



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**TEMA:**

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE LINEA PARA LA OPTIMIZACIÓN  
DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL LLENADO DE CAJAS DE BANANO EN LA  
HACIENDA “LA PASION” UBICADA EN BABAHOYO – LOS RIOS

**Autores:**

DARWIN EFRAIN CARCHIPULLA CHOCHO  
JOHNNY ERNESTO BECILLA VACA

**Acompañante:** MAE. MIGUEL FRANCISCO GIRON GUERRERO

**Milagro, Octubre 2019**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

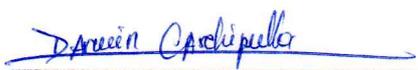
Ingeniero.  
Fabricio Guevara Viejó, PhD.  
**RECTOR**  
**Universidad Estatal de Milagro**  
Presente.

Yo, **Darwin Efraín Carchipulla Chocho**, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo y Administración de la producción**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de octubre de 2019



Darwin Efraín Carchipulla Chocho  
Autor 1  
CI: 092878355-4

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

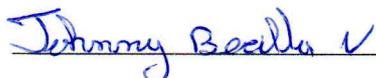
Presente.

Yo, **Johnny Ernesto Becilla Vaca**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo y Administración de la producción**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de octubre de 2019



Johnny Ernesto Becilla Vaca

Autor 2

CI: 1207725357

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Yo, **MAE. Miguel Francisco Girón Guerrero** en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por los estudiantes **Darwin Efraín Carchipulla Chocho** y **Johnny Ernesto Becilla Vaca**, cuyo título es **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE LINEAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL EMBALAJE DE CAJAS DE BANANO EN LA HACIENDA "LA PASION" UBICADA EN BABAHOYO – LOS RIOS**, que aporta a la Línea de Investigación **Desarrollo y Administración de la producción** previo a la obtención del Grado **Ingeniero Industrial** ; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.



Milagro, 23 de octubre de 2019

---

**MAE. Miguel Francisco Girón Guerrero**

Tutor

C.I: 090423827-6

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. Miguel Francisco Girón Guerrero MAE.

Ing. Sornoza Briones Kleber Joel Msc.

Ing. Lopez Briones Johnny Roddy Mgtr.

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el estudiante **Carchipulla Chocho Darwin Efraín**

Con el tema de trabajo de Titulación: **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE LINEAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL EMBALAJE DE CAJAS DE BANANO EN LA HACIENDA "LA PASION" UBICADA EN BABAHOYO – LOS RIOS.**

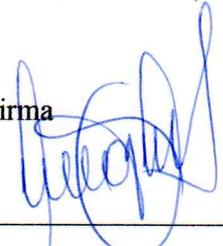
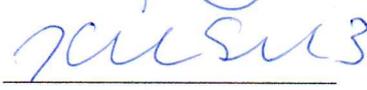
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 75 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 95 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: 23 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. Miguel Francisco Girón Guerrero MAE.	
Secretario /a	Ing. Sornoza Briones Kleber Joel Msc.	
Integrante	Ing. Lopez Briones Johnny Roddy Mgtr.	

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. Miguel Francisco Girón Guerrero MAE.

Ing. Sornoza Briones Kleber Joel Msc.

Ing. Lopez Briones Johnny Roddy Mgtr.

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERA INDUSTRIAL presentado por el estudiante **Becilla Vaca Johnny Ernesto**

Con el tema de trabajo de Titulación: **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE LINEAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL EMBALAJE DE CAJAS DE BANANO EN LA HACIENDA "LAS MARIAS" UBICADA EN BABAHOYO – LOS RIOS.**

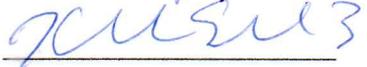
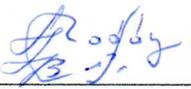
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 75 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 95 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: 23 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Ing. Miguel Francisco Girón Guerrero MAE.	
Secretario /a	Ing. Sornoza Briones Kleber Joel Msc.	
Integrante	Ing. Lopez Briones Johnny Roddy Mgtr.	

## **DEDICATORIA**

Después un largo proceso de formación, dedico este trabajo fruto de tanto año de estudio a DIOS primeramente por haberme brindado siempre salud, sabiduría. A mis padres que siempre han estado aconsejándome por el buen camino, sin sus consejos y apoyo económico, hubiera sido imposible lograr esta meta, les debo mucho y por ello les dedico este trabajo con todo mi corazón, los amo Luis y Hilda.

A mis hermanos Josselyn y Manuel que siempre creyeron en mí brindándome su apoyo moral siempre, espero que sigan mi ejemplo y con el tiempo tener una familia llena de profesionales.

A Belén y Gael por haber aparecido en mi vida, siendo ahora mi fuente de inspiración en todas mis metas a cumplir, llenándome de apoyo incondicional sin esperar nada a cambio.

A todos mis compañeros de clase, con quienes compartí diferentes anécdotas en el transcurso del tiempo.

DARWIN CARCHIPULLA

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida, sabiduría y salud, a mi familia en especial a mi madre Lorena Vaca por siempre escuchar mis problemas, anécdotas y aguantar tantas madrugadas y apoyarme a conseguir mis sueños sin importar lo que pase gracias por todo.

A mi tío Víctor vaca que ha sido como un padre para mí, ya que al no tener uno siempre me ha apoyado y enseñándome a trabajar y por ayudarme a conseguir los datos necesarios para realizar este trabajo.

JOHNNY BECILLA VACA

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco al Msc Miguel Girón Guerrero, por haber tenido la paciencia necesaria para poder terminar nuestro trabajo de titulación, compartiendo todos sus conocimientos en lo que fuese necesario, siempre voy a estar agradecido. A la hacienda La Pasión que sin restricciones nos abrió las puertas de su bananera como sujeto de estudio.

En especial al Msc Luis Buchelli, a pesar de ser una persona ocupada siempre estuvo dispuesto a brindarnos orientación en diferentes materias. A todos los docentes que brindaron sus conocimientos sujetos de apoyo para la culminación del trabajo de titulación.

A mi compañero Johnny Becilla, por acompañarme en este último proceso de formación, con sus conocimientos y apoyo sin pedir nada a cambio, formando una linda amistad que perdurara con el tiempo, gracias Johnny.

DARWIN CARCHIPULLA

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi tutor Ing. Miguel Girón Guerrero, quien compartir sus conocimientos y siempre ayudarme en lo que fuera necesario. Sin usted no hubiera sido posible realizar este trabajo, gracias por guiarme y aconsejarme en lo profesional, por esto y más le quedare eternamente agradecido. Doy las gracias a la empresa, sujeto de estudio, que me permitió conocer las instalaciones y las operaciones y poder realizar este trabajo.

Un agradecimiento al directo de carrera, el Ing. Luis Buchelli por su amistad y orientación académica. También al personal docente de la FACI, por impartir todos los conocimientos y amistad, le estaré eternamente agradecido.

Finalmente, a mi compañero y amigo Darwin Carchipulla por compartir sus conocimientos, alegrías y tristezas sin esperar nada a cambio gracias amigo por estar estos 6 años juntos.

JOHNNY BECILLA VACA

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	II
DERECHOS DE AUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	IX
AGRADECIMIENTO.....	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPÍTULO I.....	4
PROBLEMA.....	4
PLANTEAMINETO DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
ALCANCE.....	7
METODOLOGÍA.....	7
CAPÍTULO II.....	8
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	8
Antecedentes.....	8
MARCO TEORICO.....	8
CAPÍTULO III.....	16
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	16
Descripción de la planta.....	16
Descripción del proceso.....	16

Balance de la línea de producción .....	29
Cálculo del ciclo de producción .....	29
Número mínimo de estaciones de trabajo.....	30
Numero de operarios por centro de trabajo .....	30
Análisis de los procesos de producción de cajas de banano.....	33
Descripción de los procesos de lavado, fumigado y embalado .....	34
CAPÍTULO IV .....	40
DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	40
Proceso de lavado de racimos.....	40
Proceso de fumigación.....	42
Proceso de embalado .....	43
Balance del proceso de embalado con la utilización de la línea transportadora por rodillo....	46
Asignación de tareas a estaciones de trabajo.....	49
CAPÍTULO V.....	51
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	51
Evaluación económica.....	51
Situación propuesta.....	51
APLICACIÓN DEL VAN ((Valor Actual Neto).....	53
Tasa Interna de Retorno.....	54
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
Bibliografía.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Metodología del balance inicial</i> .....	7
<i>Figura 2 Distribución de planta</i> .....	9
<i>Figura 3 Línea de producción</i> .....	13
<i>Figura 4 Hacienda LA PASION</i> .....	16
<i>Figura 5 Longitud del dedo</i> .....	18
<i>Figura 6 Recepción de fruta</i> .....	18
<i>Figura 7 Desflore</i> .....	18
<i>Figura 8 Lavado del racimo</i> .....	19
<i>Figura 9 Desmane</i> .....	19
<i>Figura 10 Enjuague de manos</i> .....	20
<i>Figura 11 Selección de cluster</i> .....	20
<i>Figura 12 Lavado y desleche</i> .....	21
<i>Figura 13 Clasificación</i> .....	21
<i>Figura 14 Fumigación</i> .....	22
<i>Figura 15 Etiquetado</i> .....	22
<i>Figura 16 Pesado</i> .....	23
<i>Figura 17 Embalado</i> .....	23
<i>Figura 18 Tapado</i> .....	24
<i>Figura 19 Paletizado</i> .....	24
<i>Figura 20 Diagrama de operaciones de producción de cajas con banano</i> .....	26
<i>Figura 21 Diagrama de pastel de los procesos y tiempos (min / caja)</i> .....	29
<i>Figura 22 Proceso de producción de cajas de banano actual</i> .....	32
<i>Figura 23 PROMEDIO DE TIEMPOS POR CADA TRABAJADOR</i> .....	33
<i>Figura 24 Lavado de racimos</i> .....	34
<i>Figura 25 Fumigación</i> .....	35
<i>Figura 26 Diagrama de precedencia</i> .....	37
<i>Figura 27 Asignación de tareas de trabajo</i> .....	39
<i>Figura 28 Estaciones de trabajo</i> .....	39
<i>Figura 29 Cámara de lavado</i> .....	41
<i>Figura 30 Cámara de fumigación</i> .....	42
<i>Figura 31 PLANO DE EMBALADO</i> .....	44
<i>Figura 32 Embalado mejorado</i> .....	45
<i>Figura 33 Línea de rodillo</i> .....	46
<i>Figura 34 Diagrama de precedencia mejorado</i> .....	47
<i>Figura 35 Estaciones de trabajo mejorado</i> .....	49
<i>Figura 36 Planta de producción mejorado</i> .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Características de una distribución por producto</i>	11
<i>Tabla 2 Tipos de caja de banano</i>	17
<i>Tabla 3 Seguridad personal</i>	25
<i>Tabla 4 Tiempos de los procesos de producción de cajas con banano</i>	28
<i>Tabla 5 Conversiones</i>	28
<i>Tabla 6 Numero de trabajadores por proceso</i>	31
<i>Tabla 7 Tiempos del proceso de embalaje</i>	36
<i>Tabla 8 Actividades y tiempos del proceso de embalado</i>	37
<i>Tabla 9 Comparación de estado actual vs mejora</i>	41
<i>Tabla 10 Costo de maquinas</i>	51
<i>Tabla 11 Numero de cajas anuales</i>	51
<i>Tabla 12 Costos de producción anual</i>	52
<i>Tabla 13 Utilidades</i>	52
<i>Tabla 14 Utilidad bruta</i>	53
<i>Tabla 16 Interés y utilidades</i>	53
<i>Tabla 15 Flujos de caja</i>	53
<i>Tabla 17 Valor actual neto</i>	54

# **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE LINEA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL LLENADO DE CAJAS DE BANANO EN LA HACIENDA “LA PASION” UBICADA EN BABAHOYO – LOS RIOS**

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo mejorar el proceso de embalaje de cajas de banano mediante Balance Líneas, con el propósito de aumentar el desempeño en el proceso. Se identificó todos los procesos que intervienen en la producción de embalado de cajas de banano y se describe cada uno de ellos.

La metodología que se emplea en esta investigación va desde la descripción del proceso, identificación de los problemas, desperdicios, implementación de mejoras hasta el análisis costo-beneficio. Para realizar la descripción del proceso se analiza desde que se receipta la materia prima hasta tener la caja lista para ser transportada.

El método seleccionado para el análisis de dicho proceso es el “Equilibrado de cadena”, el cual exige la determinación de tareas, diagramas de procedencia, cálculo del tiempo de ciclo, número mínimo de estaciones, tiempo ocio y la eficiencia de la situación actual para finalmente balancear las actividades en cada estación de trabajo.

En la situación propuesta, se plantea el automatizado del proceso del lavado del racimo y el proceso de fumigado y la implementación de una banda transportadora por rodillo que permiten simplificar tareas y disminuir tiempos de ejecución de dichos procesos.

Finalmente se efectuó una evaluación financiera a la alternativa de solución mediante el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la propuesta, constando la validez de la propuesta.

**PALABRAS CLAVE:** Balance líneas, Eficiencia, Tiempo de ciclo, Tiempos productivos.

**APPLICATION OF THE LINE BALANCE TECHNIQUE FOR THE OPTIMIZATION OF PRODUCTIVITY IN THE FILLING OF BANANA BOXES IN THE "LA PASION" FINANCE LOCATED IN BABAHOYO - LOS RIOS**

**ABSTRACT**

This research aims to improve the process of packing banana boxes through Balance Lines, with the purpose of increasing the performance in the process. All the processes involved in the production of banana box packaging were identified and each one is described.

The methodology used in this research ranges from the description of the process, identification of problems, waste, implementation of improvements to cost-benefit analysis. To describe the process, it is analyzed from the moment the raw material is received until the box is ready to be transported.

The method selected for the analysis of this process is the "Chain balancing", which requires the determination of tasks, origin diagrams, and calculation of the cycle time, minimum number of stations, leisure time and the efficiency of the current situation for finally balance the activities in each workstation.

In the proposed situation, the automated process of the cluster washing process and the fumigating process and the implementation of a roller conveyor belt that simplify tasks and reduce execution times of said processes are proposed.

Finally, a financial evaluation of the solution alternative was carried out using the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR) of the proposal, stating the validity of the proposal.

**KEY WORDS:** Balance lines, Efficiency, Cycle time, Production times.

## INTRODUCCION

Hoy en día todas las organizaciones tienen como objetivo la necesidad de reducir costos, aumentar su calidad y niveles de eficiencia. Por todo aquello por primera vez en el año 1955 se definió el problema de equilibrado de balance de líneas (Muñoz Ramirez, 2018), logrando en la actualidad un aporte a la industria, mejorando su competitividad gracias al correcto manejo de sus diferentes procesos de producción.

La técnica de balance inicial o también llamado (distribución de flujo de trabajo) permite la agrupación de actividades de trabajo en centros de trabajo, logrando aprovechar al máximo los recursos utilizados y la eliminación de los tiempos ociosos. Esta técnica ayuda a obtener un control de la producción esto significa que los tiempos de producción de cada una de los puestos de trabajos deben ser similares o idénticos evitando la existencia de cuellos de botella (kenis, 2004).

A nivel mundial tomar decisiones sobre distribución de departamentos de trabajo, estaciones de trabajo y lugares donde se guarda los productos dentro de una instalación, implica tener claro el ordenamiento de todos los procesos que garanticen un flujo continuo de trabajo. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) Afirma que la mayoría de las empresas en lugar de: aceptar nuevos pedidos aprovechando la capacidad de cuellos de botella o programar su producción para conservar sus cuellos de botellas, el balance inicial crea estaciones de trabajo con cargas de trabajo balanceadas de modo que la capacidad del cuello de botella no sea mucho más alta que las otras estaciones de trabajo.

El presente estudio de trabajo se aplica con la finalidad de analizar el proceso de producción de cajas de banano mediante la implementación del balance de línea en sus procesos, para conocer donde existe dificultades y mejorarlas, en este análisis se identificó cuellos de botellas en diferentes procesos de producción como son: el pesado, fumigación, repesado y embalaje.

Después de haber observado los diferentes cuellos de botella se nota que se basa en una distribución basada en el producto porque todos sus recursos utilizados y equipos están ordenados en forma secuencial, es decir cada proceso necesidad terminar para poder continuar con el siguiente proceso.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para nadie hoy en día está oculto que las industrias conforman el desarrollo de un país, las industrias dedicadas a la producción de banano en Ecuador representan el 2% del PIB general y aproximadamente el 35% del PIB agrícola. Según registro del Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) “Ecuador consta con 162.234 hectáreas sembradas de banano y con 4.473 productores de frutas de banano generando más de 2.5 millones de empleos en todo el país” (Cevallos, 2018).

Por tal motivo las industrias bananeras han adoptado cambios para facilitar la colocación de productos y servicios en mercados internacionales con productos de alta calidad, se han adaptado cambios en la gestión interna de la organización con la aplicación de herramientas de gestión tales como ISO 9000, planificación estratégica, sistemas integrados, pero sin embargo se ha observado el fracaso de estas herramientas de gestión.

Con la implementación de la ingeniería industrial encargada de aprovechar los recursos humanos y establecer la relación hombre máquina, aparece la aplicación de la técnica de balance de línea que tiene como finalidad equilibrar tiempos de las operaciones y que el proceso de producción sea continuo, a pesar de la importancia de la técnica en las industrias para mejorar la productividad se la ha dejado a un lado.

El presente estudio está basado en una planta ubicada en la provincia de Los Ríos, dedicada a la producción de cajas de banano que se obtiene mediante los procesos de desflorado, lavado, desmanado, deslechado, picado, enjuague, pesado, fumigado, etiquetado, repesado, envasado y tapado. Entre sus funciones principales tiene la de procesar la materia prima (racimo de banano) y obtener al final cajas de banano. Al visitar el proceso de producción se identificó algunos procesos están generando pérdida de tiempos como son: el lavado de racimos donde existe actualmente un solo trabajador para abastecer grandes cantidades de racimos limpios al proceso de desmanado; en el proceso de fumigado existen dos trabajadores, uno de ellos pierde parte de su tiempo en trasladar las bandejas que salieron procesadas de la actividad anterior; y en el embalaje, este proceso consta de 4 embaladores donde un embalador no puede empezar su actividad mientras el otro no culmine dicha actividad creando el mayor cuello de botella por lo que resulta necesario aplicar un “BALANCE DE LÍNEA” en el proceso actual y así poder mejorar la productividad de la empresa.

### **Formulación del problema**

“Cómo incide la aplicación de la técnica de balance de líneas en la optimización de proceso de llenado de cajas de banano”.

### **OBJETIVOS**

#### **Objetivo general**

- Determinar alternativas para optimizar la productividad en el llenado de cajas de banano de la hacienda “LA PASION” ubicada en Babahoyo – Los Ríos aplicando la técnica de balance de líneas.

#### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de llenado de cajas de banano determinando las oportunidades de mejora en los diferentes procesos.

- Establecer las causas que generan pérdida de la eficiencia en los estándares de productividad de los trabajadores.
- Describir las actividades integrantes del proceso de producción de cajas de banano.
- Elaborar un diseño del balance de lineal futuro con las posibles soluciones al proceso de producción de cajas de banano
- Determinar la valoración económica de las soluciones para validar la viabilidad financiera de la propuesta.

## **JUSTIFICACIÓN**

Mediante la presente investigación se busca la optimización del proceso de producción de cajas de banano que permita generar pérdidas de tiempos y reducción de costos en sus diferentes procesos.

Las cajas de banano en diferentes partes del Ecuador son elaboradas de manera empírica, pues existen muchas quejas de bajo rendimiento por parte de los trabajadores en el proceso de producción. Por aquello (Peña Orozco, 2016) asegura que existe la necesidad de proponer un mejoramiento del proceso de producción lo cual implica balancear estaciones de trabajo, reducir los desequilibrios entre los trabajadores, crear flujos continuos sobre la línea de producción, minimizar el tiempo ocioso, maximizar la eficacia y minimizar el número de estaciones, generando en los trabajadores sobrecarga de actividades.

Uno de los principales propósitos de nuestra investigación surge de la importancia que se debe tomar al área de producción en cada uno de sus procesos sobre la correcta equilibración de tiempo y trabajadores, también servirá de ayuda para todas las industrias bananeras que deseen mejorar sus situaciones de producción para saber dónde empezar, cómo mejorar y qué clase de método utilizar en los procesos.

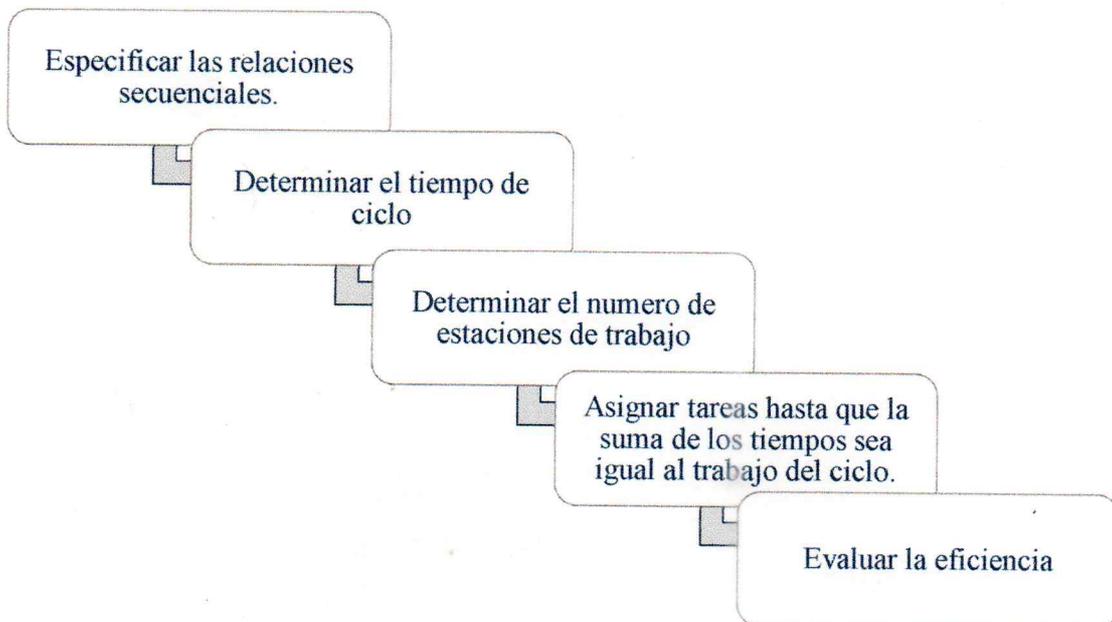
## ALCANCE

El presente trabajo con la aplicación de la técnica de Balance Lineal tendrá como objetivo analizar los procesos de producción de cajas de banano, desde el ingreso de la materia prima a la empacadora en racimos hasta obtener el producto terminado que serían cajas de banano.

## METODOLOGÍA

Utilizaremos la metodología que se muestra en la Figura 1. Donde indica cada paso necesario para la aplicación de la técnica de balance de línea en el proceso de producción de cajas de banano.

*Figura 1 Metodología del balance lineal*



*Fuente 1 Elaboración los autores del proyecto*

## **CAPÍTULO II**

### **ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes**

(Gonzales Cojoc, 2008) En su investigación sobre “*Desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos, en las líneas de producción en una farmacéutica*” concluye en el uso adecuado del tiempo proporciona un aumento de la eficiencia en los procesos industriales, es por ello que se analizan cada una de las operaciones que conforman la actividad productiva, donde todos aquellos factores que son necesarios para su funcionamiento han sido tomados en cuenta.

(Lopez, G., & Sosa, 2011) Señalan en su investigación sobre “*Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta*” la importancia del diseño de líneas para sistemas de producción debido a que incide directamente en el rendimiento de fabricación. Se consiguió eliminar los tiempos ocios del proceso, además con el tiempo estándar de cada tarea se debe instruir a los trabajadores a cumplir con dichos rangos de ejecución. Para conocer si una línea de producción esta balanceada es cuando se han eliminado los tiempos de espera de una operación a otra.

Mediante la revisión documental se ha demostrado la eficiencia de la aplicación del Balance de líneas de producción, es una manera integral de identificar operaciones, tiempos y aprovechar de mejor manera los recursos.

#### **MARCO TEORICO**

En este capítulo se dan a conocer todos los conceptos necesarios para la comprensión de la técnica de balance de líneas, cabe recalcar que esta técnica tuvo contribución desde los tiempos de Henry Ford y su modelo T con la correcta distribución en planta basada en el producto, desde allí ha generado un gran aporte a la ingeniería.

Según Grzecha (2011) citado por (Muñoz Ramirez, 2018) afirma que los primeros conceptos sobre balance de líneas consiste en un conjunto de estaciones de trabajo, dispuestas en forma lineal y conectadas entre sí, con el objetivo de producir un bien de manera eficiente y en el menor tiempo posible. (pág. 22)

## **Distribución en planta**

A partir de la revolución industrial con el aporte de Taylor sobre la Administración Científica surge la aparición de la distribución de planta. Según argumentan que la distribución en planta consiste en “la ordenación física de los factores y elementos que participan en el proceso productivo de la empresa”. Así pues, tendrá una importante influencia en la utilización de recursos, procesos de fabricación, mecanismos de control y costo de producción.

“La distribución en planta persigue optimizar la ordenación de las maquinarias, personas, materiales y servicios auxiliares de manera que el valor añadido por la función de producción se máximo” (Suñe Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004).

Para (Lopez Peralta, 2000) la distribución en planta es:

Una técnica para el planeamiento de la colocación de recursos industriales ósea trabajadores, espacios necesarios para el movimiento de materiales y para almacenes, y área necesaria para actividades o servicio auxiliares; para obtener esta colocación de forma que sea eficiente y económica. (pág. 20)

*Figura 2 Distribución de planta*



*Fuente 2 (Lopez Peralta, 2000)*

### Objetivos

- Minimizar el tiempo de transporte interno.
- Mejorar el espacio disponible.
- Tratar de realizar la distribución atendiendo el bienestar de los trabajadores.
- Mejorar la flexibilidad en los procesos productivos para adaptarse a los cambios.

## **Tipos de Distribución**

### **Distribución por proceso**

La distribución por proceso está particularmente bien adaptada a la producción de gran número de productividad similares. Mientras la demanda va consumiendo el stock, se inicia la producción de un nuevo lote. Por lo general, una distribución por proceso es la estrategia de bajo volumen y alta variedad, en los talleres de trabajo cada producto pasa una serie de operaciones distintas. Un producto o pedidos se elaboran trasladándolo de un departamento a otro.

### **Ventajas**

1. Optimización del uso de las máquinas, permitiendo disminuir las inversiones.
2. Se ajustan a la diversidad de productos y a los cambios en la serie de operaciones.
3. Conserva el ritmo de la producción en cuestión de:
  - Daño de equipo o maquinaria
  - Insuficiencia de materiales
  - Inasistencia de trabajadores

### **Distribución por posición fija**

Es aquella que es aplicada para proyectos de gran magnitud como por ejemplo: barcos, puentes, carreteras y casa, ya que sus dimensiones y peso son complicados de trasladar de un lugar a otro. En este caso se requiere que los trabajadores y el equipo se desplacen al área de trabajo.

Donde la distribución de posición fija se complica por tres razones:

- Espacio limitado en prácticamente todos los lugares.
- Se necesitan diferentes materiales; en consecuencia, los diversos componentes llegan a convertirse en críticos.
- El volumen de los materiales necesarios es dinámico.

## Distribución por producto

Esta distribución es aplicada en los procesos de producto en los cuales se agrupan a los trabajadores y el equipo de acuerdo con la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto. Para obtener un flujo continuado entre una estación de trabajo y la siguiente permitiendo de esta manera que a medida que se avanza en el proceso, la transformación se va cumpliendo hasta llegar al producto terminado.

## Ventajas

1. Reducción del manejo de materiales
2. Disminución de materiales en proceso, permitiendo reducir el tiempo de flujo
3. Uso efectivo de la mano de obra
4. Mayor facilidad de control
5. Reducción de la congestión y el área de suelo ocupado por almacenamiento de materiales y piezas.

*Tabla 1 Características de una distribución por producto*

	<b>Producto</b>	<b>Proceso</b>	<b>Fija</b>
<b>Característica del producto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Volumen de producción elevado</li><li>• Producto estandarizado</li><li>• Producción constante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Volumen de producción variado</li><li>• Diferente tasa de producción</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Volumen de producción bajo</li><li>• Línea de puesto fijo</li><li>• Producto único</li></ul>
<b>Flujo del producto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Línea continua</li><li>• Secuencia estandarizada</li><li>• Unida a unidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flujo diversificado</li><li>• Secuencia de operaciones únicas</li><li>• Por lote</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maquinarias, trabajadores y materiales se desplazan</li><li>• Flujo bajo o nulo</li></ul>

<b>Manejo de materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de materiales sistematizado, frecuentemente automatizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo y volumen de materiales es variable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales a menudo en poca cantidad</li> </ul>
<b>Inventario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta rotación de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja rotación de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario variable a veces inmóvil</li> </ul>
<b>Tiempo de ciclo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy largos</li> </ul>
<b>Costo de producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos fijos muy altos</li> <li>• Costo variables bajos</li> <li>• Costo unitarios bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo fijos bajos</li> <li>• Costo variable alto</li> <li>• Costo unitarios medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo variable elevado</li> <li>• Costo fijos bajos</li> </ul>

*Fuente 3 Elaboración los autores del proyecto*

### **Estudio de tiempos**

Esta actividad implica tener un tiempo permitido para la ejecución de una tarea determinada, considerando el agotamiento, los atrasos personales e inevitables para la medición del trabajo.

### **El tiempo estándar de una operación**

Es el lapso de tiempo necesario que un trabajador capacitado tardaría en realizar una operación, utilizando un método definido, a una velocidad normal y trabajando en condiciones normales de operación.

### **Línea de producción**

Una línea de producción tendrá estaciones y sistemas de rutas colocadas de forma secuencial, con el fin de que un producto avance de un proceso a otro, realizando en cada proceso obtener

el producto final. A continuación, se describe de forma breve los diferentes procesos que existen en la línea de producción para la obtención de cajas con banano.

*Figura 3 Línea de producción*



*Fuente 4 Elaboración los autores del proyecto*

### **Balance de líneas**

El balance de líneas de producción se fundamenta en la integración de las actividades secuenciales de trabajo en los centros de trabajos, con la finalidad de lograr el aprovechamiento de los insumos para reducir o eliminar tiempos. Según los autores (Suñe Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004) “señalan que la elaboración de una línea de producción radica en compartir las tareas de manera que los recursos utilizados estén aprovechados de la forma más precisa posible en todo el proceso”.

Los pasos para iniciar un balance de líneas son:

- Definir las tareas de todos los proceso de producción.
- Tiempo de ejecución para el desarrollo de cada tarea.

- Insumos utilizados.
- Precedencia de ejecución de las tareas.

Una línea de producción esta balanceada cuando la capacidad de producción de cada una de las operaciones del proceso tiene la misma capacidad de producción. Gestionar, además, que todas las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempo, y que dichas cantidades para lograr la tasa de producción esperada.

Propósitos del balanceo de líneas según (Meyers, 2000):

- Mínima distancia recorrida.
- Flujo de trabajadores.
- Identificación de cuellos de botellas.
- Igualar cargas de trabajo.
- trayectoria fija.
- Reducción del costo de producción.
- Tiempo mínimo y materiales en proceso

Beneficios del balanceo de líneas:

- Alcanzar la producción esperada en el tiempo requerido
- Administración de la producción
- Aumento de productividad general y motivación personal
- Estudio de tiempos y movimientos para distribuir cargo de trabajo
- Dar continuidad a los flujos de los procesos
- Eliminación de sobre producción, tiempo de espera, transporte, procesos, inventarios, movimiento, productos defectuosos

**Tiempo de ciclo**

Es el tiempo que se emplea para completar una tarea del proceso, este tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y del dependerá diferentes aspectos relacionados con la productividad y la gestión de la producción. Es aquel que aporta valor al producto o servicio, cuanto más rápido sea mayor cantidad de producto podremos producir aumentando la producción (Heizer & Rendy, 2009).

El tiempo de ciclo será inferior al lead time ya que debemos tener en cuenta las paradas programadas, y las posibles eventualidades. Si se define bien el tiempo de ciclo podremos obtener ventajas:

- Control de productividad adecuada.
- Equilibrado de la producción.
- Correcta gestión de la producción, tamaño de los stocks y tiempo de paro.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de producción disponible por día}}{\text{unidades requeridas por día}}$$

#### **Número de estaciones**

Una vez calculado el tiempo de ciclo, se debe encontrar el número mínimo de estaciones este se calcula con el tiempo total de ejecución de las tareas dividiendo entre el tiempo de ciclo

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{\sum Ti \text{ sumatoria de los tiempos de ejecucion de los procesos}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

#### **Tiempo ocio**

Según los aportes de (Kajuwski & Ritzman, 2000) explica que “es el total del tiempo improductivo de todas las estaciones que participan en el ensamble de cada unidad” (pág. 428)

$$\text{Tiempo ocio} = nc - \sum t$$

Donde

$n$  = numero de estaciones

$c$  = tiempo del ciclo

$\sum t$  = tiempo estandar total requerido para el ensamble de cada unidad

### **Eficiencia de la línea**

Es la relación entre el tiempo productivo y el tiempo real, mientras más cercano es el resultado al 100% más eficiente será la línea de producción.

$$Eficiencia = \frac{\sum t}{nc} (100)$$

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

#### **Descripción de la planta**

La hacienda “LA PASION” (figura 4) es una bananera ubicada en la provincia de Los RIOS con un área de 170 hectáreas de banano, se realiza el embalado de la fruta el mismo que consta de receptor la fruta, luego se la corta, enjuaga, pica, se realiza el pesado, fumigado, etiquetado y se embala en cajas de cartón corrugados para luego ser colocados en un container para ser trasladado a un centro de distribución.



*Figura 4 Hacienda LA PASION*

#### **Descripción del proceso**

Existen varios métodos empleados para el llenado de cajas de banano que varían en función de sus características y peso como se muestra en la siguiente tabla. Como objeto de estudio

tenemos la elaboración de cajas de banano en cajas tipo 22XU que varía entre 41.5 a 43 lb según las especificaciones del consumidor final.

*Tabla 2 Tipos de caja de banano*

<b>TIPO DE CAJA</b>	<b>TIPO DE FRUTA</b>	<b>PESO DE CAJAS (Libras)</b>
<b>22XU</b>	BANANO	41.5 A 43
<b>22XU</b>	BANANO	45
<b>208</b>	BANANO	31
<b>2527</b>	BANANO	28
<b>22XUCSS</b>	BANANO	45
<b>BB</b>	ORITO	15
<b>BM</b>	MORADO	15

*Fuente 5 Elaboración los autores del proyecto*

Cuando se realiza un embarque en la hacienda La Pasion, un inspector enviado por parte de la compañía la cual recibirá el producto final, verificará el estado de la almendra cuando llega el racimo a la empacadora con esta verificación asegura si la fruta no está madura, caso contrario concluye que todos los racimos que llegan en esa garrucha están maduros y se lo rechaza.

### **Proceso de llenado de cajas con banano en la hacienda “LA PASION”**

#### **1. Recepción de la fruta**

El proceso involucra el almacenar racimos que vienen desde el campo mediante cables vías, llegan veinte racimos por los diferentes cables vías y son colocados en forma ordenada para realizar diferentes labores de control de calidad, a dos de cada veinte racimos que llegan por los cables vías como: pesar, controlar la cantidad, longitud del dedo, defectos y edad del racimo que se obtiene por el color de las cintas ubicadas en la parte superior del racimo. Esta laboral lo realizan los inspectores de calidad de la empresa a la cual va a recibir nuestro producto terminado, obteniendo registros de post cosecha para la finca y la empresa receptora del producto terminado. Figura 5 y 6



*Figura 5 Longitud del dedo*



*Figura 6 Recepción de fruta*

## **2. Desflore**

Si existe presencia de flores secas en la punta de los dedos del racimo, se procede a su eliminación, comenzando desde la parte inferior del racimo hacia arriba girando manualmente hasta obtener un racimo limpio de flores secas. Figura 7



*Figura 7 Desflore*

## **3. Lavado del racimo**

Consiste en la eliminación de materiales contaminantes como lo son: arañas, insectos, nidos de aves o cualquier tipo de animales. Aplicando agua mezclada con líquidos especiales para la eliminación de dichos contaminantes. Un trabajador es el encargado de lavar los racimos con una manguera verificando a la vez que pasen al siguiente proceso sin ninguna materia contaminante. Figura 8



*Figura 8 Lavado del racimo*

#### **4. Desmane**

Es el corte que se realiza con una cuchareta afilada a las manos de los racimos, se debe comenzar de arriba hacia abajo evitando cortar o maltratar los dedos de las frutas

Las manos obtenidas se colocan suavemente en las tinas de enjuague, no poner las manos en el mismo lugar, alternando su ubicación. Se debe llenar la tina con más de la mitad ya que atrasaría el proceso y daña la fruta. Figura 9.



*Figura 9 Desmane*

#### **5. Enjuague de manos**

Es la primera piscina que se llena donde se enjuaga las manos extraídas del racimo, las manos tienen aún la corona sin procesar por lo cual el agua solo contiene cloro adicional para una

limpieza exterior, el tiempo de llegada de las manos hacia los picadores depende de la presión del agua con lo cual consta la empacadora. Figura 10

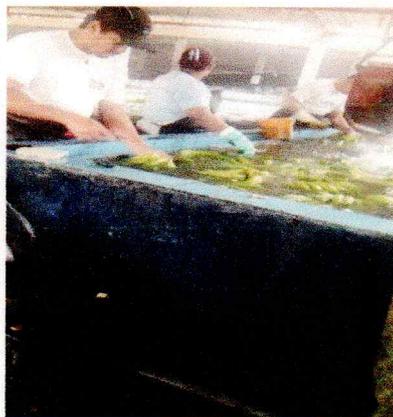
*Figura 10 Enjuague de manos*



*Fuente 6 Internet*

#### **6. Selección o clúster**

Se procede con la clasificación de la fruta en: calidad superior, inferior y no utilizables para la exportación, luego la mano de la tina se la limpia con una esponja de uretano y se revisa toda la fruta para observar defectos. Se apartan las manos dejando entre 5 a 8 dedos por cada gajo. Se corta la corona evitando desgarradura dejando la mayor cantidad de corona posible en cada gajo, posteriormente se mide los dedos en base a las normas específicas de selección, al instante se coloca en la tina de desleche. Figura 11



*Figura 11 Selección de clúster*

## 7. Lavado y desleche

Los clúster son transportados por un flujo de agua continuo desde un borde de la tina hasta el otro lado, donde están seleccionadores y dosificadores de fruta. En la tina se coloca un producto que renueva el látex, el cual actúa todo el tiempo que la fruta recorre la tina, se eliminan clúster deformes o que presenten señales de estropeo, rasguños, daños causados por insectos u otros que desmejoren su presentación en más de los dedos. Figura 12



*Figura 12 Lavado y desleche*

## 8. Clasificación

En una bandeja específicamente diseñada se deposita el número de clúster necesarios hasta completar el peso solicitado por caja, en las bandejas los gajos van clasificado en: gajos pequeños en un lado izquierdo de la bandeja, gajos medianos en el centro de la bandeja y gajos grandes en el lado derecho de la bandeja. Figura 13



*Figura 13 Clasificación*

## 9. Fumigación

Se procede aplicar a las coronas de los gajos una solución de sulfato de aluminio y fungicida para prevenir el desarrollo de hongos que dan paso a la descomposición de la corona durante el transporte y almacenamiento. Figura 14

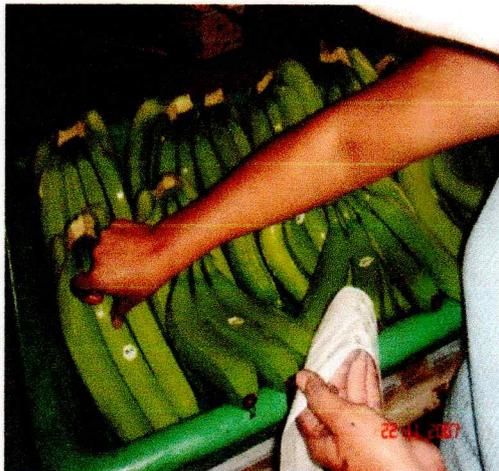


*Figura 14 Fumigación*

## 10. Etiquetado

Se procede a colocar los sellos distintivos de la compañía exportadora en los dedos de los clúster, estos sellos van colocado en la parte central de los clúster. Figura 15

*Figura 15 Etiquetado*



*Fuente 7 Internet*

## 11. Pesado

Las cajas deben pesar 43lb con una variación aceptable menor a 100gr, si el peso es el correcto pasa a los embaladores, caso contrario se añade o quita o cambia cluster. Figura 16



*Figura 16 Pesado*

## 12. Embalado

En las cajas de cartón se coloca la primera fila con los dedos pequeños y pianos con la corona hacia el embalador, en la segunda fila se pone un protector de plástico con los dedos medianos o pequeños con la corona en dirección opuesta al embalador. En la tercera fila se acomoda el plástico y la lámina protegiendo la primera fila, donde se coloca los dedos largos y curvos, en la cuarta fila van los dedos medianos o largos por encima del plástico y la lámina que protegen la segunda fila de los dedos. Figura 17



*Figura 17 Embalado*

### 13. Tapado y ligado

Se coloca la tapa de cartón cuidando que los orificios de ventilación del fondo y de la tapa coincidan se debe comprobar que estos orificios estén libres de cualquier objeto que produzcan su obstrucción antes de realizar el tapado.

Luego se junta la bolsa haciendo un moñón con una liga verificando que las bolsas no estén rotas ni existan empaques altos. Figura 18



*Figura 18 Tapado*

### 14. Paletizado

Es el último proceso en la línea de empaque, donde se colocan las cajas sobre una estiba sujetándolos con zunchos, esquineros y grapas. Las cajas van ubicadas una encima de otra en grupo de cuatro cajas por nivel, cada nivel va sujetadas con zunchos sin maltratar las cajas.

Figura 19.



*Figura 19 Paletizado*

### 15. Subproceso de elaboración de cajas de cartón

En este proceso los cartones llegan en forma de hojas planas en lotes, donde se proceden a armarlos colocando pegamento en la parte inferior del cartón para que se acople y tome la forma de una caja, siendo sujeta por segundos, para que pueda servir de soporte para los clúster de banano, su almacenamiento después de su elaboración es en forma de columnas, el mismo procedimiento se realiza con las tapas, para su elaboración y almacenaje.

#### Seguridad personal por cada actividad

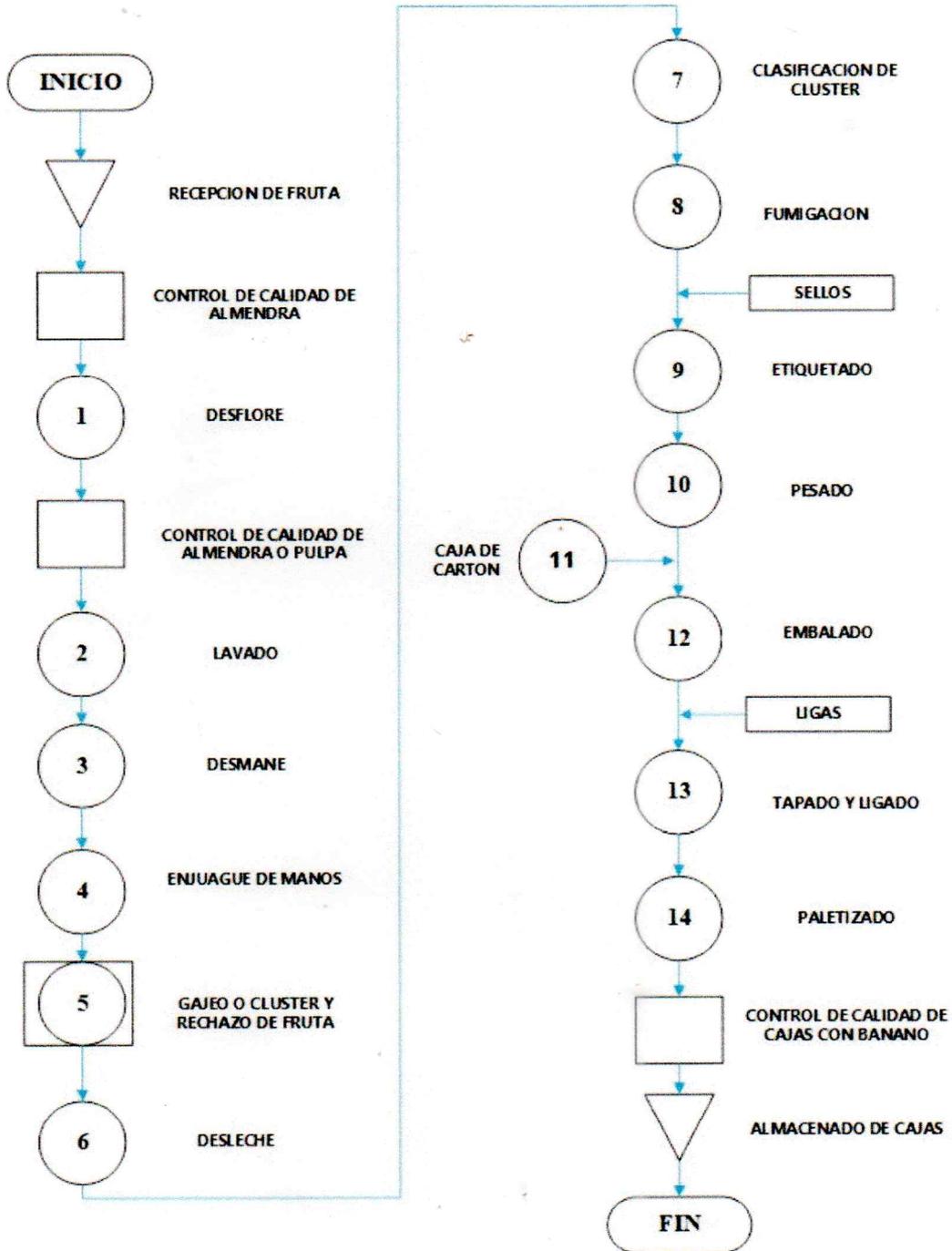
*Tabla 3 Seguridad personal*

	Botas	Guantes de látex	Delantal	Mascarilla	Dedales
Recepción	X		X		
Desflore	X		X		X
Lavado	X	X	X		
Desmane	X		X		
Gajeo o Clúster	X	X	X		
Clasificación	X	X	X		
Fumigación	X	X	X	X	
Etiquetado	X		X	X	
Pesado	X		X		
Embalado	X	X	X		
Tapado y ligado	X		X		
Paletizado	X				

*Fuente 8 Elaboración los autores del proyecto*

De forma gráfica se representa a continuación todos los procesos redactados mediante un diagrama de operaciones, añadido el subproceso de pegado de cartón y materiales adicionales con las ligas y los sellos que son indispensables en diferentes procesos para su culminación.

Figura 20 Diagrama de operaciones de producción de cajas con banana



Fuente 9 Elaboración los autores del proyecto

A continuación, se elaboró una (tabla 4) de todos los procesos de producción en diferentes unidades de tiempo. Para la obtención de los tiempos se los realizo mediante un cronometro en

cada uno de los procesos, cabe recalcar que los tiempos mostrados en la tabla ha sido promediados ya que existían tiempos que variaban por segundos.

En el proceso 1 no tenemos tiempos promedios, ya que en este punto los trabajadores del campo antes de comenzar el proceso de empaque ya tienen la recepción de materia lleno de racimos listos para su proceso.

Desde el proceso 2 al 4 se los tomo en unidades de segundos por racimo debido a que en estos procesos son donde nuestra materia prima aún se encuentra en racimos.

El proceso 5 al 7 está en segundo por clúster debido a que en este punto ya el racimo desapareció teniendo como materia prima ahora manos de banano que se convierten en clúster.

En el proceso 8 tenemos segundos por 19 clúster, esto es debido a que para este proceso se necesitan 19 clúster para completar el proceso.

Desde el proceso 9 al 11 está en seg por bandeja, debido a que cada proceso culmina su proceso con una bandeja de 19 clúster.

El proceso 12 a pesar de ser un subproceso, si genera valor a nuestro proceso y no es de almacenamiento porque tarda 3 segundos por caja para que esté disponible para ser embalado con clúster de banano Al final el proceso 13 y 14 se los realiza en min por caja debido a que en este punto ya se ubican los clúster en las cajas de cartón.

Para nuestro estudio se realizó la conversión de las unidades obtenidas en una sola unidad de tiempo min/caja facilitando una mayor comprensión.

*Tabla 4 Tiempos de los procesos de producción de cajas con banana*

N	PROCESOS	TIEMPOS		TIEMPOS (min/caja)
		Promedio	Unidades	Promedio
1	RECEPCION DE MATERIA PRIMA	-	-	-
2	DEFLORE	42	seg/rac	0,62
3	LAVADO	12	seg/rac	0,18
4	DESMANE	38	seg/rac	0,57
5	ENJUAGUE	20	min/19 clúster	20
6	GAJEO O CLUSTER	1,7	seg/clúster	0,54
7	DESLECHE	23	min/19 clúster	23
8	CLASIFICACION	25,32	seg/19 clúster	0,42
9	FUMIGACION	3,59	seg/ bandeja	0,06
10	ETIQUETADO	19,29	seg/ bandeja	0,32
11	PESADO	5,48	seg/ bandeja	0,091
12	CAJA DE CARTON	3	seg / caja	0,05
13	EMBALADO	42	seg / caja	0.70
14	TAPADO Y LIGADO	5,6	seg / caja	0,093
15	PALETIZADO	0,48	min/ caja	0,48
16	ALMACENADO	-	-	-

*Fuente 10 Elaboración los autores del proyecto*

*Tabla 5 Conversiones*

CONVERSIONES	
1 racimo	7 manos
1 mano	3 clúster
1 bandeja	19 clúster
1 bandeja	1 caja

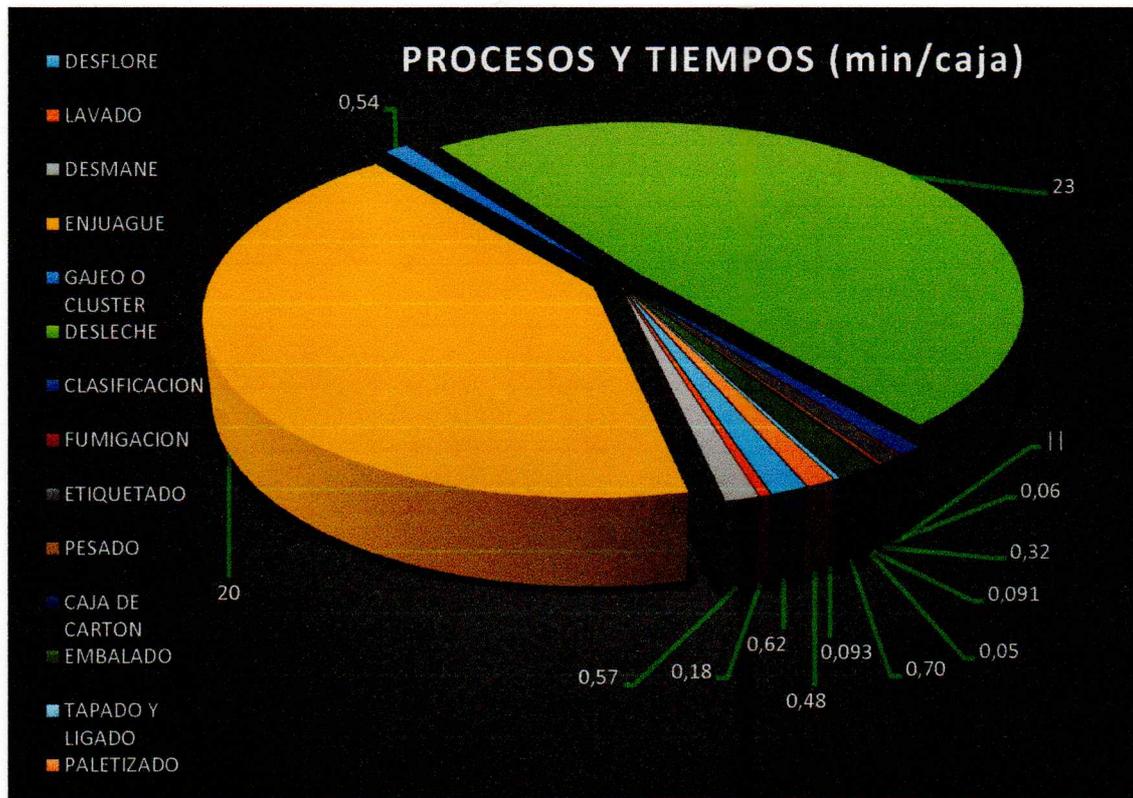
*Fuente 11 Elaboración los autores del proyecto*

Los tiempos marcados de color verde en la tabla 4, nos indica los procesos que tienen el mayor tiempo promedio de todo el proceso que son enjuague (20 min/19 clúster) y desleche (23 min/19 clúster), lo cual para realizar un balance de líneas de toda la línea de producción no los consideramos, porque estas actividades, aunque sea indispensables en el proceso son consideradas como procesos de almacenamiento.

## Balance de la línea de producción

Para el balance de la línea de producción se utilizó los tiempos de los procesos y subproceso, para una mejor comprensión mediante un diagrama de pastel (figura 21) se muestra los tiempos en unidades de min/caja por cada operación y con un solo operador.

Figura 21 Diagrama de pastel de los procesos y tiempos (min / caja)



Fuente 12 Elaboración los autores del proyecto

## Cálculo del ciclo de producción

Para el proceso de llenado de cajas con banano se tiene disponible una duración de 8 horas laborales que equivalen a 480 min por turno, donde se realizan 3000 unidades de cajas, la empresa realiza este proceso cuatro días a la semana realizando un total de 12000 cajas semanales.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de producción disponible por día}}{\text{unidades requeridas por día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{480 \text{ min}}{3000 \text{ cajas}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 0.16 \text{ min caja}$$

### **Número mínimo de estaciones de trabajo**

*Tiempo de las tareas*

$$= 0.62 + 0.18 + 0.57 + 0.54 + 0.42 + 0.06 + 0.32 + 0.091 + 0.05 + 0.70 \\ + 0.093 + 0.48 = 4.64 \text{ min/caja}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{\sum T_i \text{ sumatoria de los tiempos de los procesos}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{4.64 \text{ min/caja}}{0.16 \text{ min/caja}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = 29 \text{ Estaciones de trabajo}$$

### **Numero de operarios por centro de trabajo**

El número de trabajadores que laboran en el área de empaque son en total 31 de los cuales 1 trabajadores es el encargado de abastecer las bandejas vacías y llenas que se quedan atrapadas en el proceso, por ese motivo no se le ha establecido un tiempo determinado por caja o bandeja en la línea de producción. La (tabla 6) establece los números de trabajadores de cada centro de trabajo.

$$\text{Numero de operarios por centro de trabajo} = \frac{\text{Tiempo de proceso}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Numero de operarios por centro de trabajo} = \frac{0.62 \text{ min/caja}}{0.16 \text{ min/caja}}$$

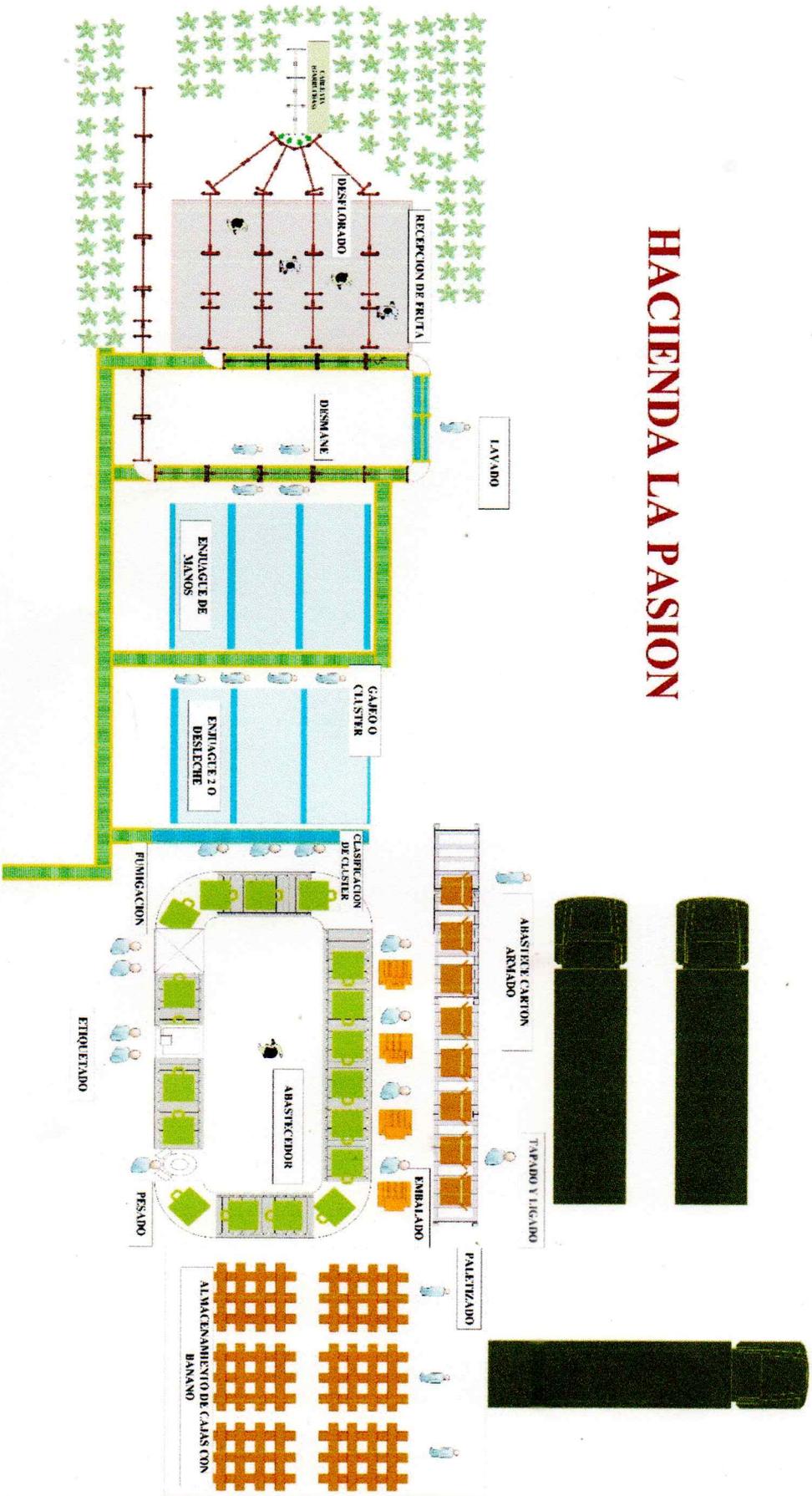
$$\text{Numero de operarios (DESFLORE)} = 3.875 \approx 4$$

*Tabla 6 Número de trabajadores por proceso*

N	PROCESOS	TIEMPOS (min/caja) Promedio	NUMERO DE TRABAJADORES EN LA LINEA DE PRODUCCION	
			BALANCEADOS	ACTUALMENTE
1	RECEPCION DE MATERIA PRIMA	-	-	-
2	DESFLORE	0,62	3,875	4
3	LAVADO	0,18	1,125	1
4	DESMANE	0,57	3,5625	4
5	ENJUAGUE	20	-	-
6	GAJEO O CLUSTER	0,54	3,375	4
7	DESLECHE	23	143,75	
8	CLASIFICACION	0,42	2,625	3
9	FUMIGACION	0,06	0,375	2
10	ETIQUETADO	0,32	-	-
11	PESADO	0,091	0,56875	1
12	CAJA DE CARTON	0,05	0,3125	1
13	EMBALADO	0,70	4,375	4
14	TAPADO Y LIGADO	0,093	0,58125	1
15	PALETIZADO	0,48	3	3
16	ALMACENADO	-	-	-

*Fuente 13 Elaboración los autores del proyecto*

# HACIENDA LA PASION



Fuente 14 Elaboración los autores del proyecto

## Análisis de los procesos de producción de cajas de banano

Los tiempos promedios por cada trabajador para realizar un proceso se muestra en la (figura 23) esto se realiza, debido a que existen procesos donde hay más un trabajador para abastecer el proceso. Podemos observar que existen dos procesos que están sobrepasando el tiempo promedio de cada proceso para la elaboración de una caja de banano (0.16min/caja) de banano.

Figura 23 PROMEDIO DE TIEMPOS POR CADA TRABAJADOR



Fuente 15 Elaboración los autores del proyecto

N	PROCESOS	TIEMPOS (min/caja)	NUMERO DE TRABAJADORES	TIEMPOS POR CADA TRABAJADOR (MIN/CAJA)
		Promedio	ACTUALMENTE	
1	RECEPCION DE MATERIA PRIMA	-	-	-
2	DESFLORE	0,62	4	0,155
3	LAVADO	0,18	1	0,18
4	DESMANE	0,57	4	0,1425
6	GAJEO O CLUSTER	0,54	4	0,135
8	CLASIFICACION	0,42	3	0,14
9	FUMIGACION	0,06	2	0,03
10	ETIQUETADO	0,32	2	0,16
11	PESADO	0,091	1	0,091
12	CAJA DE CARTON	0,05	1	0,05
13	EMBALADO	0,70	4	0,175
14	TAPADO Y LIGADO	0,093	1	0,093
15	PALETIZADO	0,48	3	0,16
16	ALMACENADO	-	-	-

### **Descripción de los procesos de lavado, fumigado y embalado**

Luego de realizar el balance lineal de toda la línea de producción de cajas con banano, se han encontrado tres procesos que están causando un desbalance de la línea de producción, causando cuellos de botella para los siguientes procesos.

#### **El lavado de racimos**

Después de haber sido desflorados los racimos siguen el camino en forma lineal donde deben ser lavados rápidamente, al existir tan solo un trabajador para el lavado de cada racimo como se muestra en la (figura 24) se crean un cuello de botella, ya que disminuye el proceso de producción y aumenta el tiempo de espera para los desmanadores, porque no pueden continuar con el proceso si el racimo no está totalmente lavado.

El proceso consta de aplicar agua a presión sujetando con una mano una manguera que pesa alrededor de 200g y con la otra mano se procede a girar el racimo revisando que se elimine toda clase de material contaminante. También el trabajador debe utilizar botas, mandil, guantes, gorro, para evitar tener contacto con el agua, pero la presión de agua con la que se lava el racimo hace inevitable que el trabajador tenga contacto con el agua. Figura 22.

*Figura 24 Lavado de racimos*



*Fuente 16 Internet*

## **Fumigación**

El proceso consta de 0.03 min por bandeja. Es el tiempo más bajo que tiene la línea, a pesar de esto consta de dos trabajadores para realizar la fumigación de las coronas de los clúster, al tener dos trabajadores se genera un desequilibrio de la línea restando 0.13 min/caja para cada fumigador, es decir tener dos personas para fumigar durante 480 min de horas laborales, genera un tiempo ocio de 62.4 min.

La fumigación de la corona de cada clúster se la realiza con un fungicida, evitando la pudrición de corona, este fungicida es mezclado con agua, y lo rocían con una bomba mochila colocada en su espalda, además para su aplicación el trabajador utiliza guantes, mandil, gorro, botas y sobre todo mascarilla. La mascarilla evita percibir el fungicida, las mascarillas utilizadas son las FFFP3 ideales para la protección de venenos, sustancias, bacterias. Según (Naisa.es, 2014) “afirma que la mascarilla FFP3 ofrece protección contra la contaminación del aire, teniendo como fuga de un 5% de aire contaminado que accedería por la mascarilla”, entonces los trabajadores si reciben el olor del fungicida, creando enfermedades a largo plazo. Figura

*Figura 25 Fumigación*



*Fuente 17 Internet*

## **Embalado**

Después del pesado las bandejas con clúster siguen el camino en forma lineal donde deben ser embalados en cajas de cartón por cuatro trabajadores, donde se crea un cuello de botella, ya que al ser un trabajo repetitivo se produce un tiempo de espera innecesario en la recepción de

las bandejas llenas ya que el ultimo y penúltimo embalador desperdician tiempo a la espera que el primer embalador termine para que así las bandejas llenas de clúster avancen hasta sus puestos de trabajo provocando retraso en el resto de la línea.

Las actividades del proceso de embalado son:

- A. Tomar el fondo
- B. Revisar y colocar la cartulina y la funda
- C. Recepción de bandejas llenas
- D. Colocación del radio y lamina plástica
- E. Colocación de la primera fila
- F. Colocación de la segunda fila
- G. Sacar el primer radio y halar la cartulina sobre la primera fila
- H. Colocación de la tercera fila
- I. Halar la cartulina y la funda sobre la segunda fila
- J. Colocación de la cuarta fila
- K. Ligado de la funda

La siguiente (tabla 7) indica los tiempos a cronometro tomado a los 4 embaladores que existen, se tomó dos muestras para revisar que sucede con el tiempo con la siguiente caja por embalar, sabiendo que se tratar de un trabajo repetitivo.

*Tabla 7 Tiempos del proceso de embalaje*

TRABAJADOR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1,7	5,5	8,45	3,36	4,25	6,34	3,54	4,25	2,34	4,45	2,08
2	1,71	5,3	8,23	3,15	4,45	5,54	3,86	4,45	2,31	4,85	2,12
3	1,68	5,5	8,46	3,15	4,34	5,52	3,48	4,34	2,35	4,54	2,23
4	1,74	5,5	8,48	3,3	4,03	4,45	4,1	5,03	2,38	4,03	2,17
1	1,74	5,6	8,24	3,02	5,54	5	3,97	5,54	2,46	4,54	2,15
2	1,68	5,3	8,85	3,4	4,35	5,25	3,59	5,35	2,86	4,53	2,16
3	1,72	5,9	8,98	3,3	5,75	5,5	3,69	5,75	2,99	4,75	2,2
4	1,7	5,1	8,36	3,07	4,3	5,45	3,34	5,3	2,66	4,03	2,13
<b>TOTAL</b>	2	4	8	3	5	5	3	5	2	4	2

*Fuente 18 Elaboración los autores del proyecto*

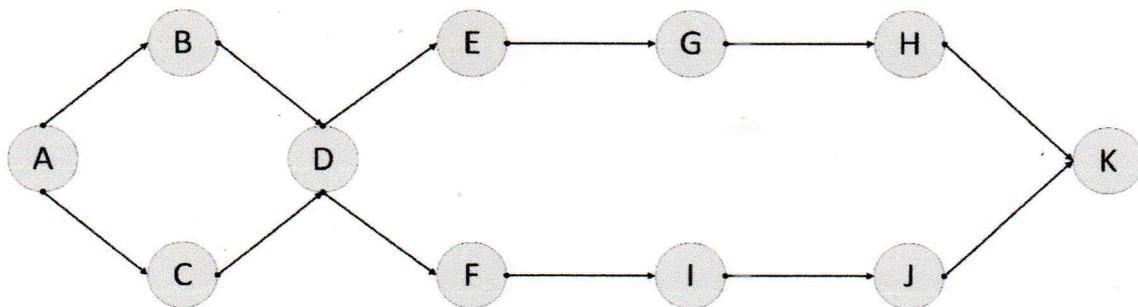
Para tener datos más profundos sobre lo que sucede en el proceso de embalado, a continuación, realizaremos un balance del proceso. Ya teniendo las actividades del proceso y los tiempos de las mismas ordenamos las actividades con los tiempos en la (tabla 8).

*Tabla 8 Actividades y tiempos del proceso de embalado*

TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO(SEG)	PRECEDENCIA
A	Tomar fondo	2	
B	Revisar y colocar la cartulina y funda	4	A
C	Recepción de bandeja llenas	8	A
D	Colocación del radio y lamina plástica	3	B; C
E	Colocación de la primera fila	5	D
F	Colocar la segunda fila	5	D
G	Sacar el radio y halar la cartulina sobre la primera fila	3	E
H	Colocación de la tercera fila	5	G
I	Halar la cartulina y funda sobre la segunda fila	2	F
J	Colocar la cuarta fila	4	I
k	Ligado de la funda	2	H; J
		<b>TOTAL</b>	<b>43 seg</b>

### Diagrama de precedencia

*Figura 26 Diagrama de precedencia*



*Fuente 19 Elaboración los autores del proyecto*

### Tiempo de ciclo

Tenemos 480 minutos de producción disponible por turno de trabajo que corresponden a 28800 segundos. Donde se deben elaborar 3000 unidades de cajas con banano.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de producción disponible por día}}{\text{unidades requeridas por día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{28800 \text{ seg}}{3000 \text{ cajas}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 9.6 \text{ seg/caja}$$

### Cálculo del número mínimo de estaciones

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{\sum Ti \text{ sumatoria de los tiempos de los procesos}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{43 \text{ seg}}{9.6 \text{ seg}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = 4.58 = 5 \text{ estaciones}$$

### Tiempo ocio

$$\text{Tiempo ocio} = nc - \sum t$$

Donde

$n$  = numero de estaciones

$c$  = tiempo del ciclo

$\sum t$  = tiempo estandar total requerido para el ensamble de cada unidad

$$\text{Tiempo ocio} = 5(9.6 \text{ seg}) - 43 \text{ seg} = 5 \text{ seg}$$

### Eficiencia

$$E = \left( \frac{\sum ti}{nc} \right) 100$$

$$E = \left( \frac{43}{5(9.6)} \right) 100$$

$$E = 0,9 * 100 = 90\%$$

### Retraso de línea

$$R = 100\% - 90\% = 10\%$$

Basado en los cálculos, existen un 10% de oportunidad para mejorar la eficiencia del proceso de embalado se buscará la alternativa de solución que se acople a las necesidades del proceso.

### Asignación de tareas a estaciones de trabajo

Una vez determinado los parámetros anteriores es posible igual las tareas en las estaciones de trabajo, a modo que se consuma todo el tiempo del ciclo en cada estación para minimizar los tiempos improductivos.

Figura 27 Asignación de tareas de trabajo

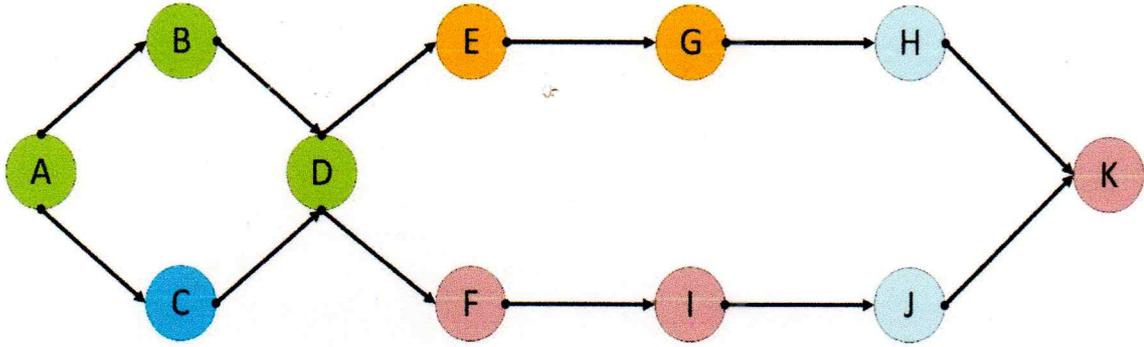


Figura 28 Estaciones de trabajo

ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4	ESTACION 5
				

## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Partiendo de los datos encontrados con la aplicación del balance de línea en todo el proceso de producción de cajas con banano, tenemos 3 procesos de producción que generan cuellos de botella, por ende, un retraso a toda la línea y tiempo ocio para algunos procesos.

#### **Proceso de lavado de racimos**

La propuesta consiste en la implementación de una cámara de lavado colocada en el cable vía, aprovechando el recorrido de los racimos hasta que llegan al proceso de desmanado, actualmente se consta de un trabajador que está provocando un cuello de botella con un tiempo 0.02 min/caja por cada racimo, es decir cuando el racimo pasa, el trabajador le faltan 0.02 min/caja para completar un lavado correcto de todo el racimo.

Comúnmente cuando al trabajador le llega un racimo este comienza a lavarlo correctamente pero cuando el observa que está provocando un cuello de botella, procede ya solo a realizar un lavado incompleto para equilibrar la línea.

Quizás se trata de una situación donde no se da a notar, pero recordemos que el lavado tiene como objetivo quitar todos aquellos excesos contaminantes que vienen desde el campo, y al realizar un lavado más rápido, existirán un riesgo alto de encontrar un exceso contaminante para el proceso de enjuague donde por medio de este contaminante de un racimo se lograra contaminar toda una tina, afectando a toda la línea.

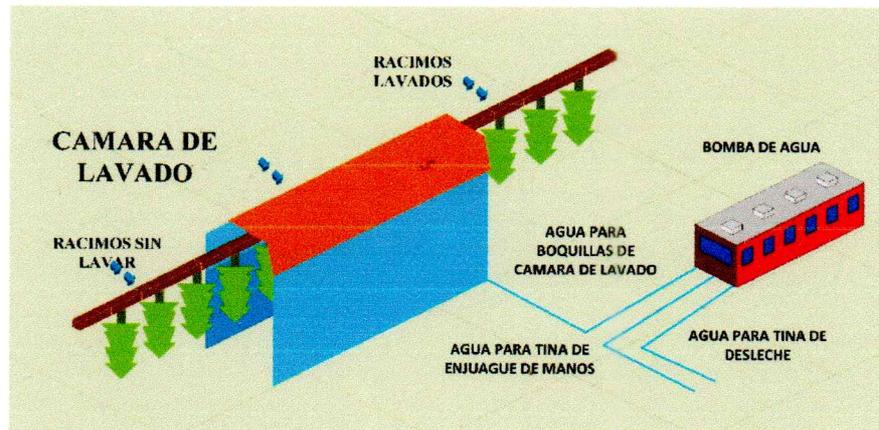
Como solución la cámara de lavado funcionara los 480 min teniendo como ventajas:

- Correcto lavado
- Aprovechamiento de tiempo
- Disminución de trabajador

La cámara de lavado tendrá una dimensión de 5 m de largo, donde se cubrirá con planchas de PVC los 5m de cable vía donde se realiza el lavado actualmente, para evitar que el agua se

desperdicie y sea aprovechado por el racimo. Para el lavado se colocará 12 boquillas dentro de la cámara que funcionaran con una línea de abastecimiento de agua a presión extraída de las bombas de agua que abastecen las tinas de enjuague y desleche. Figura 27

Figura 29 Cámara de lavado



Fuente 20 Elaboración los autores del proyecto

### Comparación de estado actual y mejora

El tiempo necesario para un lavado de racimos se estima que sea de 0.16 min/caja, la cámara de lavado realizara el lavado de racimos en 0.09 min/caja, es decir tendremos una reducción de tiempo de lavado de 0.09 min / caja. Con esto se equilibra el proceso de lavado dando la oportunidad de abastecer racimos no solo para una producción de 30000 cajas por turno de trabajo sino para 5300 cajas si se necesita.

Tabla 9 Comparación de estado actual vs mejora

ACTUAL (1 RACIMO)	MEJORA (2 RACIMOS)
Tiempo de lavado 0.18 min / caja	Tiempo de lavado 0.09 min / caja
Agua utilizada 2 litros de agua	Agua utilizada 2 litros de agua
Un trabajador	Ningún trabajador
Capacidad 3000 cajas en turno de 480 min	Capacidad 5300 cajas en turno de 480 min

Fuente 21 Elaboración los autores del proyecto

## Proceso de fumigación

Analizando el proceso actual se dio la implementación de una cámara de fumigación de la fruta por bandeja, sin desperdicios de fungicida. Actualmente existen dos personas que se encargan de fumigar las coronas del clúster, el proceso lo realizan en 0.03 min/caja de los cuales tienen 0.13 min/caja de tiempo ocioso. La implementación de una cámara de fumigación ayudará a equilibrar este tiempo ocioso y se necesitará solo un trabajador para su operación.

Existen muchas cámaras de fumigación en el mercado, con tecnología diferente, implementaremos una cámara de fumigación sencilla (figura 28) que tiene como características:

- Fumigar correctamente los clúster de una bandeja
- Cero desperdicios de fungicida y alumbre
- Reducir costo de operación

*Figura 30 Cámara de fumigación*



*Fuente 22 (Murillo Montenegro, 2015)*

La cámara de fumigación tiene un sistema de funcionamiento por botonera, cada vez que se encuentre una bandeja dentro de la cámara tendrá que ser accionado un botón para rociar la bandeja de fungicida, este proceso lo realizará en 0.10 min/caja lo mismo que da 0.10 min/bandeja quedando un tiempo ocioso de 0.06 min/caja que se convertirían en 3 horas que servirán para el mantenimiento de la máquina e incluso para el abastecimiento de fungicida y

alumbre. Se utilizará un trabajador reduciendo costos de mano de obra en este proceso y ahorro de fungicida mal aplicado.

### **Proceso de embalado**

El proceso actual tiene un tiempo de 43 seg en realizar una caja de cartón embalada por un trabajador, al aplicar un balance de línea al proceso obtuvimos:

- 5 estaciones de trabajo
- Tiempo de ciclo de 9.6 seg
- Tiempo ocio 5 seg
- Eficiencia de 90%
- Retraso de línea 10%

Con estos datos podemos constatar que tenemos 10% de tiempo que esta desaprovechada, provocando una eficiencia de 90% en el proceso.

En el proceso de embalado, se afirmó que la actividad de recepción de bandejas llenas tiene un tiempo de 8 seg, la actividad consta en ubicar una bandeja llena con 19 clúster, cerca de su cuerpo para mover los clúster en la caja, los embaladores están colocados en forma línea es decir cada embalador tienen que esperar a que todos los embaladores terminen su proceso para poder embalar otra caja, esto se debe a que existe una sola línea para abastecer de bandejas llenas para los embaladores. (Figura 29)

Figura 31 PLANO DE EMBALADO



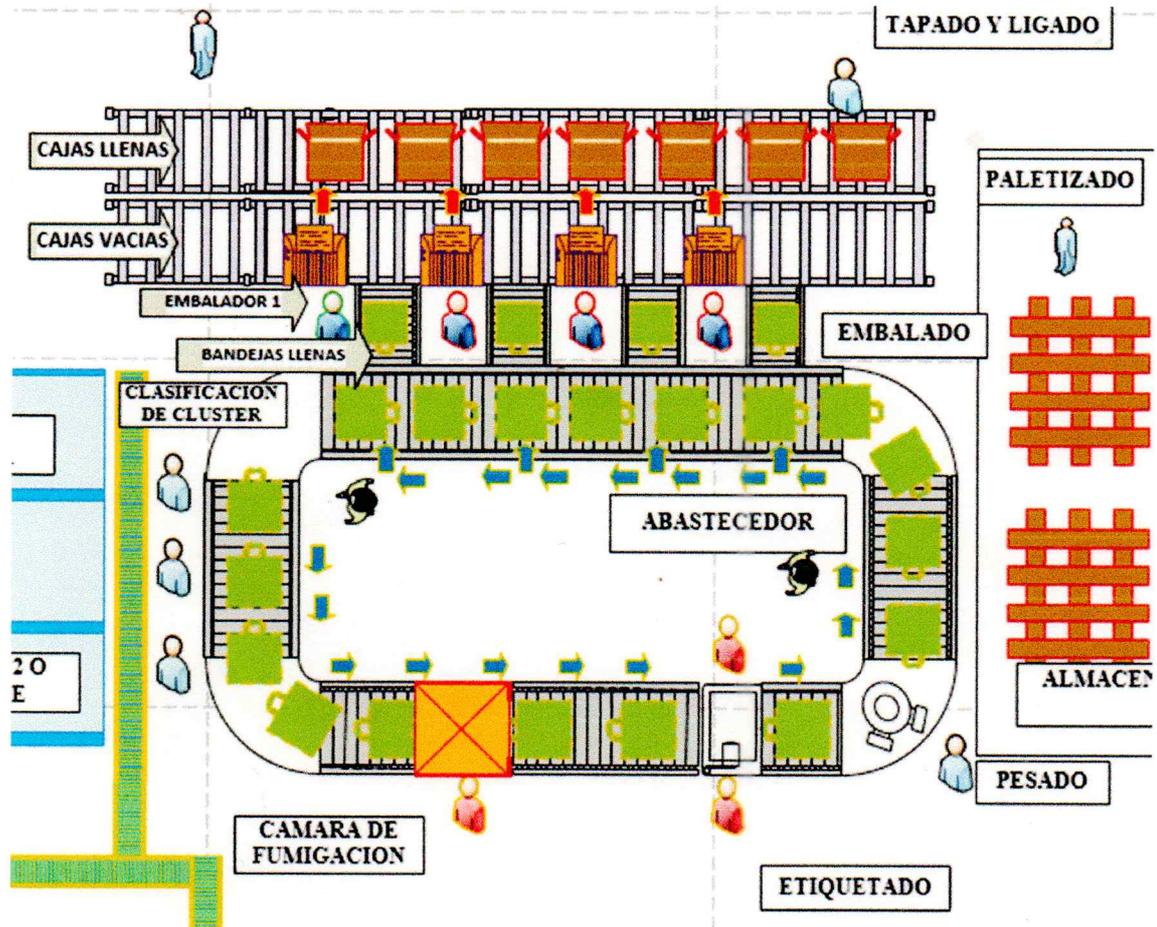
Fuente 23 Elaboración los autores del proyecto

También existe una sola línea de rodillos para enviar las cajas terminadas hacia el proceso de tapado, y una mesa donde actualmente colocan las cajas vacías para ser llenadas con los clúster de las bandejas.

Como alternativa tenemos la implementación de una línea de rodillos (figura 30) colocada seguidamente de la línea de rodillos de cajas terminadas, para que los embaladores puedan:

- Tener a disposición siempre una bandeja llena de clúster
- Espacio suficiente para colocar la caja vacía y al mismo tiempo la caja llena
- Reducción de tiempo de recepción de bandejas llenas

Figura 32 Embalado mejorado



Fuente 24 Elaboración los autores del proyecto

### Implementación de otra línea de rodillo en el proceso de embalado

La línea de rodillo tiene forma de mesa, se instala sobre rodamientos o soportes flexibles y pueden ser de acero o de plástico en función del trabajo a realizar y el tipo de cargo que han de soportar. Las máquinas de transporte continuo que se emplean para la manipulación de materiales en bultos como: llantas, paquetes, cajas. etc.

El uso de la cinta transportadora de rodillos en la industria crea un ambiente seguro y organizado permitiendo trasladar 100 kg/metro y tiene un alto nivel de funcionalidad ya que consta con más de 100 funciones, como descargar o cargar de manera más rápida cualquier vehículo cargado.

Figura 33 Línea de rodillo



Fuente: 25 Internet

Dimensiones	60 cm de ancho, 400cm de largo, 90cm de alto
Material	Aluminio, plástico acero inoxidable

#### **Beneficio de la implementación de línea de rodillos**

- Incrementa notablemente la capacidad de carga y transporte reduciendo 50% de tiempo laborable de una actividad.
- Fácil mantenimiento y larga duración
- Ofrece mayor seguridad y ergonomía a los operarios
- Fácil de instalar y utilizar
- Reduce el tiempo de espera de los trabajadores
- Se adapta a cualquier medida
- Alta resistencia y al impacto

#### **Balance del proceso de embalado con la utilización de la línea transportadora por rodillo**

A continuación, se detalla la acción que tendría como consecuencia la disminución de tiempo de ejecución de la tarea de embalado. Con la implementación de la línea de rodillos se reduce el tiempo de recepción de bandejas llenas a 3 seg llegando a disminuir el tiempo de espera de los embaladores y resto de la línea.

Actividades del proceso de embalado:

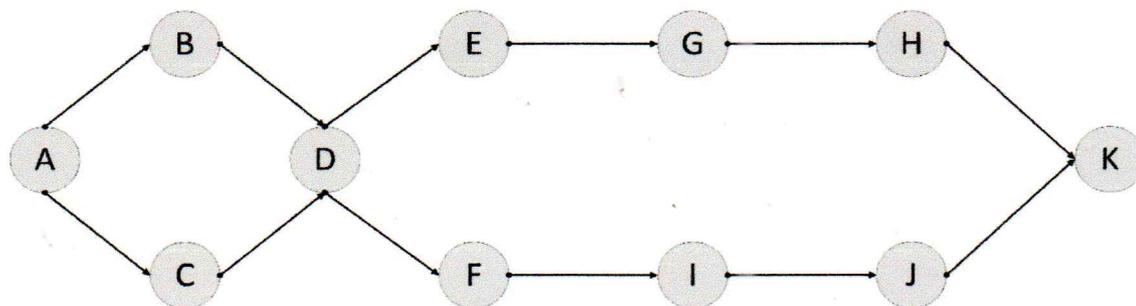
- A. Tomar fondo
- B. Revisar y colocar la cartulina y la funda

- C. Recepción de bandejas llenas
- D. Colocación del radio y lamina plástica
- E. Colocación de la primera fila
- F. Colocación de la segunda fila
- G. Sacar el primer radio y halar la cartulina sobre la primera fila
- H. Colocación de la tercera fila
- I. Halar la cartulina y la funda sobre la segunda línea
- J. Colocación de la cuarta fila
- K. Ligado de la funda

TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO(SEG)	PRECEDENCIA
A	Tomar fondo	2	
B	Revisar y colocar la cartulina y funda	4	A
C	Recepción de bandeja llenas	2	A
D	Colocación del radio y lamina plástica	3	B; C
E	Colocación de la primera fila	5	D
F	Colocar la segunda fila	5	D
G	Sacar el radio y halar la cartulina sobre la primera fila	3	E
H	Colocación de la tercera fila	5	G
I	Halar la cartulina y funda sobre la segunda fila	2	F
J	Colocar la cuarta fila	4	I
k	Ligado de la funda	2	H; J
<b>TOTAL</b>			<b>37 seg</b>

**Diagrama de precedencia**

*Figura 34 Diagrama de precedencia mejorado*



*Fuente 26 Elaboración los autores del proyecto*

### Tiempo de ciclo

Al implementar la línea de rodillos transportadores adicionales, que permitirá trasladar de manera eficiente, teniendo 480 minutos de producción disponible por turno de trabajo que corresponden a 28800 segundos. Donde se deben elaborar 3000 unidades de cajas con banano.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de producción disponible por día}}{\text{unidades requeridas por día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{28800 \text{ seg}}{3000 \text{ cajas}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 9.6 \text{ seg/caja}$$

### Cálculo del número mínimo de estaciones

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{\sum T_i \text{ sumatoria de los tiempos de los procesos}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = \frac{36 \text{ seg}}{9.6 \text{ seg}}$$

$$\text{Numero minimo de estaciones} = 3.75 = 4 \text{ estaciones}$$

### Tiempo ocio

$$\text{Tiempo ocio} = nc - \sum t$$

Donde

$n$  = numero de estaciones

$c$  = tiempo del ciclo

$$\sum t = \text{tiempo estandar total requerido para el ensamble de cada unidad}$$

$$\text{Tiempo ocio} = 4(9.6 \text{ seg}) - 37 \text{ seg} = 2.4 \text{ seg}$$

### Eficiencia

$$E = \left( \frac{\sum t_i}{nc} \right) 100$$

$$E = \left( \frac{38}{4(9,6)} \right) 100$$

$$E = 0,96 * 100 = 96\%$$

### Retraso de línea

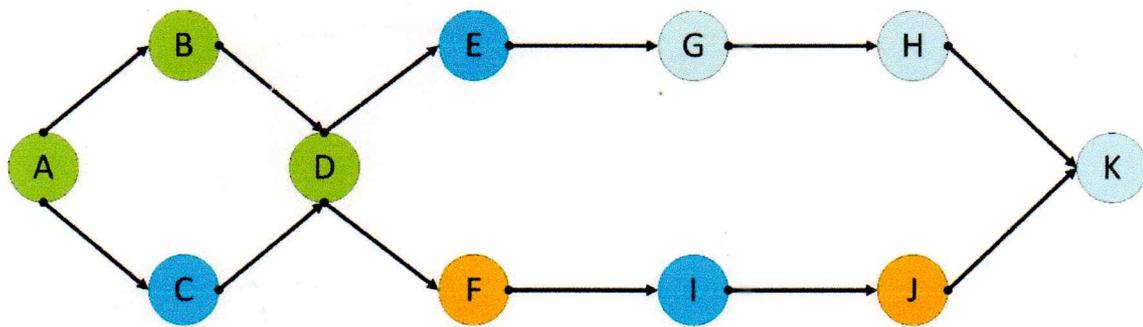
$$R = 100\% - 96\% = 4\%$$

Con los datos encontrados, se ha logrado llegar a una eficiencia del 96% del tiempo necesario para el embalado de una caja con banano por trabajador.

### Asignación de tareas a estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo, a modo que se consuma todo el tiempo del ciclo en cada estación para minimizar los tiempos improductivos.

Figura 35 Estaciones de trabajo mejorado

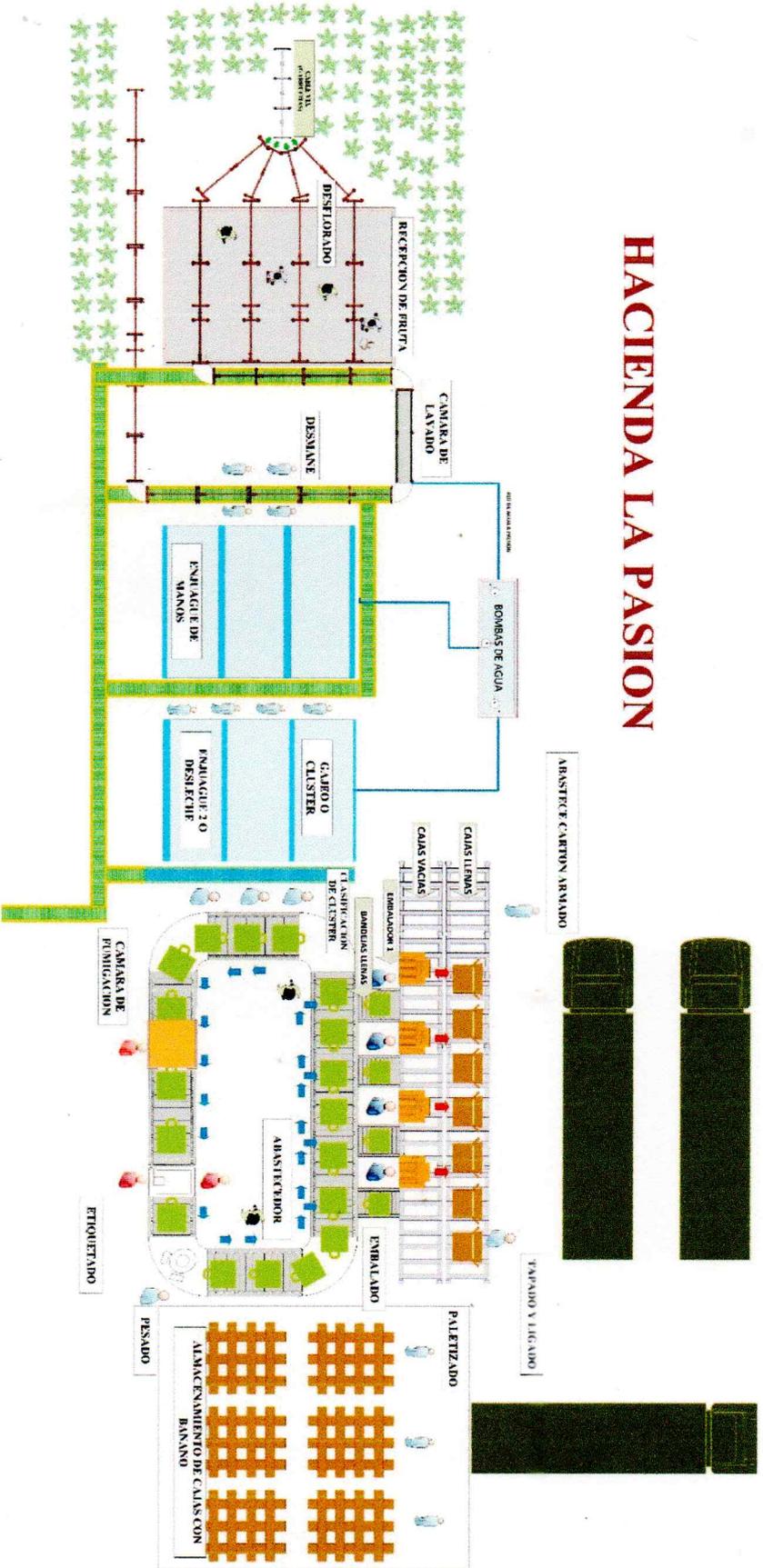


ESTACION 1	ESTACION 2	ESTACION 3	ESTACION 4

# PLANTA DE PRODUCCION DE CAJAS CON BANANO MEJORADO

Figura 36 Planta de producción mejorado

## HACIENDA LA PASION



Fuente 27 Elaboración los autores del proyecto

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

#### Evaluación económica

Con la nueva distribución de la planta de producción de cajas con banano en la Hacienda LA PASION, optimizando tres procesos de producción mediante la implementación de la cámara de lavado de racimos, la cámara de fumigación y línea de rodillo para lo embaladores. Estas tres implementaciones generan costos los cuales los evaluaremos en conjunto con los flujos netos de caja que genera la planta LA PASION.

#### Situación propuesta

La descripción de esta propuesta de inversión es la adquisición de una cámara de lavado para los racimos de banano, una cámara de fumigación para los clúster y la colocación de una banda transportadora por rodillo adicional.

Para esta propuesta se necesitan una inversión de \$5650, la tasa mínima aceptable de rendimiento de la empresa es del 15% anual. Se considera un crédito a tres años plazos, sin valor residual. Tenemos como implementación tres máquinas para la planta:

*Tabla 10 Costo de maquinas*

MAQUINAS	DESCRIPCION	COSTOS	IMPLEMENTACION	TOTAL
1	Cámara de lavado de racimos	\$ 1500	\$ 500	\$ 2000
2	Cámara de fumigación	\$ 1350	\$ 600	\$ 1950
3	Línea de rodillos	\$ 1050	\$ 650	\$ 1700
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 5650</b>

En total se necesitan \$5650 para la implementación de las tres máquinas.

#### Producción anual de la planta

*Tabla 11 Numero de cajas anuales*

Tiempo	Semanas	Número de cajas semanales	Cajas anuales

Enero a Diciembre	48	12.000	576.000
-------------------	----	--------	---------

Anualmente la planta produce 576.000 cajas de banano y cada caja las vende a una distribuidora a \$ 6.50, en total generaría un ingreso total de \$3.744.000 anuales.

Mensualmente produce 48.000 cajas de banano, generando en total de \$302.400 mensuales de ingresos.

### Costos de producción de la planta anual

*Tabla 12 Costos de producción anual*

Descripción			
<b>Materiales directos</b>			<b>\$ 1.140.690</b>
<b>Mano de obra indirecta</b>			<b>\$ 994.500</b>
<b>Costos indirectos de producción</b>	<b>Materiales indirectos</b>	<b>\$ 402.068</b>	<b>\$ 1.586.900</b>
	<b>Reparación y mantenimiento</b>	<b>\$ 120.618</b>	
	<b>Suministros</b>	<b>\$ 130.809</b>	
	<b>Mano de obra</b>	<b>\$ 800.236</b>	
	<b>transporte</b>	<b>\$ 133.169</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3.722.090</b>

### UTILIDADES

*Tabla 13 Utilidades*

DESCRIPCION	TOTAL
<b>Producción</b>	<b>\$ 3.744.000</b>
<b>Costos de producción</b>	<b>\$ 3.722.090</b>
<b>Utilidad anual</b>	<b>\$ 21.910</b>

## Utilidad bruta

Tabla 14 Utilidad bruta

<b>INGRESOS</b>	\$ 3.744.000
<b>EGRESOS</b>	\$ 3.722.090
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 21.910</b>

A las utilidades anuales que genera la planta hay que disminuirle el valor del impuesto gubernamental que emite la ley del 25% y 15 % para las utilidades de los trabajadores.

Tabla 15 Interés y utilidades

<b>Utilidad bruta</b>	\$ 21.910
<b>25% gubernamental</b>	\$ 5.477,5
<b>15% utilidades de trabajadores</b>	\$ 3.286,5
<b>Flujo neto anual</b>	<b>\$8.764</b>

## Flujos netos de cajas

Tabla 16 Flujos de caja

<b>Años</b>	<b>Flujo neto</b>
<b>Inversión</b>	\$ 5650
1	\$8.764
2	\$8.764
3	\$8.764

Ahora podemos aplicar el VAN y el TIR, donde evaluaremos la viabilidad de la propuesta de tres máquinas.

### APLICACIÓN DEL VAN ((Valor Actual Neto)

$$VAN = \left[ \frac{Q1}{(1+i)^1} + \frac{Q2}{(1+i)^2} + \frac{Q3}{(1+i)^3} \dots \dots \frac{Qn}{(1+i)^n} \right] - I$$

$Q1 =$  Flujo neto de caja

$i =$  tasa de interes %

$n =$  numero de periodos

$I =$  Inversion

VAN  $i=15\%$

$$VAN = \left[ \frac{\$8.764}{(1+0,15)^1} + \frac{\$8.764}{(1+0,15)^2} + \frac{\$8.764}{(1+0,15)^3} \right] - \$5650$$

$$VAN = \$20.025 - \$5650$$

$$VAN = \$14.375,86$$

Tabla 17 Valor actual neto

Tasa de interés	VAN
5%	\$ 18.216,55
10%	\$ 16.144,77
<b>15%</b>	<b>\$ 14.375,86</b>
20%	\$ 12.811,20
25%	\$ 11.457,33

#### Tasa Interna de Retorno

$$VAN = \left[ \frac{Q1}{(1+I)^1} + \frac{Q2}{(1+I)^2} + \frac{Q3}{(1+I)^3} \dots \dots \frac{Qn}{(1+I)^n} \right] - I$$

$$0 = \frac{\$8.764}{(1+TIR)^1} + \frac{\$8.764}{(1+TIR)^2} + \frac{\$8.764}{(1+TIR)^3} - I$$

$$0 = \frac{\$8.764}{(1+1,445)^1} + \frac{\$8.764}{(1+1,445)^2} + \frac{\$8.764}{(1+1,445)^3} - \$5650$$

$$0 = \$3584 + \$1467 + \$599 - \$5650$$

$$0 = 0$$

$$TIR = 144,5\%$$

El VAN y TIR avalan la propuesta. se puede concluir que la rentabilidad de la propuesta es aceptable ya que nuestra inversión no es tan elevada en comparación a los ingresos netos de la hacienda. Estimando que la tasa mínima aceptable de rendimiento de la empresa es del 15% anual, mediante esta propuesta la empresa tiene un 144.5% esto significa que la propuesta no va a tener pérdidas económicas sino más bien generara utilidades.

En el VAN se obtuvo valor positivo este ayuda a entender a los directivos que la propuesta es viable.

## CONCLUSIONES

Al finalizar esta investigación, el cual se basó en analizar y buscar una mejora para los procesos de embalado, fumigado y lavado de la hacienda productora de cajas de banano, mediante el “Equilibrado de cadena” que permitió saber el tiempo de ciclo, tiempo ocio y la eficiencia actual y propuesta.

Se observó que el proceso tiene dos partes, la primera parte es desde que ingresa la materia hasta la piscina de desleche, y la segunda parte es desde la selección del clúster hasta tener la caja terminada en el camión.

En la primera parte del proceso se encontró dificultades en el lavado que genera retraso en el siguiente proceso, por eso se pensó en el automatizado de este proceso para eliminar el cuello de botella que se generan al lavar los racimos

En la segunda parte del proceso se encontró dos dificultades en el fumigado y embalado, donde el fumigado lo realizan dos trabajadores donde generan un desequilibrio de la línea generando un retraso. Para poder solucionar esta dificultad se implementará una cámara de fumigación reduciendo el número de trabajadores y el tiempo de producción de dicha actividad.

En el proceso de embalado se generan cuellos de botellas al momento de esperar las bandejas llenas, producido por el tiempo que un embalador desocupa una bandeja y así puedan avanzar para el resto de los embaladores, se toma la decisión de adicionar otra banda transportadora por rodillos para así poder eliminar el cuello de botella

## **RECOMENDACIONES**

Los dueños o directores de la hacienda "LA PASION" deben estar comprometidos con la mejora continua del proceso de mejora. Con esta propuesta se optimiza los tiempos de ejecución de tareas y la integridad de los trabajadores.

Mediante la implementación del automatizado del lavado de racimos, la instalación de la cámara de fumigación y la banda transportadora por rodillo, es posible minimizar los tiempos de ejecución de tarea, la fatiga de los trabajadores y aumentar su desempeño según lo planeado.

La capacitación de los trabajadores que usen el equipo automatizado que usen el equipo automatizado del lavado y fumigado debe ser sumamente importante porque ellos son los que tendrán el contacto y manipulación directa con el equipo. Así cuando se presente algún inconveniente poder resolverlos de la manera más rápida y técnica posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

(s.f.).

Cevallos, R. (17 de Mayo de 2018). La actividad bananera Ecuatoriana genera mas de 1 millon de empleos. *Ultima hora Ecuador*. Obtenido de <https://ultimahoraec.com/la-actividad-bananera-ecuatoriana-genera-mas-de-1-millon-de-empleos/>

Gonzales Cojoc, C. R. (2008). *Desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos en las lineas de produccion en una industria farmaceutica*. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1896\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1896_IN.pdf)

Heizer, J., & Rendy, B. (2009). *Principios de Administracion de Operaciones*. Mexico: Pearson Education.

Kajuwski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administracion de operaciones. Estrategia y Analisis*. Mexico: Pearson Education. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA429&dq=eficiencia+de+la+linea&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi7t\\_Clwd\\_jAhWIwFkKHdE-DAAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=eficiencia%20de%20la%20linea&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA429&dq=eficiencia+de+la+linea&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi7t_Clwd_jAhWIwFkKHdE-DAAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=eficiencia%20de%20la%20linea&f=false)

kenis, R. H. (2004). *Produccion y Operaciones* (PRIMERA ed.). Buenos Aires, Argentina: MACCHI.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administracion de Operaciones* (OCTAVA ed.). (L. Cruz Castillo, Ed.) Mexico: Pearson Education. Obtenido de [https://www.academia.edu/8583854/Administracion\\_De\\_Operaciones\\_-\\_LEE\\_J.\\_KRAJEWSKI\\_1\\_](https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._KRAJEWSKI_1_)

Lopez Peralta, J. (2000). *Notas de distribucion de planta*. Mexico: Division de Ciencias Basicas en Ingenieria. Obtenido de [http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/2486/Notas\\_de\\_distribucion\\_de\\_planta\\_BAJO\\_Azcapotzalco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/2486/Notas_de_distribucion_de_planta_BAJO_Azcapotzalco.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

lopez, M., G., Q. A., & Sosa, J. (2011). Balanceo de lineas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *Revista EL BUZON de Pacioli*, 1-22. Obtenido de [www.itson.mx/pacioli](http://www.itson.mx/pacioli)

Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempo y movimiento para la manufactura*. Pearson education.

Muñoz Ramirez, J. (2018). *Balance de linea para Mejorar flujo de produccion de la linea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/69666/1/1112767055.2018.pdf>

Murillo Montenegro, S. (2015). Diseño de un sistema de fumigación automatizado para exportación de banano. *Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Produccion*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil.

Obtenido

de

<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/32310/D-CD88215.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

Naisa.es. (5 de Agosto de 2014). *Naisa Proteccion laboral*. Obtenido de <https://naisa.es/blog/tipos-de-mascarillas-de-proteccion-respiratoria-ffp/>

Peña Orozco, D. (Septiembre de 2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento . *Scientia et technia*, 21(3), 239-247. Obtenido de <file:///C:/Users/Hp/Downloads/11251-30791-2-PB.pdf>

Suñe Torrents, A., Gil Vilda, F., & Arcusa Postils, I. (2004). *Manual practico de diseño de sistemas productivo*. Madrid, España: Diaz de Santos.