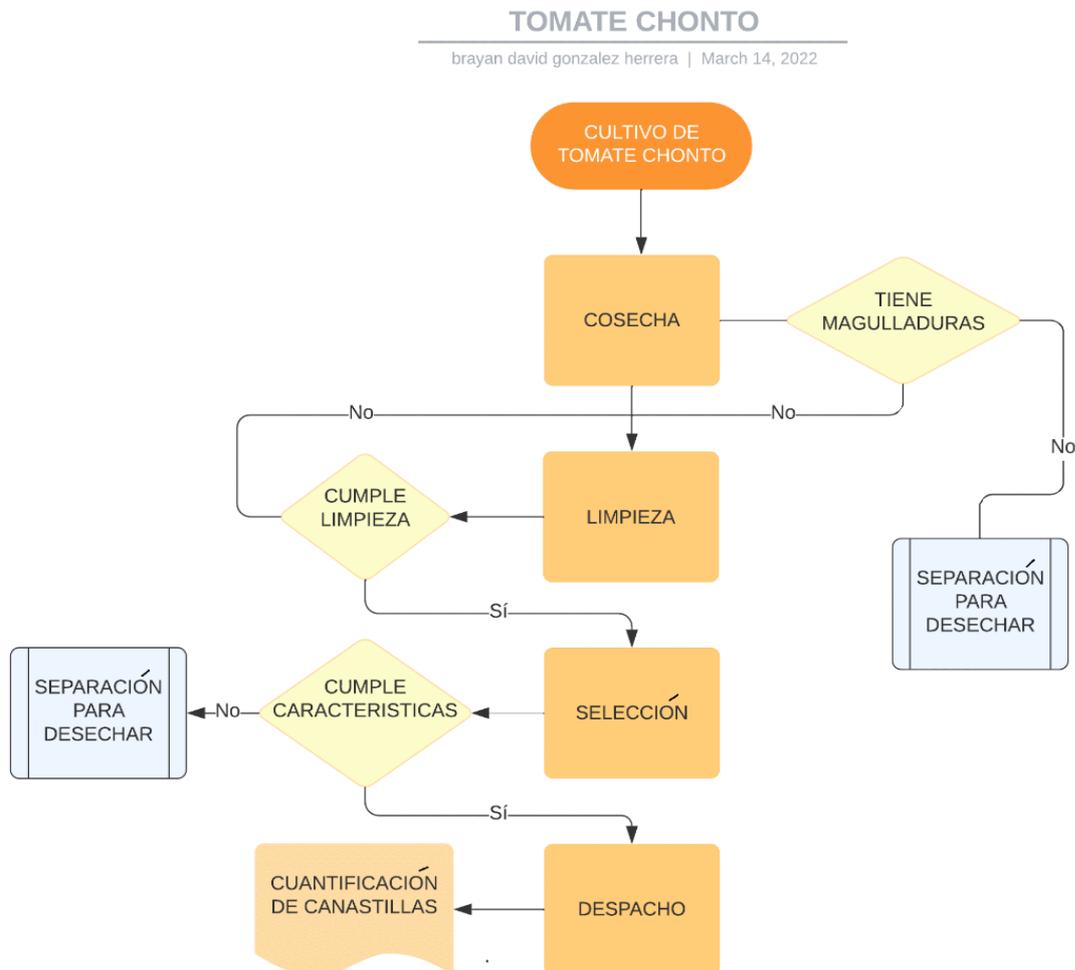
6.1.5. Información recopilada

Para identificar las etapas del proceso productivo se acudió a consultar al encargado del cultivo con experticia de más de 15 años, determinando 5 etapas desde el momento en que el fruto ya se encuentra para su cosecha hasta su despacho.

- Cosecha del tomate
- Traslado al punto de selección
- Limpieza
- Selección
- Traslado al punto de despacho

Figura 13

Flujo de Proceso



Fuente: Autor

Se identifican 4 procesos principales, cosecha, limpieza, selección y despacho; sujetos a 3 interrogantes de decisión que pueden terminar en el desecho del fruto o la continuidad del flujo, por último se tiene una contabilización de las canastillas que se despachan a las centrales mayoristas de abastecimiento.

Para identificar las actividades detalladas del proceso, tiempos y distancias se realizó el siguiente diagrama analítico de proceso

Figura 14

Diagrama Analítico de Actividades

Cultivo de tomate chonto										
Diagrama Num: 1		Resumen								
Objeto: Identificar el flujo de proceso del cultivo de tomate chonto		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Actividad:		Operación			8					
Método: Actual		Transporte			2					
Lugar: Ubala, Cundinamarca		Espera			0					
Operario (s): 5		Inspección			5					
Fecha núm: 1		Almacenamiento			0					
Compuesto por: Brayan Gonzalez		Distancia (m)			220					
Aprobado por: Brayan Gonzalez		Tiempo (min-hombre)			1110					
Fecha: 9/3/22		Costo			200.000/dia					
Fecha: 9/3/22		- Mano de obra								
Total										
Descripción		Cantidad	Tiempo min	Distancia m	Símbolo					Observaciones
Preparacion de herramientas de corte		1	5	0	x					
Cosechar tomate		1	480	200	x					
Verificar la cosecha total de las plantas		1	15	0		x				
Mover el tomate hasta el punto de limpieza		1	15	10				x		
Limpiar el tomate		1	60	0	x					
Verificar la limpieza		1	10	0		x				
Preparar las canastillas para selección		1	15	0	x					
Separar los tomates dañados		1	25	0	x					
Clasificar los tomates por tamaño		1	360	0	x					
Verificar uniformidad de la selección por tamaño		1	20	0		x				
Verificar la distribución uniforme del tomate en las canastillas		1	15	0		x				
Pesar y verificar que cada canastilla tenga 22 kg		1	30	0	x	x				
Mover canastillas hasta el punto de despacho		1	30	10				x		
Subir canastillas al camion de reparto		1	30	0	x					
Total		14	1110	220	8	5	0	2	0	

Fuente: Autor

Se identificaron un total de 14 actividades que incluyen 8 operaciones 5 inspecciones y 2 transportes a lo largo del proceso, se estableció un tiempo total de 1110 minutos, con un recorrido de 220 metros, en el proceso intervienen 5 operarios, los cuales son 2 de recolección del fruto y 3 para selección.

Para garantizar la identificación completa del proceso se procedió con la observación en campo identificando los mecanismos y criterios de selección. Se realizó el desplazamiento hasta el municipio de Ubalá Cundinamarca, se obtuvo información con el personal encargado de selección, evidenciando lo siguiente:

6.1.5.1. Mecanismos de selección

Para la selección del tomate se utiliza una especie de “guía” mediante una tabla con 4 agujeros de diámetros diferentes, el primero con una medida de 65 milímetros se clasifica el de “Primera”, por el segundo agujero, con un diámetro de 55 milímetros se clasifica el de “Segunda”, por el tercer agujero con diámetro de 45 milímetros es clasificado el de “Tercera”; por el cuarto agujero con diámetro de 35 milímetros es catalogado como “Pica” y si sobrepasa el diámetro del primer agujero, se cataloga “Selecto”.

Figura 15

Tabla de Selección de tomate chonto



Fuente: Autor

6.1.5.2. Almacenaje y disposición

En el proceso de selección intervienen 3 personas encargadas de tomar uno a uno y clasificarlo según su tipo, es almacenado en canastillas con una medida de 60x40x25, que deben contener un peso bruto de 22 kilogramos cada una.

Figura 16

Canasta de almacenamiento



Fuente: Autor

6.1.5.3. Productividad

Para determinar la razón de velocidad de selección se acompañó la actividad en campo, iniciando operación a las 10:00 am, transcurridas 4 horas, a las 2:00 pm, se dio por finalizada la actividad, seleccionando 53 canastillas de 22 kilogramos cada una.

6.1.5.4. Datos históricos

Se accedió a los datos de la contabilidad que se llevaba del número de canastas producidas durante la vigencia 2020 y 2021, determinada a continuación:

Tabla 1

Datos de cosecha 2020 y 2021

FECHA	SELECTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	PICA	TOTAL
16/08/2020	16	14	4	0	2	36
23/08/2020	32	31	9	3	3	78
28/08/2020	0	2	3	3	3	11
30/08/2020	40	51	21	5	2	119
9/09/2020	5	16	13	7	2	43
13/09/2020	2,5	14	12	7	1	36,5
22/09/2020	3	8	8	4	1	24
27/09/2020	2	4	4	2	1	13
4/10/2020	4	7	7	4	1	23
9/10/2020	3	4	5	3,5	1	16,5
13/02/2021	7,5	14	12	7	1	41,5
28/02/2021	0	2	3	7	3	15
30/02/2021	39	52	20	6	1	118
9/03/2021	5	16	13	7	2	43
13/03/2021	2	14	12	7	2	37
16/03/2021	16	14	4	4	2	40
23/03/2021	32	31	19	3	3	88
TOTAL	209	294	169	79,5	31	782,5

Fuente: Autor

6.1.5.5. Encuesta

Para la aplicación de la encuesta se identificó un grupo poblacional de 10 familias que viven en la misma vereda, para garantizar la idoneidad de la información se tuvo en cuenta

que de igual manera se dedican al cultivo de tomate chonto, se escogió a un representante de cada familia para la aplicación de la encuesta. Se formularon 9 preguntas que permitieran identificar aspectos necesarios para dar solides al trabajo de investigación.

6.1.5.5.1. Bajo qué criterios de clasifica el tomate

Se determinó que en el municipio se maneja una caracterización común del tomate en tres criterios de selección, color, tamaño y madurez.

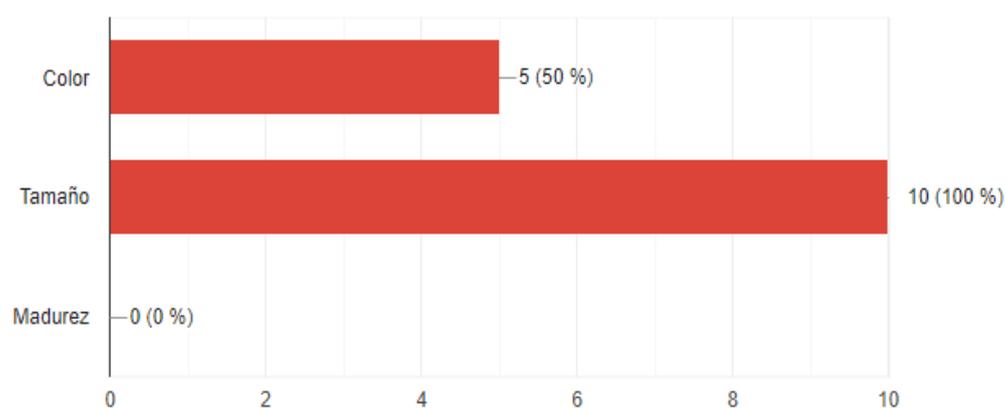
Figura 17

Criterios de clasificación

Bajo que criterios de clasifica el tomate

 Copiar

10 respuestas



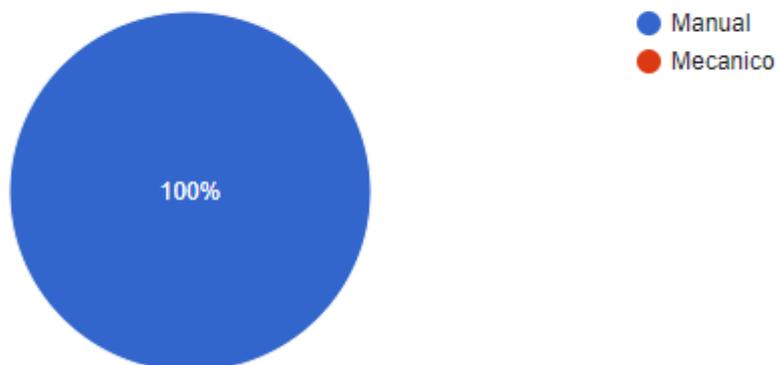
Fuente: Autor

6.1.5.5.2. Método de selección

Se determinó que en el municipio se maneja comúnmente dos métodos de selección, manual y automatizado

Figura 18*Método de cosecha*

10 respuestas

*Fuente: Autor***6.1.5.5.3. Grado de maduración cosecha el tomate**

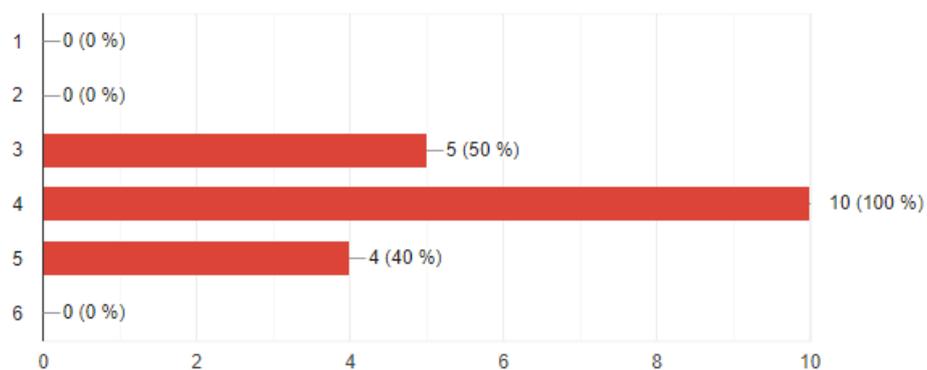
Se determinó según la Cámara de comercio de Bogotá que existen 6 grados de maduración del tomate (*Figura 7*).

Figura 19*Grado de Maduración*

En que grado de maduración cosecha el tomate

 Copiar

10 respuestas

*Fuente: Autor***6.1.5.5.4. Tipología para clasificar el tomate**

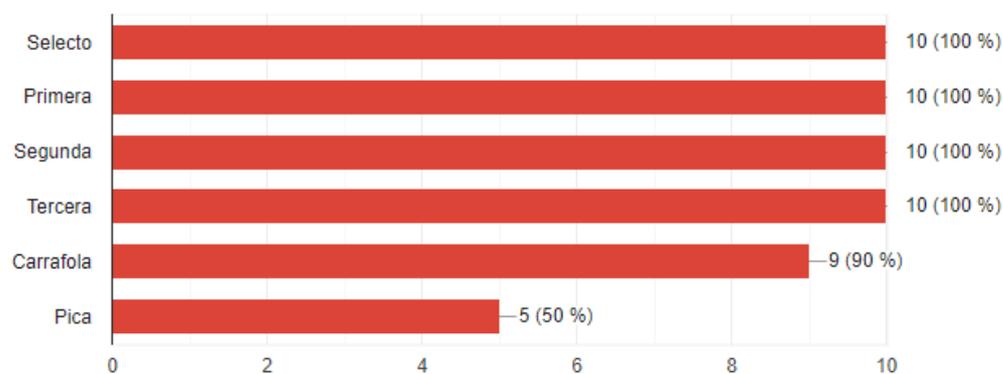
Se determinó que en el municipio se maneja comúnmente seis tipologías para clasificar el tomate por tamaño, siendo selecto, primera, segunda, tercera, carrafola y pica

Figura 20*Tipología*

Que tipología tiene para clasificar el tomate

 Copiar

10 respuestas

*Fuente: Autor***6.1.5.5. Tipo de tomate más vendido****Figura 21***Tipo de Tomate más Vendido*

Cual es el tipo de tomate mas vendido

 Copiar

10 respuestas

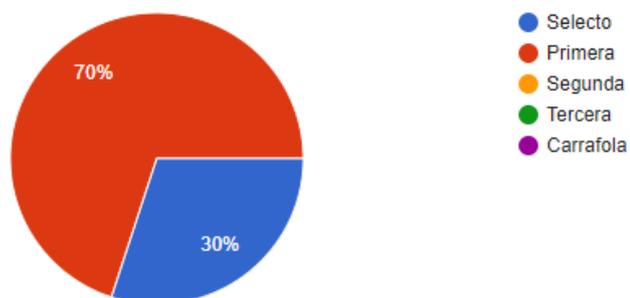
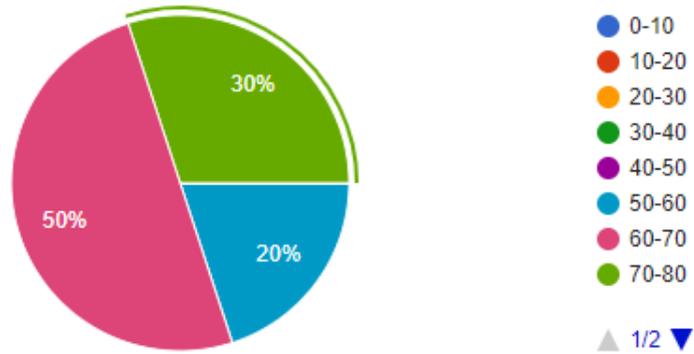
*Fuente: Autor***6.1.5.5.6. Canastas de tomate producidas diariamente**

Figura 22*Producción de tomate*

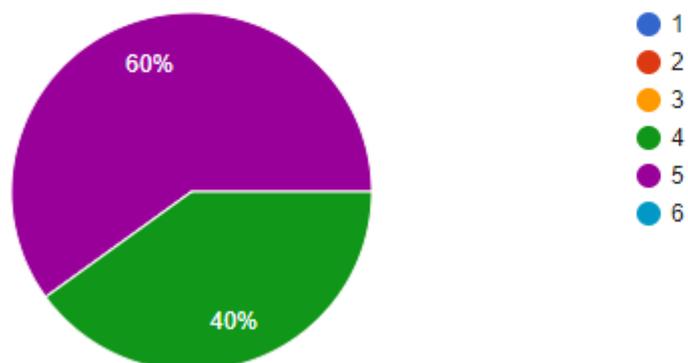
Cuantas canastas de tomate produce diariamente

10 respuestas

*Fuente: Autor***6.1.5.5.7. Personas requeridas en el proceso de selección****Figura 23***Personal Requerido*

Cuantas personas requiere en el proceso de selección

10 respuestas

*Fuente: Autor*

6.1.5.5.8. Disposición a invertir por la automatización del proceso de selección

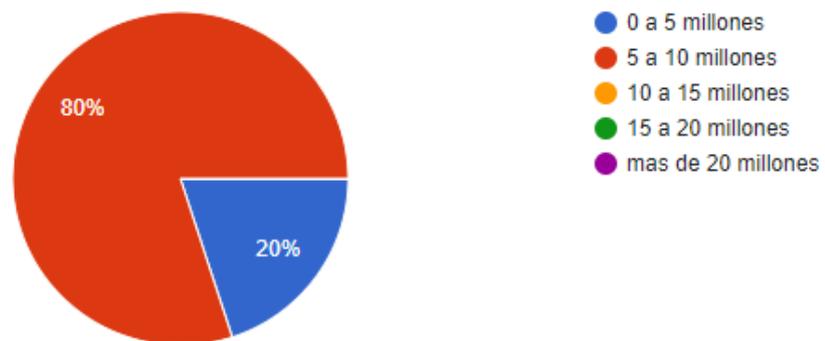
Se determinaron rangos de inversión basado en el precio de las maquinas selectoras que existen en el mercado

Figura 24

Inversión

Cuanto esta dispuesto a invertir por la automatizacion del proceso de seleccion?

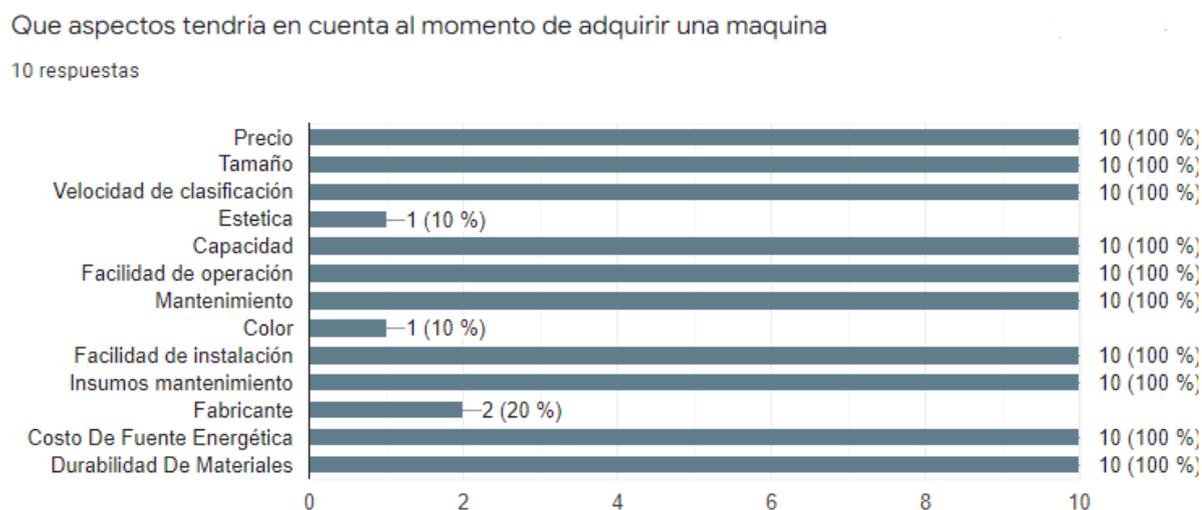
10 respuestas



Fuente: Autor

6.1.5.6. Alternativas de máquinas

Para la selección de alternativas de la máquina selectoras se determinaron aspectos que podrían ser decisivos al momento de adquirir la máquina, para tener certeza de las necesidades se realizó una encuesta a la población previamente seleccionada en el apartado anterior.

Figura 25*Aspectos de compra*

Fuente: Autor

6.1.5.6.1. Clasificadora tambor giratorio

Esta clasificadora es un ejemplar de la casa MRE que clasifica alimentos como verduras y frutas que tengan una forma circular o semicircular, consta de una banda transportadora que lleva el alimento a un tambor que gira en su propio eje y permite su selección al pasar por un retenedor de diferente diámetro que se ajusta a la necesidad. La máquina demanda un espacio de 3.2 x 3.8 x 1.5 metros, con una capacidad de selección de 100 piezas/ minuto, con fuente de energía eléctrica y sistema automatizado, debido a sus características se estima un costo alto en el mercado y requiere mantenimientos especializados, debido a la complejidad del sistema. (MRE, 2020)

Figura 26*Máquina Tambor Giratorio*

Fuente: MRE, 2020

6.1.5.6.2. Clasificadora por rodillo

Esta clasificadora es un ejemplar de la casa JERSA que clasifica alimentos de forma circular o semicircular, consta de la alineación de rodillo en paralelo, en un Angulo descendente que permite la selección del alimento dependiendo su tamaño. La máquina demanda un espacio de 2.5 x 2.8 x 1.5 metros, con una capacidad de selección de 90 piezas/ minuto, con fuente de energía eléctrica que alimenta un motor giratorio, debido a sus características se estima un costo medio en el mercado y requiere mantenimientos generales al sistema de rodillos y motor. (Jersa, 2020)

Figura 27*Selectora por Rodillos**Fuente: Jersa, 2020***6.1.5.6.3. Clasificadora por malla**

Esta clasificadora es un ejemplar de la casa FRUTIHORTICOLA que clasifica alimentos de forma circular o semicircular, mediante un sistema de rodillos anclados a una malla transportadora que lleva el producto por diferentes calibres de diámetro por el que puede ser clasificado el alimento, el sistema cuenta con un motor mecánico que da la fuerza al movimiento de los rodillos, además cuenta con sistema de vibración que ayuda el flujo del fruto. La máquina demanda un espacio de 4.5 x 2.1 x 1.3 metros, con una capacidad de selección de 120 piezas/ minuto, con fuente de energía eléctrica, debido a sus características se estima un costo medio-alto en el mercado, se evidencia requiere mantenimientos generales al sistema de rodillos y motor. (Jersa, 2020)

Figura 28

Selectora por Malla



Fuente: Frutihortícola, 2020

6.2. Análisis de la información

Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo dependiendo la naturaleza de la información, respectivamente al apartado anterior.

6.2.1.1. Análisis mecanismos de selección

El mecanismo utilizado actualmente, es un sistema económico que no requiere de mantenimientos, energía o preparaciones, pero su gran defecto es la cantidad de tiempo requerida, que se ve reflejada en costos de mano de obra, a largo tiempo se evidencia una metodología costosa y sin mayor valor agregado a la cadena de producción

6.2.1.2. Análisis de almacenaje y disposición

El sistema de almacenaje cumple con los estándares de calidad para que el alimento no sufra magulladuras ni golpes, se garantiza el cuidado durante el transporte hasta su disposición final. El pesaje de las canastillas está dado por la demanda del mercado y tradicionalmente se tiene determinado 22 kilogramos.

6.2.1.3. Análisis de datos históricos

Analizados los datos recolectados de las cosechas de los años 2020 y 2021 se pudo determinar que la cantidad de canastillas promedio está dada de la siguiente manera, para la toma de 17 registros:

$$\text{Promedio diario} = \frac{\text{Canastillas diarias}}{\text{Cantidad datos registrados}}$$

$$= \frac{36 + 78 + 11 + 119 + 43 + 36,5 + 24 + 13 + 23 + 16,5 + 41,5 + 15 + 118 + 80 + 40 + 88}{17 \text{ datos}}$$

$$= 53 \text{ canstillas}$$

Se identificó un promedio diario de 53 canastillas diarias producidas.

	SELECTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	PICA
TOTAL	209	294	169	79,5	31
%	27%	38%	22%	10%	4%

Se identificó que el tipo de tomate que más se produce es el Selecto con un 38% de participación en las cosechas anteriores, además se evidencia que el tipo “Pica” es el menos producido con un 4% de participación.

6.2.1.4. Análisis de productividad

Se determinó que con 3 operarios al frente de la labor se tiene un índice de producción de 13 canastas por hora. Determinado de la siguiente manera

$$\text{Razon de seleccion} = \frac{\text{canastillas selectas}}{\text{tiempo en horas}} = c/h$$

$$f = \frac{53 \text{ canastillas}}{4 \text{ horas}} = 13,25 \text{ c/h}$$

6.2.1.5. Análisis de aspectos para la valoración de las máquinas

Según la encuesta aplicada se seleccionó los aspectos superiores al 70%, de esta manera se determinaron los siguientes aspectos para la elección de alternativas:

- Precio
- Tamaño
- Velocidad de clasificación
- Capacidad
- Facilidad de operación
- Mantenimiento
- Facilidad de instalación
- Insumos mantenimiento
- Costo De Fuente Energética
- Durabilidad De Materiales

6.2.1.6. Evaluación de alternativas

Para la valoración de alternativas se acudió a la aplicación únicamente del esquema de valoración utilizado en la matriz QFD, evaluando las necesidades determinadas en la encuesta aplicada

6.2.1.6.1. Matriz QFD

Figura 29

Matriz QFD

		Quality competition			OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
		Demand Quality			TAMBOR GIRATORIO	RODILLOS	MALLA
		REQUERIMIENTOS/NECESIDADES					
				PRIORIDAD			
FUERTE=	5						
MEDIA=	3						
DEBIL=	1						
1	14%	10	PRECIO	5	1	5	3
2	14%	10	TAMAÑO	5	3	5	3
3	14%	10	VELOCIDAD DE CLASIFICACION	5	5	3	3
4	7%	5	CAPACIDAD	3	5	3	3
5	8%	6	FACILIDAD DE OPERACIÓN	2	1	5	5
6	6%	4	MANTENIMIENTO	3	1	1	3
7	6%	4	INSTALACION	3	1	5	1
8	7%	5	INSUMOS	5	1	5	3
9	13%	9	COSTO DE FUENTE ENERGETICA	4	1	3	3
10	11%	8	DURABILIDAD DE MATERIALES	4	5	3	3
EVALUACION DE IMPORTANCIA		ABSOLUTA			97	151	115
		RELATIVA (%)			17	26	20
EVALUACIÓN DE INGENIERÍA					3	1	2

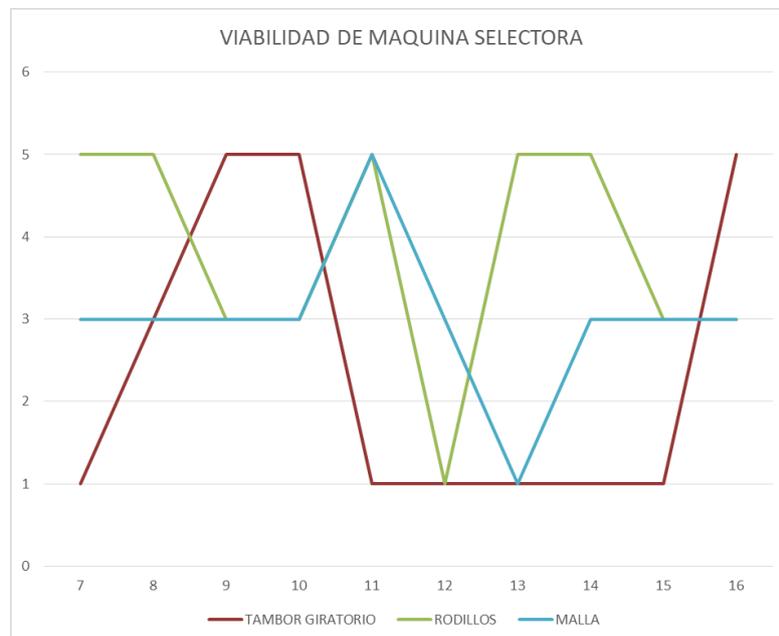
Fuente: Autor

Se determinaron 10 aspectos a tener en cuenta al momento de adquirir una máquina selectora, se agregó un peso de importancia de 1 a 5 a cada ítem, dado de la siguiente manera, Precio: 5, Tamaño: 5, Velocidad de clasificación: 5, Capacidad: 3, Facilidad de operación: 2, Mantenimiento: 3, Facilidad de instalación: 3, Insumos mantenimiento: 5, Costo De Fuente Energética: 4, Durabilidad De Materiales: 4; Luego se asignó una valoración de 5, 3 y 1, siendo el 5 valoración “fuerte”, 3 valoración “media” y 1 valoración “débil”; consiguiente se

obtuvieron el valor absoluto y relativo, para así organizar de mayor a menor la opción que mejor se ajusta a los aspectos definidos. Como primera opción se encuentra la máquina selectora por rodillos con un valor absoluto de 151 y relativo de 26%, en segundo lugar se ubica la máquina selectora por malla, con un valor absoluto de 115 y relativo de 20%, como última opción se encuentra la máquina selectora de tambor giratorio con un valor absoluto de 97 y relativo de 17%.

Figura 30

Valoración de Alternativas



Fuente: Autor

6.3. Propuesta de solución

De acuerdo con la valoración de las alternativas de máquinas selectoras se identificó que la que mejor se acopla a las necesidades del cliente, es la máquina selectora por rodillo, obteniendo la valoración más alta. Esta máquina posee un sistema de selección mediante

rodillos, alimentado por una fuente eléctrica que impulsa un motor y mueve los rodillos, para dar paso al alimento y dejarlo caer por el diámetro que corresponda.

Figura 31

Máquina Propuesta de Solución



Fuente: JERSA, 2020

Su sistema de funcionamiento permite un mantenimiento de bajo costo y con facilidad de operación, además para la implementación de este modelo no se requiere de gran espacio, y cuenta con una capacidad de selección suficiente a la demanda del cultivo.

6.3.1. Etapas de implementación

Se establecen 3 etapas para lograr la implementación de la solución, dadas de la siguiente manera:

6.3.1.1. Etapa 1 Adquisición de la máquina:

Como primera medida se debe contactar a la casa matriz JERSA, quien es el fabricante directo de esta máquina, se busca identificar inicialmente los medios de pago, garantías, mecanismos de financiación, transporte, servicios post-venta, e instalación de la máquina. Es importante tener claro el método financiero que se usara para la adquisición de la máquina evaluando las facilidades y opciones que se encuentren en el mercado financiero.

6.3.1.2. Etapa 2 Adecuación locativa

Se debe realizar las adecuaciones locativas pertinentes en el lugar donde se instalara la máquina adquirida.

6.3.1.2.1. Nivelación de Suelo

Inicialmente se debe adecuar y preparar el suelo, ya que es el lugar actual donde se realiza la selección del tomate, actualmente el lugar designado, es un suelo árido, con altibajos, desnivelado y con poca estabilidad, el espacio no cuenta con los requisitos mínimos que garanticen el buen uso de la máquina.

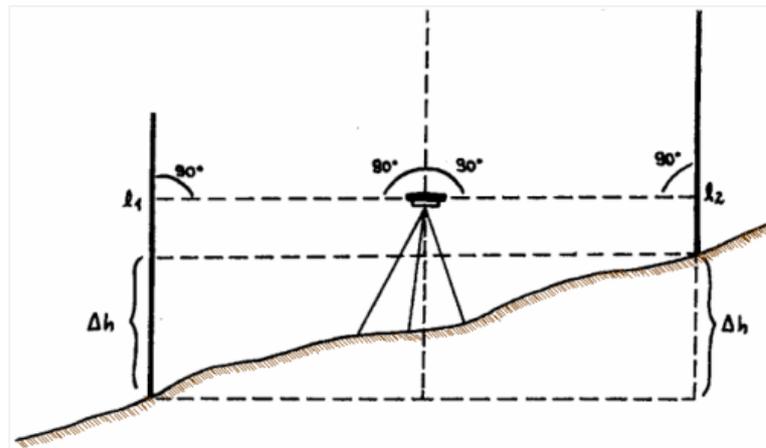
Figura 32*Locación Actual de Selección del Tomate*

Fuente: Autor

La nivelación del suelo es un aspecto importante y necesario para garantizar el uso correcto de la máquina, teniendo en cuenta el tipo de nivelaciones se aplicara la “*Nivelación geométrica o directa por alturas*” (FRANQUET, QUEROL, 2010) siendo esta la más utilizada por su precisión al momento de allanar dos puntos, logrando un plano horizontal de cero grados, que garantice estabilidad en el terreno.

Figura 33

Nivelación de Suelos Geométrica o por Alturas



Fuente: (FRANQUET, QUEROL, 2010).

El sitio dispuesto para la ubicación de la máquina se cataloga como “Terreno suelto sin cohesión o vegetal” con un grado de esponjamiento de 10% debido a que es un suelo en el que ha crecido vegetación y existen residuos orgánicos de anteriores cultivos, es necesario realizar la compactación del mismo, para densificar y afirmar la placa, teniendo en cuenta que es un espacio de pequeñas dimensiones debido a las medidas de las máquina, se acudirá a una “Placa Compactadora” ya que es versátil y de uso común para superficies pequeñas.

Figura 34

Máquina Placa Compactadora



Fuente: (FRANQUET, QUEROL, 2010).

6.3.1.2.2. Punto de fuente eléctrica

Teniendo en cuenta que la fuente de poder de la maquia es eléctrica se debe garantizar la adecuación de un punto de suministro energético. Actualmente el lugar designado no cuenta con esta provisión y la conexión más cercana se encuentra a 10 metros del sitio, para ello se debe contar con la idoneidad de un electricista que manipule las fuentes de corriente eléctrica, y lleve un nuevo punto al lugar determinado, teniendo en cuenta que la máquina seleccionada funciona a 220 voltios según su ficha técnica es necesario un cable multiconductor de potencia según la fábrica de cables CENTELSA, utilizado para redes industriales que soporta sitios secos o húmedos, siendo este el más adecuado.

Figura 35

Cable Multiconductor Centelsa



Fuente: Centelsa

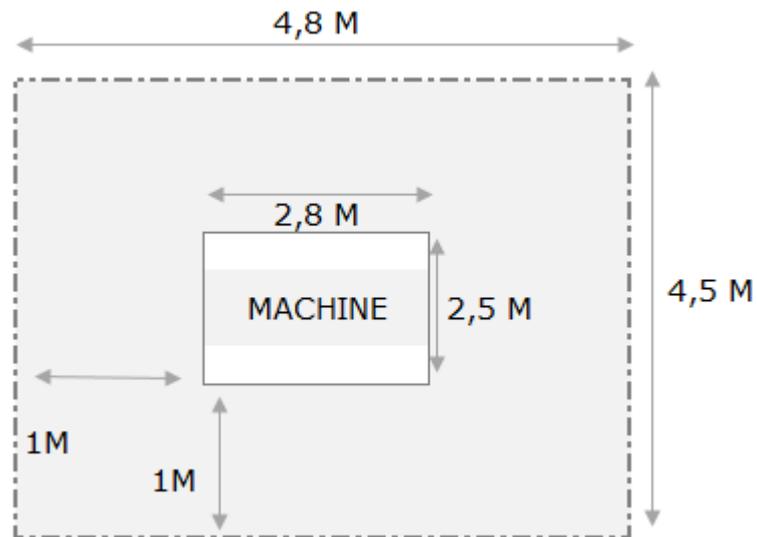
6.3.1.2.3. Adecuación de espacio

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el espacio que sea designado debe tener como mínimo 1 metro a la redonda sobre las medidas de la máquina, librando de cualquier

obstáculo u objeto que no permita para garantizar el flujo de los operarios y el uso correcto de la máquina, teniendo en cuenta que la máquina demanda unas dimensiones 2.5 x 2.8 x 1.5 se requiere que el lugar designado tenga como mínimo una dimensión de 4.8x4.5 metros.

Figura 36

Diseño del Lugar de Instalación de la Máquina



Fuente: Autor

6.3.1.3. Etapa 3 Capacitación del personal

El proveedor de la máquina debe suministrar información referente al uso, en cuanto a operatividad de la máquina, cuidados necesarios y mantenimientos, se debe garantizar el alcance de esta información a todo el personal que intervenga en el proceso, mediante capacitación que garanticen el uso idóneo de la máquina, esto ayudara a alargar la vida útil y reducir las posibles fallas, se determinó que para dar lección acerca de las características, cuidados, funcionamiento, y mantenimientos, se requiere de media jornada laboral.

6.3.2. Recursos necesarios

Tabla 2*Recursos para la Implementación*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RECURSO
Compra de la máquina	Requiere la identificación de factores financieros y formas de pago	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de la persona delegada a recopilar la información - Recursos monetarios para la inversión
Transporte	Consiste en la búsqueda de un proveedor del servicio de transporte para allegar la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de la persona delegada a recopilar la información - Recursos monetarios para la contratación
Nivelación del suelo	Consiste en adecuar el suelo en un Angulo horizontal que permita el adecuado uso de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Aparatos ópticos, como niveles o aquialtimetros - Herramientas para remover tierra, como pala y pica - Alquiler de placa compactadora para solidificación del suelo
Conexión eléctrica	Llevar un punto de energía eléctrica al lugar de instalación de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de la persona delegada para cotizar un eléctrico - Recursos monetarios para la contratación - Insumos como cable multiconductor industrial, conectores y adaptadores
Adecuación de espacio	Remover todo los obstáculos y objetos, que no permitan el flujo de los operarios	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de la persona delegada adecuar el espacio
Capacitación de personal	Impartir conocimientos sobre el funcionamiento y los cuidados de la maquina	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de la persona que imparte la capacitación y los operarios receptores

Fuente: Autor

6.3.3. Tiempo de ejecución

Se realiza una estimación de tiempos cotidianos utilizados en cada una de las actividades del proceso de implementación.

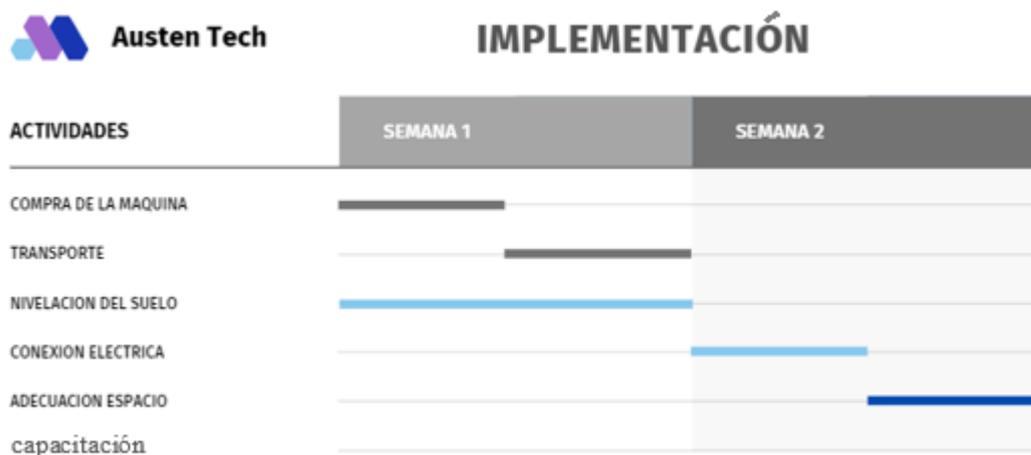
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Compra de la máquina	Requiere la identificación de factores financieros y formas de pago	½ Semanas de la persona delegada
Transporte	Consiste en la búsqueda de un proveedor del servicio de transporte para allegar la máquina	- ½ Semanas de la persona delegada - 1 día de transporte
Nivelación del suelo	Consiste en adecuar el suelo en un Angulo horizontal que permita el adecuado uso de la máquina	- 1 semana de la persona delegada o contratada
Conexión eléctrica	Llevar un punto de energía eléctrica al lugar de instalación de la máquina	- ½ semana de la persona delegada o contratada
Adecuación de espacio	Remover todo los obstáculos y objetos, que no permitan el flujo de los operarios	- ½ semana de la persona delegada
Capacitación de operarios	Impartir conocimientos sobre el funcionamiento y los cuidados de la maquina	- ½ día de los operarios y la persona que capacita
	TOTAL	- 3 semanas, 1.5 días

Fuente: Autor

6.3.3.1. Cronograma de ejecución

Figura 37

Diagrama de Ejecución



Fuente: Autor

7. Impactos esperados / regenerados

7.1. Impactos alcanzados

La presente investigación logró identificar diversos aspectos que no se tenían en cuenta o eran despreciados a lo largo de la cadena de valor, esta información es útil para el mejoramiento del proceso, en aspecto de productividad y calidad, además permite identificar nuevos factores que requieren ser gestionados para lograr la mejora continua.

7.1.1. Visualización del proceso

Buscando identificar la funcionalidad del proceso se logró obtener una visualización amplia del proceso, analizando por separado cada uno de los componentes de la cadena de producción, siendo 5 etapas que componen el flujo de proceso, esta información puede ser útil para realizar un sistema de gestión de calidad, revisando en detalle la operación de cada componente, además permite a la persona encargada del cultivo tener un mayor control.

7.1.2. Estructuración del proceso

A razón de obtener una visualización en mucho más amplia del proceso se logró identificar las actividades que conforman cada una de las etapas; para analizar el comportamiento de cada una se realizó la observación en campo, captando itinerarios de tiempo y distancia que permiten, identificar indicadores de productividad de los operarios, que pueden ser usados como punto de partida y buscar la reducción de los mismos, por otra parte desde un punto de vista de logística se logra identificar que actividades requieren mayores desplazamientos y como estas pueden ser reducidas junto con los tiempos incurridos. Esta información permite en la implementación de un sistema de mejora continua tener una base de los posibles cuellos de botella existentes.

7.1.3. Metodología utilizada

La identificación del método de recolección actual permite en un sistema de gestión de calidad tener un punto de partida para implementar indicadores de medición de efectividad, permitiendo definir qué tan acertado y productivo puede llegar a ser la implementación del proyecto. Además se logró tener documentado el método actual y tener conocimiento de las dimensiones del tomate que se manejan en el mercado.

7.1.4. Indicador de producción

En busca de obtener indicadores de productividad se logró identificar el indicador de velocidad de selección actual, es el punto de partida para medir la efectividad del sistema a implementar, un dato bastante importante y necesario para tener una visión clara de la productividad de los operarios con la metodología actual, además permite al encargado tomar decisiones con mayor precisión.

7.1.5. Análisis de históricos

Realizando la revisión y análisis de los datos históricos que se registraban de las cosechas anteriores, se logró identificar aspectos de producción favorables, como en que apocas del año se da con mayor producción el cultivo de tomate, este dato puede ser usado para aprovechar ciertas temporadas, maximizando la producción, además se logró precisar cuál es el tipo de tomate más producido y vendido, lo que permite definir que potencial se tiene para ciertos nichos de mercado, teniendo en cuenta que dependiendo la clase se destina a distintos mercados y usos.

7.1.5.1. Competencia

Con la aplicación de la encuesta en la población correlacionada a la síntesis de la investigación, se logró identificar los diversos puntos de vista de los productores de tomate más cercanos, precisando una vista amplia de la competencia; precisando aspectos que pueden ser cotejados con los de la producción propia para identificar los puntos débiles frente a la competencia y que pueden ser gestionados para ser más competitivos en el mercado, como también se puede determinar las fortalezas que se tienen frente a los demás productores para aumentar la potencialización de estos aspectos.

7.2. Impactos esperados

Con la implementación de una máquina selectora de tomate que cumpla con las necesidades previamente identificadas y satisfaga las necesidades del usuario, se espera lo siguiente:

7.2.1. Productividad

Como primera medida se espera una mejora significativa en los estándares de productividad, logrando maximizar la producción, mediante un aumento en la velocidad de selección, se estima un crecimiento de la siguiente manera:

Razón de velocidad de selección actual: 13.2 Canastillas / hora

$$f = \frac{53 \text{ canastillas}}{4 \text{ horas}} = 13,25 \text{ c/h}$$

La capacidad de selección de la máquina según su ficha técnica es de 90 piezas/ minuto, para cotejar los datos se realiza la conversión de minutos a hora, y piezas a canastillas, partiendo de identificar que el peso de un tomate de primera (el tipo de tomate más producido) tiene un peso aproximado de 300 gr y una canastilla tiene un peso de 22 kilogramos se da una relación de 73 tomates por canastilla aproximadamente, se estableció que con la implementación se obtendrá una razón de selección:

$$f = \frac{90 \text{ piezas}}{1 \text{ minuto}} \times \frac{1 \text{ canastilla}}{73 \text{ piezas}} \times \frac{60 \text{ minuto}}{1 \text{ hora}} = 73,9 \text{ c/h}$$

Se lograra un razón de selección de 73 canastillas por hora, un indicador bastante tentador para lograr una mejora en la productividad.

$$f = 73,9 \text{ c/h} - 13,25 \text{ c/h} = 60,65 \text{ c/h}$$

Se precisa que con la implementación se aumentaran aproximadamente 60 canastillas seleccionadas por cada hora de trabajo de la máquina, que se verá reflejado en el aumento de

productividad de un **82%**, se podría dar esta productividad siempre y cuando se aumente la cosecha y cantidad de tomate a clasificar, garantizando utilizar la capacidad total de la máquina.

7.2.2. Reducción de costos

Otro factor que se espera optimizar es la reducción de costos por concepto de mano de obra utilizado en la metodología de selección actual, teniendo en cuenta que se requiere de 3 operarios para realizar la labor, con la implementación de la quina selectiva se espera que de 3 operarios se pase a la necesidad de 1 solo operario capaz de alimentar la tolva de la máquina para que el producto sea seleccionado y realice el cambio de las canastas llenas por canastas vacías. Partiendo de que el valor que se cancela actualmente por cada operario es de 40.000 pesos colombianos, se estima que actualmente se incurre en 120.000 pesos diarios.

$$f = 3 \text{ operarios} \times 40.000 \text{ salario/dia} = 120.000 \text{ salarios/dia}$$

Con la implementación de la propuesta se estima una reducción del **66%** en los costos de mano de obra por labor de selección, siendo así un costo de 40.000 pesos colombianos cancelados al único operario de la máquina

$$f = 40.000 \frac{\text{salario}}{\text{dia}} - 120.000 \frac{\text{salarios}}{\text{dia}} = 80.000 \frac{\text{salarios}}{\text{dia}} = 66\%$$

7.2.3. Competitividad

Con la implementación de la máquina se espera una mayor producción garantizando estándares de calidad, gracias a la precisión que tiene la máquina en el proceso de selección, con estas oportunidades de mejora se estima ser más competitivo frente a la competencia, ofreciendo valor agregado con mejores tiempos de respuesta a la demanda del mercado.

Además se obtiene un logro organizacional con la sofisticación de los procesos mediante sistemas automatizados, que permiten estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías

7.3. Discusión

Durante el desarrollo de la investigación se pudo percibir que la correcta planificación de un proyecto permite que se garantice la fiabilidad de respuesta, con la identificación de los factores, actores, riesgos, oportunidades de mejora, entre otros aspectos, permite que se puedan forjar con antelación los posibles resultados, o se tenga una visualización de los riesgos existentes para buscar la reducción absoluta de los mismos.

En el progreso del ejercicio se pudo identificar la falta de gestión y control que se tiene a lo largo del proceso, no se observa una intención por la mejora continua, por lo que se debe acudir a la capacitación del personal en aspectos de productividad, optimización y calidad, que permitan una mejor visión de los beneficios que puede acarrear la adecuada gestión. Para este proyecto se realizó la propuesta de automatizar una de las etapas del proceso, mejorando de manera significativa la productividad y estándares de calidad, por lo que se espera que con el desarrollo del mismo y la evidencia de los beneficios obtenidos, se de una futura gestión de las demás etapas, para lograr una cadena de producción rentable y eficiente, que tenga los menores costos y gastos posibles.

8. Análisis financiero

Partiendo del sistema financiero que se maneja sin la implementación del proyecto se manejan costos y gastos por concepto de mano de obra, insumos y servicios. A continuación se relaciona en detalle los costos y gastos derivados del proceso productivo

8.1.1. Costos de mano de obra

Tabla 3*Costos por Concepto de Mano de Obra*

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL MES
Operario de selección	3	40.000 pesos/día	2.880.000 pesos/mes
Operario de cosecha	2	50.000 peso/ día	2.400.000 pesos/mes
Total			5.280.000 pesos/mes

Fuente: Autor

Para la identificación del rubro mensual se realiza la conversión del costo, partiendo que el costo de mano de obra diario es de 220.000 pesos, se determina un costos mensual de 5.280.000 para los 24 días trabajados de lunes a sábado.

8.1.2. Gasto de servicios

Actualmente se demandan gastos de servicios por concepto de agua y luz eléctrica para la producción del tomate chonto

Tabla 4*Gastos por Concepto de Servicios*

Servicio	Cantidad	Precio mes	Total
Servicio de Agua	1	80.000 pesos/mes	80.000 pesos/mes
Servicio de Luz	1	30.000 peso/ mes	30.000 peso/ mes
Total			110.000 pesos/mes

Fuente: Autor

8.2. Costo de implementación de la propuesta

A continuación se mostrara una estimación de los costos incurridos de la implementación de la propuesta de mejora, para identificar la viabilidad financiera que tiene

el proyecto. Para el desarrollo de la propuesta se estiman gastos por concepto de adquisición de activos, costos operativos, proveedores, entre otros. Seguido se relacionan en detalle cada uno:

Tabla 5

Relación Costos y Gastos de Implementación

Costo / Gasto	Cantidad	Precio	Unidad	Total
Máquina selectora por sistema de rodillos	1 Máquina	18.000.000	Máquina	18.000.000 pesos
Operario delegado para la cotización	3 días	40.000	Salario día	120.000 pesos
Proveedor de transporte	1 contrato	1.200.00	Trayecto	1.200.000 pesos
Técnico topógrafo	1 contrato	4.500.000	Honorarios	4.500.000 pesos
Técnico electricista	1 contrato	1.200.000	Honorarios	1.200.000 pesos
Operario delegado para adecuación de espacio	3 días	40.000	Salario día	120.000 pesos
Capacitación de operario	½ día	40.000	Salario día	20.000 pesos
Total				25.140.000 pesos

Fuente: Autor

Se determina que para la implementación de la máquina selectora de tomate, demanda un tiempo de 2 semanas desde su compra hasta su instalación, incluyendo las adecuaciones necesarias para su correcto funcionamiento y una inversión total por el rubro de 25.140.000 pesos/mcte

8.3. Estimación de utilidad

El tomate es distribuido a las centrales de abastecimiento con un costo de venta distribuido de la siguiente manera por cada tipo

Tabla 6

Precio de Venta del Tomate Chonto

Tipo	Unidad	Precio
Selecto	Canastilla	25.000 pesos/mcte
Primera	Canastilla	22.000 pesos/mcte
Segunda	Canastilla	19.000 pesos/mcte
Tercera	Canastilla	16.000 pesos/mcte
Pica	Canastilla	10.000 pesos/mcte

Nota: los valores fueron obtenidos por los agricultores locales

Fuente: Autor

La participación de la clase de tomate según estudios previos basados en los datos históricos de cosechas anteriores, se determinó de la siguiente manera

Tabla 7

Participación del Tomate en la Producción

Tipo	Participación	Orden de producción
Selecto	27 %	Segundo más producido
Primera	38 %	Primero más producido
Segunda	22 %	Tercero más producido
Tercera	10 %	Cuarto más producido
Pica	4 %	Quinto más producido

Fuente: Autor

La implementación de la propuesta estima un aumento de capacidad del 82% que se ve reflejado en 60 canastillas más seleccionadas, para un total de 73 canastillas en el término de una hora, partiendo de que actual mente se dedican 4 horas para este proceso se podría determinar que se seleccionarían 292 canastillas diarias. A continuación se detalla un escenario de los costos actuales comparado con los posibles costos después de la implementación

Tabla 8

Escenario financiero Actual / Propuesto

Escenario sin implementación de la máquina selectora – 53 canastillas promedio día				
Tipo	Participación	Canastillas	Precio venta	Total ventas
Selecto	27 %	14,31	25.000	357.750,00
Primera	38 %	20,14	22.000	443.080,00
Segunda	22 %	11,66	19.000	221.540,00
Tercera	10 %	5,3	16.000	84.800,00
Pica	4 %	2,12	10.000	21.200,00
Total				1.128.370,00

Fuente: Autor

Se identificó que las ventas totales son de 1.128.370 pesos diarios y mensuales para los 24 días laborados de 27.080.880 pesos.

8.3.1. Utilidad Actual

Tabla 9

Escenario financiero actual

Ítem	Valor	Total absoluto %
-------------	--------------	-------------------------

Producción	1272 canastillas/mes	
Costo de cultivo	18.000.000	66,47%
Costo mano de obra	5.280.000	19,50%
Servicios	110.000	0,41%
Total costos	23.390.000	83,37%
Venta total	27.080.880	100%
Utilidad	3.690.000	13,63%

Fuente: Autor

Se determinó con el cálculo anterior una producción con la metodología actual de 1272 canastillas mensuales con un precio de venta total de 27.080.880 pesos, para esta producción se demanda unos costos por concepto de insumos de cultivo un promedio de 18.000.000 pesos, costos de mano de obra 5.280.000 pesos y gastos de servicios públicos 110.000 pesos, estableciendo así un total de costos y gastos de 23.390.000 pesos reflejado en un 83.37% del total de las ventas, con una utilidad del 3.690.000 reflejada en un 13.63% del total de las ventas.

8.3.2. Utilidad post-implementación

Con la implementación de la propuesta se determinó una reducción de costos por concepto de mano de obra, debido a que se requiere un solo operario para la selección y 2 para la cosecha, se calcularon los siguientes costos

Tabla 10

Costos de mano de obra con la implementación

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Operario de selección	1	40.000 pesos/día	40.000 pesos/día
Operario de cosecha	2	50.000 peso/ día	100.000 pesos/día
Total			140.000 pesos/día

Fuente: Autor

Se identificó un costo total por concepto de mano de obra de 140.000 pesos día y mensual de 3.360.000.

Para el uso de la máquina debido a sus fuente de poder eléctrico, se estima un aumento del 70% en el consumo de energía eléctrica, se calcularon los siguientes gastos

Tabla 11

Gastos por Concepto de Servicios

Servicio	Cantidad	Precio mes	Total
Servicio de Agua	1	80.000 pesos/mes	80.000 pesos/mes
Servicio de Luz	1	51.000 peso/ mes	51.000 peso/ mes
Total			131.000 pesos/mes

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la reducción de costos y aumento de gastos se determinó el siguiente análisis financiero con la implementación de la máquina selectora

Tabla 12

Escenario financiero de implementación

Ítem	Valor	Total absoluto %
Producción	1272 canastillas/mes	
Costo de cultivo	18.000.000	66,47%
Costo mano de obra	3.360.000	12,41%
Servicios	131.000	0,48%
Total costos	21.491.661	79,36%
Venta total	27.080.880	100%

Utilidad	5.589.219	20,64%
----------	-----------	--------

Fuente: Autor

Se determinó un aumento porcentual de 7% en la utilidad, pasando de 3.690.000 pesos reflejada en un 13.63%, a **5.589.219** pesos reflejado en un **20.64%** de utilidad.

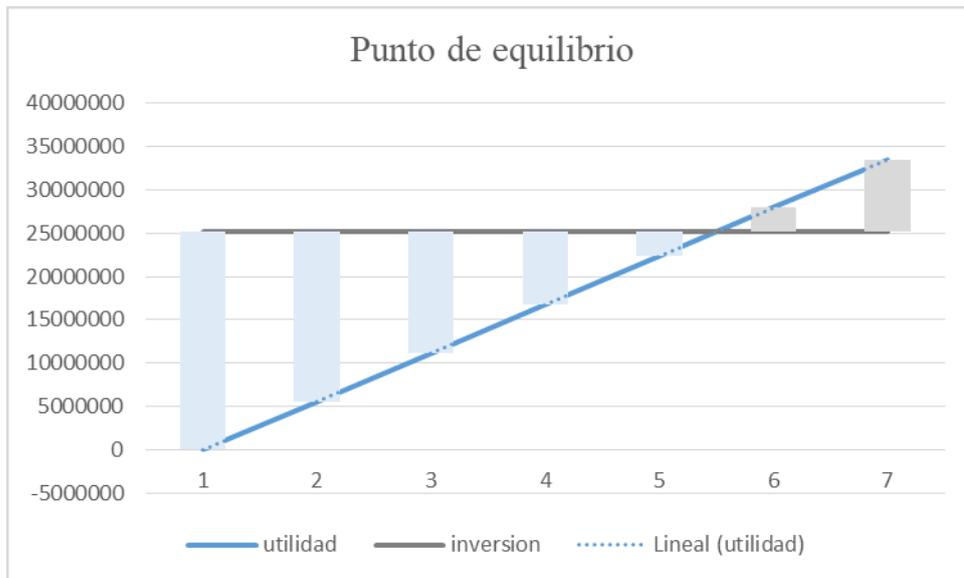
8.4. ROI

Partiendo de una inversión para la propuesta de implementación de 25.140.000 pesos, unas ventas totales mensuales de 27.080.880 y unos costos de 21.491.661, se determina una utilidad mensual de 5.589.219 y se proyecta a 6 meses obteniendo 33.535.314 pesos.

$$ROI = \frac{33.535.314 - 25.140.000}{25.140.000} = 0.33 = 33\%$$

Se identificó que para la inversión en un término de 6 meses se obtiene un ROI de 0.33, así las cosas por cada peso invertido se obtienen 0.33 pesos de utilidad.

8.4.1. Punto de equilibrio

Figura 38*Gráfica de punto de equilibrio**Fuente: Autor*

$$f(x) = 5.589.219 (x)$$

Para hallar el punto de equilibrio se determinó un $F(x) = 25.140.000$ para hallar el valor de $x = \text{tiempo en meses}$, expresado de la siguiente manera

$$x = \frac{25.140.000}{5.589.219} = 4.49 \text{ meses}$$

Luego de realizar la inversión de implementación, se determinó que con la utilidad luego de 4.49 meses se logre el retorno total de la inversión.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

La implementación de sistemas automatizados para el sector agrícola permite la obtención de beneficios en términos productivos, generando mejores tiempo de respuesta, aumento en la capacidad de producción y la reducción significativa de costos asociados a

mano de obra, estos resultados obtenidos permiten a la organización ser más competitiva en el mercado ofreciendo un producto con altos estándares de calidad, debido a una mayor precisión en los procesos gracias a la tecnología implementada.

Mediante la documentación de los flujos de proceso del cultivo, se estableció un punto de partida que permitió obtener una visualización de la cadena productiva, esta información puede ser objeto de estudio para la identificación de posibles mejoras, en busca de la mejora continua.

Con el levantamiento de los datos históricos y su posterior análisis se determinaron los productos destacados en base a su participación en las cosechas, siendo el tomate de primera el más producido, permitiendo identificar las una característica del portafolio de productos, siendo esta la clase con mayor disponibilidad de producción para los clientes.

Realizado el acompañamiento en campo permitió identificar un indicador de productividad de los operarios, mediante la razón de las canastillas seleccionadas en cierto periodo de tiempo, este indicador puede ser tomado base para evaluar la productividad de cada uno de los operarios.

La identificación de las alternativas de máquinas selectoras en el mercado permitió evidenciar un punto de vista de los diferentes mecanismos y tecnologías existentes para la automatización de procesos, la posterior evaluación de opciones logro obtener como resultado que la maquina selectora por rodillo es la más adecuada en cuanto a costo beneficio, satisfaciendo en gran parte las necesidades determinadas por los agricultores.

La implementación de la máquina selectora permite la mejora productiva aumentando la capacidad de producción en un 82% debido a que se logran seleccionar 60 canastillas más en el periodo de una hora, comparado con el método de selección actual, además permite lograr la reducción del 36% en costos por mano de obra.

El análisis financiero permitió tener una visualización económica de los costos y gastos asociados a la implementación de la maquina selectora, determinando una inversión que se verá retornada en un término menor a un semestre de utilización de la máquina. Con un cálculo de ROI de 0.33 pesos de ganancia por cada peso invertido.

9.2. Recomendaciones

Se recomienda para la parte directiva del cultivo, aumentar el conocimiento en los sistemas de gestión y mejora continua, que permita el desarrollo de direccionamiento estratégico buscando mejorar los indicadores del sistema, garantizando así un sistema productivo mucho más eficiente

Se recomienda realizar una gestión a los demás procesos productivos que hacen parte de la cadena productora, identificando la posibilidad de implementar metodologías o sistemas que permitan mejorar los estándares de calidad del producto y además maximicen la producción del cultivo. Realizar una adecuada identificación de los costos y gastos asociados al sistema productivo permitirá tener una vista más clara para la toma de decisiones, con justificación financiera que garantice la obtención de resultados.

Se recomienda cuantificar la productividad del sistema, contabilizando las unidades de producto terminado y los desperdicios generados, esto permite tener un mayor control de las pérdidas y ganancias que impactan la situación financiera del cultivo, para determinar oportunidades de mejora que maximicen la utilidad.

10. Bibliografía

Cajamarca, U (2021). *PROYECTO TECNICO: "Diseño y simulación de una maquina clasificadora y contadora de tomates de árbol"*. (n.d.).

- Calvopiña, A. (n.d.). *DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO AUTORES: ANGOS MEDIAVILLA MARIO FERNANDO-CALVOPÍÑA ENRIQUEZ HÉCTOR ALEJANDRO TEMA: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE FRUTOS POR SU TAMAÑO.*

1962. (n.d.).

2015 *PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL VICEPRESIDENCIA DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ.*

180317823011. (n.d.). *A gradecimientos.* (n.d.).

Boletín Técnico-Diciembre 2004. (n.d.).

Clasificadora tipo Rodillo.

De, E., Mecánica, I., Ayala, V., & Luis, J. (n.d.-a). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑON-VARIEDAD DANIELA DE 80 CARTONES DE 23 [Kg/h] DE CAPACIDAD” TENE LÓPEZ DARWIN CARLOS TRABAJO DE TITULACIÓN TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS Previa a la obtención del Título de: INGENIERO MECÁNICO.*

De, E., Mecánica, I., Ayala, V., & Luis, J. (n.d.-b). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE RIÑON-VARIEDAD DANIELA DE 80 CARTONES DE 23 [Kg/h] DE CAPACIDAD” TENE LÓPEZ DARWIN CARLOS TRABAJO DE TITULACIÓN TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS Previa a la obtención del Título de: INGENIERO MECÁNICO.*

De, F., De, C., Ingeniería, L. A., Aplicadas, Y., Bautista, E., Mauricio, L., Astudillo, P.,

David, H., Navarrete, I. C., Luis, L., & Latacunga -Ecuador, M. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PROPUESTA TECNOLÓGICA “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE TOMATE DE RIÑÓN PARA LOS PRODUCTORES DEL SECTOR DE PATAÍN PERTENECIENTE A LA PARROQUIA PANZALEO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.”*

El. (n.d.). *PRÓLOGO.*

Fustamante Saldaña, B., Bach Vásquez Gamonal Lenin Daniel Asesor, W., & Vives

Garnique Juan Carlos, M. (2018). *FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA CLASIFICADORA DE CEBOLLA POR TAMAÑO Y COLOR PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA Autor(es).*

Gil, M., Jose, G., Gonzalez, N., Universidad, C., Tomás, S., De, F., & Mecánica, I. (2021).

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE CEBOLLA CABEZONA POR TAMAÑOS.

Laura, D., Alonso, F., Celia, M. C., Macías, A. P., Rosa, I., & Miranda González, I. (n.d.).

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA TOMATE CHERRY Nombre del Residente.

León, R., Boy, A., Peláez, L., & Tacanga, L. (2020). Diseño y construcción de un prototipo

de máquina selladora y clasificadora de huevos de gallina por peso, en la empresa peruana Aviporc S.A.C. *Ingeniería Industrial*, 038, 217–234.

<https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n038.4822>

María, J., & Berniz, F. (n.d.). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA*

CENTRO ASOCIADO DE TORTOSA NIVELACIÓN DE TERRENOS POR

REGRESIÓN TRIDIMENSIONAL Una aplicación de los métodos estadísticos.

www.cedro.org

Muñoz Domínguez, C. E., Ricardo, H., Ávila, C., & Domínguez, M. (n.d.). *Diseño de una*

máquina para la clasificación de tomate chonto Diseño de una máquina para la

clasificación de tomate chonto Lycopersicum esculentum mill Lycopersicum esculentum

mill Citación recomendada Citación recomendada.

https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion

NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS. (1995).

<http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/en/>

NORMA PARA EL TOMATE (CODEX STAN 293-2007). (n.d.).

nte_inen_1745. (n.d.).

pub_29_-_manual_produccion_de_tomate. (n.d.).

Técnico, M., Cultivo, D., & Tomate, D. E. (n.d.). *Innovación para la seguridad alimentaria y*

nutricional en Centroamérica y Panamá.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA

MECATRÓNICA. (n.d.).

Zurita, Y. E., & Fernando, D. (n.d.). *DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y*

AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.