

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA
REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGUALIMA S.A.C**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

AUTOR:

Br. JACOBO CABALLERO, YOSVIN YAN POL

ASESORA:

Dra. URRACA VERGARA, ELENA MATILDE

TRUJILLO - PERÚ
2020

Fecha de Sustentación: 20/02/2020

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA
REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGUALIMA S.A.C**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

AUTOR:

Br. JACOBO CABALLERO, YOSVIN YAN POL

ASESORA:

Dra. URRACA VERGARA, ELENA MATILDE

TRUJILLO - PERÚ
2020

Fecha de Sustentación: 20/02/2020

**TITULO: "BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO
FRESCO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
AGUALIMA S.A.C"**

AUTOR: JACOBO CABALLERO, YOSVIN YAN POL

APROBADO POR:

**Ing. Ángel Miguel López Aguilar
PRESIDENTE
N° CIP: 21315**

**Ing. Manuel Urcia Cruz
SECRETARIO
N° CIP: 27703**

**Ing. Wilton Eder López Miñano
VOCAL
N° CIP: 34995**

**Dra. Elena Matilde Urraca Vergara
ASESORA
N° CIP: 59953**

DEDICATORIA

Dedicada principalmente a Dios que siempre me acompaña y me guía en cada etapa de mi vida.

A mi madre y mi hermana, quienes me inspiraron y me dieron fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A toda mi familia porque con su paciencia, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, a mi hermana por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Y por supuesto a mi querida Universidad y a los docentes, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

En forma muy especial y con todo el cariño a mi asesora la Dra. Elena Matilde Urraca Vergara por haberme brindando la oportunidad de recurrir a sus conocimientos, así mismo por haberme tenido la paciencia para guiarme durante el proceso de la tesis.

Jacobo Caballero, Yosvin Yan Pol

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es la realización de un balance de líneas para reducir los costos de producción en el procesamiento de arándanos fresco. Para el desarrollo del balance de línea en el procesamiento de arándano fresco se incorporó un nuevo modelo de distribución de planta, así como, la adaptación de un modelo de producción en línea. Finalmente, se introdujo la tecnología, lo que permitió reducir tiempos de ejecución muy largos y costos elevados. La prueba estadística de correlación Tau_b de Kendall arrojó un valor de 1.000, lo que significa que la correlación de las variables es muy buena. Así mismo, se pudo apreciar un valor menor a 5% de significancia estándar ($0.00 < 0.05$), verificándose así el cumplimiento de la hipótesis de investigación, que dice: el desarrollo de un balance de línea en el procesamiento de arándano fresco si reduce los costos de producción en la empresa Agualima SAC. También, se optimizó el recurso humano, logrando que el personal sea reasignado de acuerdo a las nuevas necesidades en cada etapa del proceso productivo. Los resultados de la realización del balance de línea en el procesamiento del arándano fresco permitieron estimar en un periodo de tres años, la reducción del costo total de producción, obteniendo como máximo ahorro de 14.02%.

Palabras clave: Balance de línea, Costos de producción, Tecnología, Optimización

ABSTRACT

The objective of this research work is to perform a line balance to reduce production costs in the processing of fresh blueberries. For the development of the line balance in the processing of fresh blueberry, a new plant distribution model was incorporated, as well as the adaptation of an online production model. Finally, the technology was introduced, which allowed to reduce very long execution times and high costs. Kendall's Tau_b statistical correlation test showed a value of 1,000, which means that the correlation of the variables is very good. Likewise, it was possible to appreciate a value less than 5% of standard significance ($0.00 < 0.05$), thus verifying compliance with the research hypothesis, which says: the development of a line balance in the processing of fresh blueberry if it reduces the production costs in the company Agualima SAC. Also, the human resource was optimized, getting the staff to be reassigned according to the new needs at each stage of the production process. The results of the perform of the line balance in the processing of the fresh blueberry allowed to estimate in a period of three years, the reduction of the total cost of production, obtaining a maximum saving of 14.02%.

Keywords: Line balance, Production costs, Technology, Optimization

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

Presento ante ustedes mi Tesis titulada “BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGUALIMA S.A.C”, con la finalidad de implementar el balance de línea que mejore las condiciones en el procesamiento de arándano fresco y con ello reducir los costos de producción en la empresa AGUALIMA SAC. Esta tesis cumple con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y tiene como objetivo cumplir con las competencias requeridas para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Espero cumplir con los requisitos de aprobación

Trujillo, Febrero del 2020

Br. Jacobo Caballero, Yosvin Yan Pol

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO.....	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
PRESENTACION.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCION	1
1.1. Problema de investigación.....	2
a. Descripción de la realidad problemática.....	2
b. Descripción del problema	4
c. Formulación del problema	5
1.2. Objetivos de la investigación	5
a. Objetivo general	5
b. Objetivos específicos	5
1.3. Justificación del estudio.....	5
II. MARCO DE REFERENCIA.....	7
2.1. Antecedentes del estudio	7
2.2. Marco teórico.....	10
2.3. Marco conceptual	26
2.4. Hipótesis.....	27
2.5. Variables e Indicadores	27

III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	29
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	29
3.2. Población y muestra de estudio.....	29
3.3. Diseño de la investigación.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.....	31
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	32
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1. Diagnóstico Inicial de las condiciones de Trabajo de la producción de Arándano fresco.....	33
4.2. Parámetros de la línea actual de procesamiento de arándano.....	38
4.3. Balance de la línea considerando una demanda de 10.4 tn por turno de 8 horas al día.....	44
4.4. Nivel de disminución en los costos de producción en el procesamiento de arándano fresco.....	60
4.5. Prueba de hipótesis.....	62
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	68
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medición de los criterios posibles del éxito de la solución.....	14
Tabla 2. Símbolos del diagrama de operaciones	20
Tabla 3. Símbolos utilizados en el diagrama de flujo	21
Tabla 4. Población en kilos producidos, según campo de cultivo.....	29
Tabla 5. Muestra en kilos producidos, según campo de cultivo	30
Tabla 6. Técnicas e Instrumentos de investigación.....	31
Tabla 7. Calculo de tiempo estándar por etapa	39
Tabla 8. Línea de procesamiento actual	40
Tabla 9. Resumen de los datos de la línea actual	41
Tabla 10. Calculo de número de operarios considerando la nueva demanda	45
Tabla 11. Comparación del nuevo tiempo por etapa con el tiempo de ciclo ideal	46
Tabla 12. La nueva línea de procesamiento de arándano	47
Tabla 13. Tecnología a incorporar en el procesamiento de arándanos fresco	48
Tabla 14. Línea balanceada con tecnología para el procesamiento de arándano	53
Tabla 15. Comparación de los parámetros	56
Tabla 16. Productividad de la línea de producción en la situación actual y el propuesto con balance de línea	58
Tabla 17. Resumen productividad de la línea de producción (Kilos / Operario) en la situación actual y el propuesto	59

Tabla 18. Análisis de la estructura de costos de producción entre la situación actual y el propuesto con Balance de línea	60
Tabla 19. Resumen anual del Costo Total de producción entre la situación actual y balance de línea.	61
Tabla 20. Prueba Kolmogorov Smirnov de la situación actual y el propuesto con balance de línea.	64
Tabla 21. Prueba estadística de correlación Tau_b de Kendall	65
Tabla 22. Factores de elevado costo de producción	71
Tabla 23. Datos para el estudio de Tiempos	81
Tabla 24. Estudio de tiempo para la situación actual	81
Tabla 25. Datos para el estudio de Tiempos	82
Tabla 26. Estudio de tiempo para el nuevo método	82
Tabla 27. Calculo de número de operarios en Selección y clasificación	84
Tabla 28. Calculo de costos actuales	85
Tabla 29. Calculo de costos de la línea balanceada	86
Tabla 30. Calculo de la depreciación	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del proceso productivo	33
Figura 2. Distribución actual de la planta de producción	34
Figura 3. Diagrama de recorrido actual de la planta.....	36
Figura 4. Diagrama de Procesos.....	38
Figura 5. Diagrama de Flujo	39
Figura 6. Diagrama de recorrido propuesto de planta	49
Figura 7. Enclamshado y pesado manual	50
Figura 8. Enclamshado y pesado mediante una envasadora de 12 cabezales	50
Figura 9. Selección y Clasificación manual	50
Figura 10. Faja de selección y clasificación (cinta Tria)	51
Figura 11. Comparación del recurso humano en las etapas del proceso productivo de la línea actual y la Línea balanceada	52
Figura 12. Producción diaria entre La línea actual vs. La línea balanceada	56
Figura 13. Eficiencia de la línea entre La línea actual vs. La línea balanceada	57
Figura 14. Tiempo muerto entre La línea actual vs. La línea balanceada	58
Figura 15. Productividad de la línea (kilos/operario*turno) entre la línea actual y Línea Balanceada.	59
Figura 16. Costo total entre la línea actual y la línea balanceada	61
Figura 17. Diagrama de Ishikawa elevados costos de producción.....	70
Figura 18. Diagrama de Pareto	71

Figura 19. Pesado de la fruta utilizando balanzas calibradas y limpias.....	72
Figura 20. Traslado de la zona de pesado a la zona de enfriamiento	72
Figura 21. Canastillas de enfriamiento a 5 ^o centígrados para conservar la fruta	72
Figura 22. Descarga de bandejas con arándanos sobre la Faja transportadora.....	72
Figura 23. Abastecimiento de arándanos.....	73
Figura 24. Selección manual de arándanos	73
Figura 25. Clasificación manual de arándanos.....	73
Figura 26. Control de calidad de las etiquetas y los clamshell	74
Figura 27. Colocación de etiquetas en la parte frontal y posterior del Clamshell.	74
Figura 28. Colocación de bolsas dentro de las cajas	74
Figura 29. Colocación de los clamshell en sus cajas de cartón	74
Figura 30. Abastecimiento de clamshell con etiquetas al área de pesado	75
Figura 31. Colocación de arándanos dentro de los clamshell sobre la balanza.....	75
Figura 32. Pesado en balanza electrónica.	75
Figura 33. Cerrado manual de clamshell en el área de pesado	75
Figura 34. Armado manual de cajas de cartón para clamshell.....	76
Figura 35. Apilamiento manual de cajas de cartón para clamshell.....	76
Figura 36. Etiqueta exterior de cajas.....	76
Figura 37. Recuento de las cajas de cartón	76

Figura 38. Etiqueta exterior de cajas de acuerdo a los requerimientos de exportación.	77
Figura 39. Abastecimiento en cajas de cartón de 1.5 kg.....	77
Figura 40. Colocación de los Clamshell dentro de las cajas de cartón.	77
Figura 41. Paletizado de cajas de cartón	77
Figura 42. Colocación de los zunchos.....	78
Figura 43. Aseguramiento de pallets y colocación de grapas.	78
Figura 44. Posicionamiento de pallets dentro del área de enfriamiento	78
Figura 45. Verificación de la temperatura < 0.5 grados centígrados	78
Figura 46. Traslado de los pallets a la cámara de enfriado.....	79
Figura 47. Almacenado de pallets en cámara de enfriado a -1°C.	79
Figura 48. Comparación de método actúa y propuesto en la etapa de selección.	80

I. INTRODUCCION

En la actualidad, las exportaciones de arándanos tienen un potencial para seguir creciendo, por ello las empresas agroexportadoras tienen un gran desafío, mejorar todos sus procesos productivos con el fin de cumplir y asegurar su competitividad en el mercado internacional. (IDEXCAM, 2017)

La producción de arándano se ha incrementado significativamente en los últimos años, a consecuencia del aumento del consumo de arándanos a nivel mundial. El Arándano está asociado a un halo de salud y estilo de vida saludable para las personas (DGC Asset Management, 2013). Debido a las importantes propiedades nutricionales que éste posee (alto nivel de vitaminas, polifenoles y antioxidantes), elementos que ayudan a prevenir enfermedades, incrementando la esperanza de vida de los consumidores. (Irma P., 2018)

El Consejo de Arándanos de los Estados Unidos, US Highbush Blueberry Council, indica que la producción mundial de arándanos creció hasta 40% (2012 – 2016). Es conveniente acercar el arándano al consumidor, incorporándolo como parte de su dieta y mejorando su calidad de vida, ejemplo se consumen los arándanos preparándolos como helados, postres, dulces, jugos, bebidas, etc., estos atributos incentivan el consumo de arándanos en Estados Unidos, Europa y Asia pues las familias han entendido lo importante de la composición nutricional en los alimentos y están dispuestos a pagar por productos de buena calidad. (MINAGRI, 2016)

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el desarrollo de un balance de líneas para reducir los costos de producción en el procesamiento de arándanos fresco.

1.1. Problema de investigación

a. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, los pequeños productores y las grandes compañías agrícolas miran con expectativa de introducir los arándanos como un elemento exportable al mercado mundial. Esto se debe a la gran corriente mundial promovida por la Organización Mundial de la Salud sobre la comida saludable y el aprovechamiento de las propiedades nutritivas de las frutas.

El 80% de los huertos de arándano en el Perú se encuentran instalados en el norte porque en esta zona hay más cantidad agua con suelos de buena calidad. Así, se puede predecir que, al cierre de 2018, un 50% de la superficie arandanera se concentrará en el departamento de La Libertad, por otra parte, si bien hay buenas expectativas de crecimiento.

La gestión de la mano de obra es un aspecto clave que puede ser un peligro para la joven industria, al tratarse de un cultivo muy demandante de mano de obra. Como la mano de obra no está especializada, sus rendimientos son menores y eso incide en un costo mayor, el que es entre un 30% y 40% mayor que el de Chile. Hoy en día, el negocio se sostiene por los buenos precios, pero si estos decaen como ocurrió en Chile, muchas empresas estarían fuera de negocio. Si en promedio en Chile afrontan 10 mil dólares de costo operacional, dejando de lado la mano de obra a cosecha, acá debes enfrentar costos de 13 a 14 mil dólares. (RedAgrícola, 2018)

La empresa AGUALIMA SAC se encuentra ubicada en San José – Virú, inició sus labores hace 15 años junto con el boom esparraguero; prácticamente, el total de sus campos que ascienden a 800 hectáreas estaban ocupadas por esta hortaliza. Llegaron a procesar por campaña hasta 5 millones de kilos de espárrago blanco. Sin embargo, la antigüedad

de las plantaciones agrícolas y la caída progresiva de precios conllevó a que la gerencia replantee su estrategia productiva, para dar paso a la diversificación de cultivos, gran parte de los campos de espárrago han cedido espacio a nuevos cultivos, como el arándano.

Si bien el cultivo del arándano es caro, es un producto que tiene una alta rentabilidad. El cultivo de una hectárea de arándanos tiene un costo promedio de \$ 30,000, lo que arrojaría una cosecha de 15 Toneladas por hectárea, siendo los retornos proyectados al productor entre y \$ 70,000 a \$ 80,000 por hectárea, estas estimaciones pueden variar positiva o negativamente de acuerdo a las toneladas producidas y a los precios internacionales. (RedAgrícola, 2017)

La primera experiencia exportadora de AGUALIMA SAC se inició el año 2016 con una parte mínima de su producción a modo de prueba, el resultado fue exitoso, se produjeron 250 toneladas en promedio. Para el año 2017 se corrigieron los errores iniciales y se duplicó la producción con 550 toneladas aproximadamente. En el año 2018 las expectativas siguieron en aumento, para ello se destinó 84 hectáreas para la producción de arándano fresco, pues se tenía una proyección de duplicar la producción del año 2017, debido a la demanda sostenida en el mercado internacional.

En entrevista con el gerente de AGUALIMA SAC, Ing. Winston Mas Meléndez, señaló: “la expectativa es tener un plan de crecimiento más estable. En la actualidad la empresa tiene elevados costos de producción que impiden un despegue rápido y a mayor escala; no se conoce los costos actuales que incurre el proceso de producción; es necesario contar con un modelo de optimización de los procesos que mejore la rentabilidad mensual de la empresa. Además, la falta de distribución de los operarios en las etapas críticas de Selección, Clasificación y Enclamshado, de la

línea de producción, produce cuellos de botellas y demoras, lo que representa un sobre costo actual, equivalente a S/ 72,000 soles, es decir un sobre costo de 58.3%”.

Enrique Haaker gerente comercial de Kiwa BCS Öko-Garantie Perú SAC, sostiene que, respecto al manejo agrícola y procesamiento de alimentos orgánicos, se necesita seguir desarrollando dando paquetes tecnológicos que brinden soluciones a la producción y disminución de los costos.

Una apreciación importante la brindó el gerente del vivero Blueberries Perú, José Francisco Unzueta, de capitales chilenos ubicado en Cañete, quien señala que “El Perú es el único país donde actualmente se ve una posibilidad de desarrollo fuerte del arándano. Para lograr este desarrollo se necesita dos condiciones, la primera es que el arándano sea de buena calidad, en los campos de cultivo y la segunda es que los arándanos tengan un procesamiento óptimo para llegar en buenas condiciones al mercado mundial”.

Con el fin de identificar las posibles causas del elevado sobre costo durante el proceso de producción del arándano fresco se realizó un diagrama de Ishikawa (Anexo 1).

Luego, para priorizar los factores que intervienen en el sobre costo de producción, se elaboró el diagrama de Pareto (Anexo 2), el cual identificó que las principales causas son la mano de obra y el método de trabajo.

b. Descripción del problema

La empresa Agualima S.A.C. cuenta actualmente con una línea de producción de procesamiento de arándano fresco que incurre en una elevada cantidad de mano de obra, sobre costos por horas extras, baja rentabilidad y poca competitividad. Barreras que impiden una mayor productividad a gran escala y una mayor utilidad.

c. Formulación del problema

¿En qué medida el balance de líneas en el procesamiento de arándano fresco reducirá los costos de producción en la empresa AGUALIMA SAC?

1.2. Objetivos de la investigación

a. Objetivo General

Desarrollar un balance de línea en el procesamiento de arándano fresco para reducir los costos de producción en la empresa AGUALIMA SAC.

b. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico inicial de las condiciones de trabajo de la producción de arándano fresco.
- Determinar los parámetros de la línea actual de procesamiento de arándano fresco.
- Balancear la línea de procesamiento considerando una demanda 10.4tn por turno de 8 horas.
- Determinar el nivel de disminución en los costos de producción en la línea de procesamiento de arándano fresco.

1.3. Justificación del estudio

La presente investigación brindará las herramientas necesarias para la mejora del método del trabajo, el balance de línea y la automatización del procesamiento de arándano fresco, es decir lograr la optimización, reduciendo los costos y aumentar la productividad en la empresa AGUALIMA SAC. La optimización mejorará los estándares de procesamiento para el arándano fresco y mejorará el margen de utilidad, este último es necesario para un crecimiento sostenido de la rentabilidad de la empresa y su incorporación en rubro de empresas exportadoras de gran volumen.

Es conveniente, porque acerca el arándano al consumidor, incorporándolo como parte de su dieta y mejorando su calidad de vida. En Norteamérica (EE. UU. y Canadá) y Europa se consumen los arándanos como jaleas, mermeladas, vinos, jugos, pasteles, etc., pues las familias han entendido lo importante de la composición nutricional en los alimentos y están dispuestos a pagar precios altos por productos de buena calidad.

La implicancia práctica sobre el incremento de la superficie cultivada de arándanos en los últimos años contribuye a mejorar la recaudación de las exportaciones del país ya que su precio en el exterior es mucho mayor al precio promedio de las frutas tradicionales, mejorando las utilidades de los productores.

La normatividad legal peruana aplicable al rubro exportador, como la Ley General de Aduanas, la Ley de Promoción Agraria, los Certificados Fitosanitarios, así como el marco legal internacional, toman en cuenta las regulaciones de comercio exterior establecidas por cada país considerado como mercado objetivo, como las exigencias de calidad establecidas por la Food and Drug Administration – FDA, así como la normatividad en cuanto al Embalajes y empaquetados.

La presente investigación detalla el desarrollo de un balance de líneas para reducir los costos de producción en el procesamiento de arándanos fresco. Dicho balance de línea consiste en la implementación de un nuevo modelo de distribución de planta, en donde todas las áreas comprendidas en el procesamiento sean colocadas de manera secuencial, la incorporación de tecnología en el proceso de producción, que permita una producción a gran escala y la optimización del recurso humano de acuerdo a las necesidades justas de atención en cada etapa del proceso productivo.

El estudio servirá como fuente para futuras investigaciones que deseen incorporar la optimización del proceso de producción, tomando como base inicial el presente trabajo.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

De Domini, J. y Escobar, P., (2013), en su proyecto final en Ingeniería Industrial denominado, “**Optimización de proceso de empaque de arándanos**”, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Universidad Privada, Buenos Aires, Argentina, estudiaron como hacer más eficiente el proceso productivo, minimizando los costos de producción. El modelo propuesto presenta diferentes alternativas que generan una mejora en la productividad, se analizó las capacidades productivas de la planta de acuerdo a los rendimientos de las maquinarias disponibles en cada una de las etapas productivas, se identificó los cuellos de botella y se realizó un balance de línea general del proceso, luego se desarrolló un análisis de costeo del proceso y se comparó con la situación actual con la que opera la planta. Se demostró que con simples mejoras y una planificación de la producción adecuada se redujo los costos y hubo un aumento significativo de la productividad. Los resultados finales obtenidos con el modelo de optimización fueron significativos, el análisis de costeo sirvió de indicador para manifestar cuáles son los procesos que representan más ahorros para la empresa. Alcanzando un incremento del 44% en la productividad y disminuyendo en un \$ 58.842,20 los costos generales durante el tiempo de temporada de producción de arándanos.

El aporte de la presente tesis permitió demostrar que desarrollando un balance de línea general del proceso se pudo reducir los costos de producción y generar un aumento significativo de la productividad.

Julián, M., (2018), en su tesis de grado de Maestría denominado “**Balance de Línea para mejorar Flujo de producción de la línea de Busscar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS**”, Universidad Nacional de Colombia. Manizelas. Colombia; demostró que encontrando los tiempos de ejecución de las actividades y la capacidad instalada de la línea de

producción y posteriormente hacer una reasignación de las actividades, tiempos y precedencias, se alcanzó generar una disminución en el tiempo de ciclo de 18%, del año 2016 al año 2017; además el balance de líneas permitió conocer el número real de colaboradores que requiere la línea, esto permitió concluir que con la línea propuesta era 12% menor, disminuyendo en un 4% los costos de fabricación.

El aporte de la presente tesis para esta investigación es tomar como base el balance de línea para optimizar el flujo de la línea de producción y con ello la disminución de los costos de fabricación.

Caruajulca, B. (2017), en su tesis de título profesional de Ingeniería Industrial denominado **“Balance de Línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industries Fashion E.I.R.L. Lima, 2017”**, Universidad César Vallejo, concluye que el balance de línea mejora la productividad en el área de confecciones, esto mediante el estudio y correcto análisis y planificación adecuado se consiguió reducir tiempos y automatizar variables que afectan la productividad de la empresa, gracias a esto la productividad aumento en un 81% en el área de confección, de esta manera se logró llegar a la producción mensual ideal además el balance de línea mejora la eficacia en el proceso, aumento la eficacia en 10%.

El aporte de la presente tesis es tomar el balance de línea como base para mejorar significativamente la productividad de los procesos.

Saavedra, A. (2013) en su tesis **“Mejora de la línea de producción de mango fresco en la empresa GANDULES INC. S.A.C.”**, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Lambayeque. En el presente estudio se realizó una propuesta de mejora la misma que consistió en el ajuste del ritmo de producción a la demanda, la redistribución del personal según las necesidades de trabajo en cada área y la eliminación de los almacenes, lo cual permitió ordenar el flujo de ingreso y salida de los materiales.

Con la estandarización del trabajo y el ajuste del ritmo de trabajo al Takt Time, se logró incrementar la producción en 0,5 pallet/hora, mejorando la productividad del proceso respecto del tiempo y mano de obra utilizados, ya que se continúa utilizando la misma cantidad de ambos recursos. El beneficio que implica la propuesta, es un incremento de los ingresos del 7%, en promedio, respecto del ingreso total anual en los próximos 5 años, costos que se calcularon con el índice de consumo.

El aporte del presente trabajo de investigación, que mediante el ajuste del ritmo de trabajo a una demanda se logra aumentar la producción y reducir los costos.

Plasencia, D. (2016) en su tesis de pregrado **“Propuesta de mejora en el área de producción para reducir costos operativos en la empresa Inca Verde del Perú SAC”**, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. El trabajo de investigación desarrolla una propuesta de mejora en el área de producción, mediante un diagnóstico de la situación actual con el uso del análisis causa-efecto lo que permitió identificar las principales causas del problema como la deficiente planificación de la materia prima necesaria en el proceso productivo, la falta de estudio de tiempos y movimientos, y la falta de un plan de capacitación en los principales procesos de producción. Para dar solución se propusieron herramientas de mejora tales como: Plan de requerimiento de materiales, estudio de tiempos, plan de capacitación y perfeccionamiento. Los resultados que se lograron fueron una reducción de costos operativos en un 47.2%, por lo que, la nueva propuesta debería ser implementada.

El aporte de la presente tesis permitió identificar las principales causas del problema mediante un diagnóstico de la situación actual con el uso del diagrama causa efecto, logrando finalmente una reducción considerable en los costos operativos.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Balance de línea

Es el método por el cual se puede determinar el número ideal de operarios a asignar a una línea de producción en donde cada uno de ellos ejecuta operaciones consecutivas, trabajando como una unidad.

El balance de líneas es una disposición de áreas de trabajos donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve ininterrumpidamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.

Continuidad: una vez iniciada la línea de producción debe continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones.

Cantidad: el volumen o cantidad de producción deben ser suficientes para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea. (Escalante, A., 2009, p. 27)

El balance de líneas se utiliza para:

- Evitar cuello de botella.
- Estimar producción que se puede tener.

- Para lograr definir la eficiencia con que se trabaja.
- Tratar de definir cuál es la velocidad de producción.
- Determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción.
- Hay que tomar en cuenta que la tasa de producción dependerá del operario más lento. (Escalante, A., 2009, p. 28)

2.2.2. Producción

Actividad que envuelve a personas, materiales y maquinas estructurados en función a una distribución, con el objetivo de producir un determinado producto.

El indicador de producción determina la capacidad de producción por unidad de tiempo de una línea de producción, relacionado al tiempo disponible.

$$P = \frac{tb}{tc}$$

Es el tiempo disponible para realizar el proceso de fabricación, esta es definido por la política laboral de la empresa (Edggar C., 2015)

2.2.3. Eficiencia de la línea

Es el cociente entre el tiempo que tarda en fabricarse un producto, el cual está representando por los tiempos de la línea de fabricación esto entre el número operación multiplicado por el tiempo de ciclo. (Edggar C., 2015)

$$E = \frac{\Sigma(ni * ti)}{n * tc}$$

2.2.4. Tiempo Muerto

Es la diferencia de tiempo entre el tiempo de ciclo (cuello de botella) y el tiempo estándar de cada operación, la suma de todos los tiempos muertos de operación, nos muestra el tiempo muerto total. (Edggar C., 2015)

$$TM = n * tc - \Sigma ti$$

2.2.5. Cuello de botella

Está determinado por la operación más lenta de la línea de fabricación, es en esta operación fundamentalmente donde se busca mejoras en su actividad con la finalidad de reducir el tiempo y mejorar la producción. (Edggar C., 2015)

2.2.6. Productividad

Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para elaborarla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos de trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa producir más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la fórmula:

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos}$$

Para mejorar la productividad, se puede hacer dos cosas:

- Aumentar la producción sin cambiar el volumen de los insumos de entrada (producir y vender más)

- Disminuir el volumen de los insumos de entrada sin cambiar la producción (reducir los costos de los recursos utilizados en la empresa) (OIT, 2016).

2.2.7. Estudio de Tiempos

La finalidad de este estudio es hacer más fácil el rendimiento del trabajo e incrementar la productividad como resultado del mejoramiento de los movimientos y de la estandarización de los tiempos como elementos de guía y de control. La única vía para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad o sus utilidades es aumentando su productividad es decir que se tiene la capacidad de utilizar los recursos invertidos de manera óptima. El estudio de tiempos es un instrumento fundamental para lograr este objetivo (Fernández, 2012).

La parte de estudio de tiempos consiste de una amplia variedad de procedimientos para calcular la cantidad de tiempo requerido, bajo ciertas condiciones estándar de medición, para tareas que implican alguna actividad humana (Fernández, 2012).

El estudio de tiempos tiene como objetivo producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo. Esta técnica fija un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y retardos inevitables del personal (Niebel y Freivalds, 2009, p. 327).

Tabla 1*Mención de los criterios posibles del éxito de la solución*

1. Ventaja financiera máxima	2. Conformidad máxima con las restricciones impuestas externamente
- Menos tiempo de mano de obra directa.	- Menos personas.
- Menos esfuerzo de mano de obra directa.	- Menos tiempo para habilidades críticas.
- Menos mano de obra indirecta.	- Menos tiempo para equipo crítico.
- Mejor equilibrio entre la mano de obra directa e indirecta.	- Menos tiempo en producción.
- Menos o más pasos (dependientes del producto y del volumen).	- Menos espacio.
- Menos habilidad (mano de obra de menor costo).	- Menos material crítico.
- Más habilidad (mano de obra más productiva).	- Menos capital de trabajo.
- Menos uso de equipo.	- Más salida sin más mano de obra.
- Equipo menos costoso.	
- Menos espacio.	
- Menos desperdicio.	
- Mayor rendimiento del producto de valor más alto.	

Nota: Estudio de Tiempos (Niebel y Freivalds, 2009)

Las principales técnicas que se emplean para el estudio de tiempos son:

a) Sistemas de estándares de tiempo predeterminados

Los tiempos predeterminados son una colección de tiempos válidos asignados a movimientos y a grupos de movimientos básicos, que no pueden ser evaluados con exactitud con el procedimiento ordinario del estudio. El técnico diseñará una estación de trabajo para cada uno de los pasos del plan de manufactura del producto nuevo: diseñará cada estación del trabajo, establecerá un patrón de movimientos, medirá cada movimiento y le asignará un valor de tiempo; el total de estos valores será el estándar de tiempo, el cual servirá para determinar el equipo, espacio y las necesidades del

personal para el nuevo producto, así como su precio de venta. Esta técnica es ideal para una empresa nueva (Niebel y Freivalds, 2009, p. 328).

b) Estudio de tiempos con cronómetro

Es una técnica para determinar con la mejor exactitud posible, empezando de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido (Niebel y Freivalds, 2009, p. 329).

- Muestreo del trabajo

Es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que componen una tarea o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

- Datos estándares

Los datos de tiempo estándar en su mayor parte son estándares de tiempo elementales tomados de estudio de tiempos que han demostrado ser satisfactorios. Cuando se habla de datos estándares en la actualidad se refiere a todos los estándares tabulados de elementos, gráficas, nomogramas y tablas que se recopilan para poder efectuar la medida de un trabajo específico, sin necesidad de un instrumento de medición de tiempo.

- Equipos para el estudio de tiempos

El equipo necesario para el estudio de tiempos, no es tan costoso ni tan elaborado como el que se requiere para el estudio de micro

movimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempo son básicos para el éxito y no el equipo utilizado.

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un estudio de tiempos es el siguiente:

- Cronómetros.
- Máquinas registradoras de tiempo.
- Cámaras de video.
- Tablero portátil.
- Formularios (Niebel y Freivalds, 2009, p. 330).

2.2.8. Tiempo Estándar

- Tiempo Normal (T_n)

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo: donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, donde el 100 % corresponde al desempeño estándar de un operario calificado.

- Adición de suplementos u holgura

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera, son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material,

todos ellos requieren la adición de una holgura. Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable.

Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 + \text{holgura}$. (Nieble B., 2009)

2.2.9. Tecnología

La innovación tecnológica constituye una fuente importante de incremento de la productividad. Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y tecnología de la información. La automatización mejora la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad (Prokopenko, 1989).

2.2.10. Automatizar

“Consiste en controlar un proceso mediante el uso de sistemas o elementos computarizados o electromecánicos, y así reducir la participación humana en dicho proceso”.

La automatización industrial permite decidir el grado de autonomía de todo el proceso, desde controlar una simple maquina a planificar todos los pedidos para que el rendimiento y la eficiencia de la planta sea máxima (Escudero, 2012, p. 8).

La automatización de un proceso se puede clasificar en niveles según el grado de autonomía que se quiera dar a la planta. El más elemental consiste en gobernar operaciones sencillas a nivel de maquinaria como pueden ser tareas de vigilancia de tiempos muertos, posicionamiento de piezas o funciones de seguridad.

El siguiente nivel, se caracteriza por ser un proceso completo, donde además del control elemental de las máquinas, intervienen aspectos como la supervisión y optimización del proceso, y el seguimiento de la producción (Escudero, 2012, p. 8).

Las principales ventajas de automatizar son:

- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.
- Reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo empleado en una tarea específica.
- Existe una reducción en los tiempos de proceso productivo.
- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión. (García, E., 2009).

2.2.11. Diagramas

Siempre que se quiere mejorar un método ya existente, lo primero que se tiene que tener en cuenta es el registro de todos los datos de los elementos constantes y variables que contiene, de esta forma se pueden tener buenos resultados del método que se quiere implantar. Para esto existen las técnicas o instrumentos, siendo en este caso los diagramas en los cuales se registran acontecimientos en el orden en que ocurren.

a) Diagrama de Operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como el ingreso de materia prima y materiales que se requieren en el proceso de fabricación de los productos.

Es útil en el trabajo de distribución de equipo en planta. Al construir el diagrama de operaciones se utilizan tres actividades con sus respectivos símbolos:




Operación: se da cuando la materia prima en estudio se transforma intencionalmente y se representa mediante un círculo.

Inspección: cuando en un tiempo la materia prima se somete a examen para comparar con el estándar y se representa mediante un cuadrado.

Inspección y Operación: representa una inspección que se realiza junto con una operación, se representa mediante un círculo dentro de un cuadrado (Chase y otros, 2009, p. 315).

Tabla 2

Símbolos del diagrama de operaciones

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima.
	Inspección	Revisión de calidad de la materia prima.
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad.

Nota: Símbolos que nos sirvieran para elaborar el diagrama de operaciones, Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros (Chase y otros, 2009).







Al diagrama se complementa colocando en la parte superior, un encabezado que tiene: nombre del diagrama, producto elaborado, método actual, fecha, nombre del que hizo el diagrama. Mientras que, en la parte inferior, el resumen correspondiente: Aplicación del diagrama de operaciones: propósito de la operación, diseño de la pieza, tolerancias y especificaciones del material, proceso de fabricación, preparación y herramientas, condiciones de trabajo, distribución en planta (Chase y otros, 2009, p. 317).

b) Diagrama de flujo

El diagrama de flujo presenta la secuencia cronológica de las actividades que se ejecutan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, presenta las siguientes actividades: transporte, almacenamiento y demora (Cairó, O., 2005).

Tabla 3

Símbolos utilizados en el diagrama de flujo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima.
	Inspección	Revisión de calidad de la pieza trabajada.
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad.
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
	Demora	Material en espera de ser procesado

Nota: Metodología de la programación (Cairó, 2005).

A continuación, describiremos los símbolos utilizados en el diagrama de flujo:

El diagrama de flujo presenta las siguientes ventajas:

- Ayudan a ilustrar modelos y a conectar ideas para incrementar nuestra productividad.
- Favorecen el entendimiento de los procesos al mostrarlo como un dibujo.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora de los procesos (Cairó, 2005).

c) Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se presenta la localización de las actividades del diagrama de flujo, se construye empleando líneas de flujo al plano de distribución de la planta, las cuales indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que están distribuidas en la planta, también permite encontrar áreas de posibles congestionamientos de tránsito en ellas. Aplicación del diagrama de recorrido. Ver donde hay lugar para añadir una instalación o dispositivo que permita reducir la distribución, probables áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo, áreas de posible congestionamiento de tránsito, distribución en planta. (Niebel y Freivalds, 2009, p. 438).

d) Diagrama de Causa–Efecto de Ishikawa

Es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causa-efecto para:

- Analizar las relaciones causa-efecto
- Comunicar las relaciones causa-efecto y
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por las causas hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que influyen en la característica de calidad en estudio como líneas

principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados. El diagrama de Ishikawa deja apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando diferentes metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una solución dada, clasificando e interrelacionando las mismas (UNIT, 2009, p. 22).

e) Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para clasificar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, fundamentándose en el principio de Pareto

El Diagrama de Pareto se usa para presentar en orden de importancia la contribución de cada elemento al efecto total. Así también, ordena las oportunidades de mejora.

Hay consenso en admitir que en numerosas situaciones que se plantean en las organizaciones, los problemas tienen una importancia desigual, fenómeno que no está limitado a cuestiones relativas a la calidad.

En estos casos se da el principio de “los pocos vitales y los muchos triviales” que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales”. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce.

El principio de Pareto es simultáneamente varias cosas:

- es un estado de la naturaleza que se da en varias circunstancias,

- es una forma de llevar adelante proyectos (lo que puede denominarse una herramienta de gestión) y, también,
- es una manera de pensar con respecto a los problemas que afectan a todas las cosas (en la cual predomina el principio de la racionalización).

Si se distingue los elementos más importantes de los menos importantes, se ha de obtener el mayor mejoramiento con el menor esfuerzo.

El diagrama de Pareto presenta, en orden decreciente, la contribución relativa de cada elemento al efecto total. Dicha contribución relativa puede basarse en la cantidad de suceso en el costo asociado con cada elemento u otras mediciones de impacto sobre el efecto. Se usa bloques para indicar la contribución relativa de cada elemento. Se emplea una curva de frecuencias acumuladas para indicar la contribución acumulada de los elementos (UNIT, 2009, p. 28).

2.2.12. Costo de Producción

“Se relacionan con la producción de un artículo, y constituye la suma de los materiales directos, de la mano de obra directa y los costos indirectos de producción” (Polimeri, Fabozzi, Adelberg y Kole, 1994, p. 12).

a) Materiales directos

“Son los principales bienes que se usan en la producción y que se transforman en artículos terminados con la adición de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación” (Polimeri y otros, 1994, p. 12).

Por lo tanto, se puede decir que son todos aquellos costos de la materia prima y piezas que se requiere directamente en la producción, de manera que se pueden identificar perfectamente tanto su costo como su cuantía, en cada unidad de producción.

b) Costo de mano de obra directa

“Es el esfuerzo físico o mental gastado en la fabricación de un producto”.

Es el costo del esfuerzo humano, ya sea mediante el contacto físico o utilizando una máquina, aplicado para la transformación de los materiales directos en productos terminados, en el grado que se pueda medir, es decir que, se pueda identificar y medir de manera fácil.

El costo de mano de obra se carga a los productos por medio de la medición del costo de la mano de obra que ha sido usada para cada orden específica de producción (Polimeri y otros, 1994, pp. 12-13).

c) Costos Fijos

Son aquellos en los cuales el costo fijo total permanece constante para un rango relevante de producción, mientras que el costo fijo unitario varía con la producción (Polimeri y otros, 1994, p. 15).

d) Costos Variables

Son aquellos en los cuales el costo total fluctúa en relación directa a los cambios de volumen de producción (Polimeri y otros, 1994, p. 15).

e) Costo de Mantenimiento

Es un costo proporcional a la cantidad de mercancía retenida como inventario, éste debe entenderse como el costo en que se incurre por conservar los artículos a través del tiempo. Es bien sabido que mantener inventario es, en la actualidad, un riesgo, pues al estar en una posición estática, el inventario puede ser sujeto de robos, daños ocasionados por desastres naturales y originados por el hombre. Por todo lo anterior, el costo de mantener se estima multiplicando un porcentaje (interés) por el costo de una unidad del bien (Polimeri y otros, 1994, p. 44).

2.3. Marco conceptual

2.4.1. Clamshell

Envase donde se deposita la fruta para su posterior exportación y venta.

2.4.2. Parihuela

Base de madera que sirve para movilizar el producto que es enzunchado encima

2.4.3. Paleta

Es la parihuela junto con las cajas de producto terminado y asegurado con zuncho.

2.4.4. Enzunchado

Proceso donde se asegura la paleta con zuncho con el fin de que el producto llegue a su destino en buenas condiciones.

2.4.5. Auxiliar de producción

Persona encargada de dirigir orientar y supervisar a los operarios que son parte de la línea de producción

2.4. Hipótesis

El desarrollo de un balance de líneas en el procesamiento de arándano fresco si reduce los costos de producción en la empresa AGUALIMA.

2.5.1. Variables e indicadores

Variable Independiente

➤ Balance de línea

Indicadores:

- Productividad de la línea
- Recurso Humano óptimo

Variable Dependiente

➤ Costo de producción

Indicadores:

- Costo del recurso humano
- Costo total y ahorro

2.6. Variables e Indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Balance de Línea en el procesamiento de arándano fresco	Es una herramienta de las más importantes para el control de la línea de producción a través de la reasignación de actividades.	El balance de línea está orientado: <ul style="list-style-type: none"> - Productividad de la línea, usar de manera eficiente los recursos de la empresa. - Recurso Humano óptimo, asignar el número de operarios necesario en cada operación de la línea. 	Productividad de la Línea	$P_{linea} = \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100$	Ordinal
			Recurso Humano óptimo	<ul style="list-style-type: none"> • $\sum RH$ (Sin optimización) = RH (Recepción) + RH (Selección y Clasificación) + ... + RH (Enfriado) • $\sum RH$ (Con optimización) = RH (Recepción) + RH (Selección y Clasificación) + ... + RH (Enfriado) $RHO = \sum RH \text{ (Sin optimización)} - \sum RH \text{ (Con optimización)}$	
Variable dependiente: Costos de Producción	Son aquellos que se generan en cualquier proceso productivo en donde se hagan transformaciones de materia prima para finalmente conseguir un producto terminado.	Entre los costos de producción tenemos: <ul style="list-style-type: none"> - Costo de recurso humano, es la medición del esfuerzo físico empleado. - Costo Total, es la sumatoria de los costos utilizados - El ahorro, es la diferencia de costos empleados en el proceso productivo actual y propuesto. 	Costo Recurso Humano	$CRH = \sum_{i=1}^n RH_i * Pago \text{ mensual}$	Ordinal
			Costo Total y Ahorro	$CT = CF + CV$ $A = CT \text{ (Actual)} - CT \text{ (Con Balance)}$	

Nota: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo

El tipo de investigación es **aplicada**, ya que se caracteriza por aplicar los conocimientos para resolver problemas de carácter práctico que es la reducción de costos de producción en beneficio de los sectores productivos. (Hernández y otros, 2010)

3.1.2. Nivel

El nivel de la investigación es **descriptivo**, dado que pretende fundamentalmente, la determinación de las características o propiedades de un hecho, solo se recopila información relacionada con el objeto de estudio. No se considerará la aplicación o control de un tratamiento. (Hernández y otros, 2010)

El alcance de la investigación es **longitudinal**, porque la recolección de datos es con el propósito de describir las variables y analizar su comportamiento, el cual se da en dos momentos diferentes en el tiempo.

3.2. Población y muestra de estudio

La población de estudio está constituida por los kilos de arándanos promedio por día, necesarios para el proceso de exportación.

3.2.1. Población

Tabla 4

Población en kilos producidos, según campo de cultivo

Campo	Producción (Kilos)	Porcentaje
A	6396	61.5%
B	4004	38.5%
TOTAL	10,400	100.0%

Nota: División de Cultivo y Cosecha de la empresa AGUALIMA S.A.C

3.2.2. Muestra.

Para una mayor facilidad de acceso se tomó una muestra por conveniencia, técnica no probabilística.

Tabla 5

Muestra en kilos producidos, según campo de cultivo

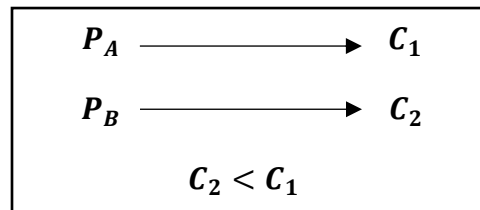
Campo	Producción (Kilos)	Porcentaje
A	615	61.5%
B	385	38.5%
TOTAL	1,000	100.0%

Nota: División de Cultivo y Cosecha de la empresa AGUALIMA S.A.C

3.3. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es **No Experimental** porque “se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”. (Hernández y otros, 2010)

Esquema:



Donde:

P_A : Línea de procesamiento A.

P_B : Línea de procesamiento B

C_1 : Costo de producción 1

C_2 : Costo de producción 2

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para poder recoger los datos provenientes de la observación de las variables de estudio, durante su aplicación se consideran las siguientes técnicas e instrumentos:

Tabla 6

Técnicas e Instrumentos de investigación

TÉCNICA/ HERRAMIENTA	INSTRUMENTO	INFORMANTES O FUENTES	PRINCIPALES VENTAJAS	PRINCIPALES DESVENTAJAS
Observación	Guía de observación	Informante: Primera persona, el propio investigador.	Contacto directo del investigador con la realidad.	- Aplicación limitada a aspectos fijos o repetitivos.
Análisis documental	Fichas textuales	Fuentes: Precisarlas	Muy objetiva. Puede construir evidencia.	- Aplicación limitada a fuentes documentales.

Nota: Elaboración propia

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Procesamiento

Para el análisis de los datos obtenidos en la investigación se empleó las técnicas de Ishikawa y Pareto, así también el software de cálculo Excel, en donde se analizan los datos a través de una tabla de frecuencias de doble entrada, figuras con su correspondiente análisis e interpretación. Se utilizará el software SPSS para la aplicación de la estadística inferencial en la contratación de la Hipótesis.

3.5.2. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos en la investigación se empleó el software SPSS para ver si la distribución de los datos es paramétricos o no paramétricos.

De los resultados, observamos que la prueba Kolmogorov Smirnov tiene dos cantidades mayores al 5% de significancia estándar ($0.00 < 0.05$), demostrándose que se distribuyen de manera no normal, por lo tanto, se determina utilizar pruebas no paramétricas.

Para la validación de la hipótesis general nuevamente se usó el software SPSS a través la prueba estadística de correlación Tau_b de Kendall. De los resultados observados se puede deducir que:

- La Correlación Tau_b de Kendall muestra un valor de 1,000, lo que significa, una correlación Muy buena.

3.5.3. Nivel de significación

Para los cálculos estadísticos efectuados a partir de los datos de las muestras se ha utilizado un nivel de significación de 0.05.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

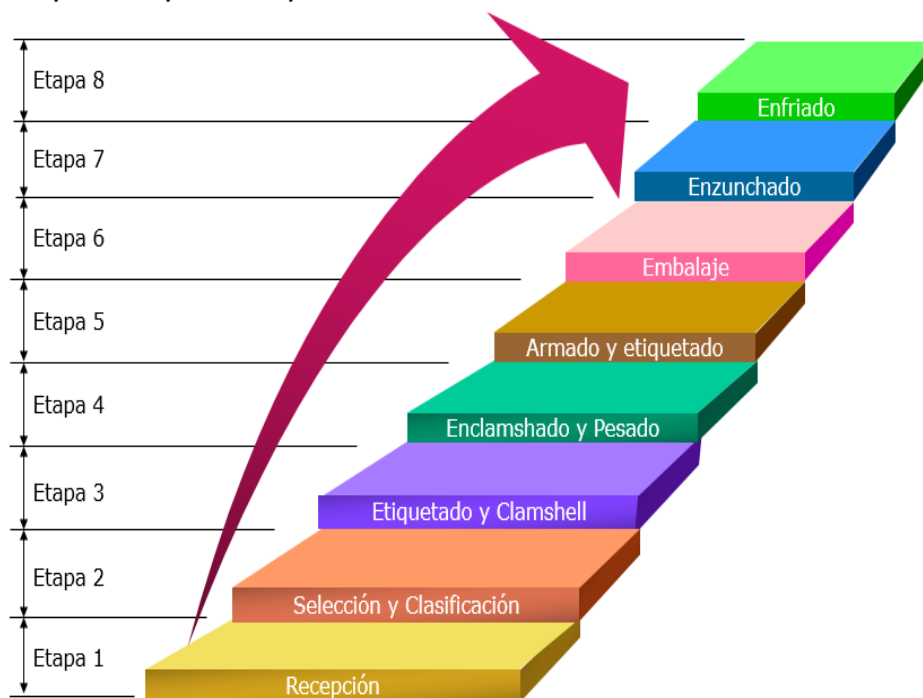
4.1. Diagnóstico Inicial de las condiciones de Trabajo de la producción de Arándano fresco

4.1.1. Proceso actual de producción

La producción de arándano fresco sigue los siguientes procesos:

Figura 1

Etapas del proceso productivo



Nota: secuencia de las etapas de la de la línea procesamiento actual, elaboración propia.

El Anexo 3 describe detalladamente las etapas del proceso actual de producción.

4.1.2. Distribución actual de la Planta

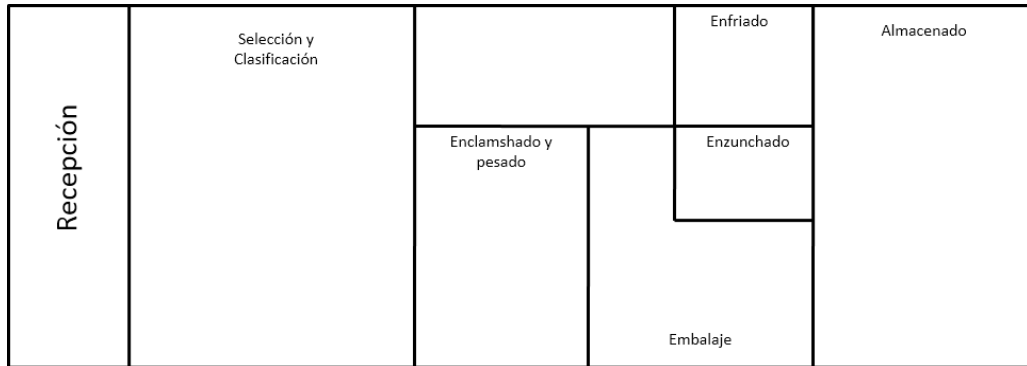
La distribución actual de la planta no es apropiada para una producción de arándano fresco a gran escala.

La distribución presenta espacios muy distantes que generan muchos retrasos, dificultan el traslado rápido del proceso productivo.

Limitación del uso materia prima en los ambientes.
 No es acto para incorporar tecnología

Figura 2

Distribución actual de la planta de producción.



Nota: Elaboración propia

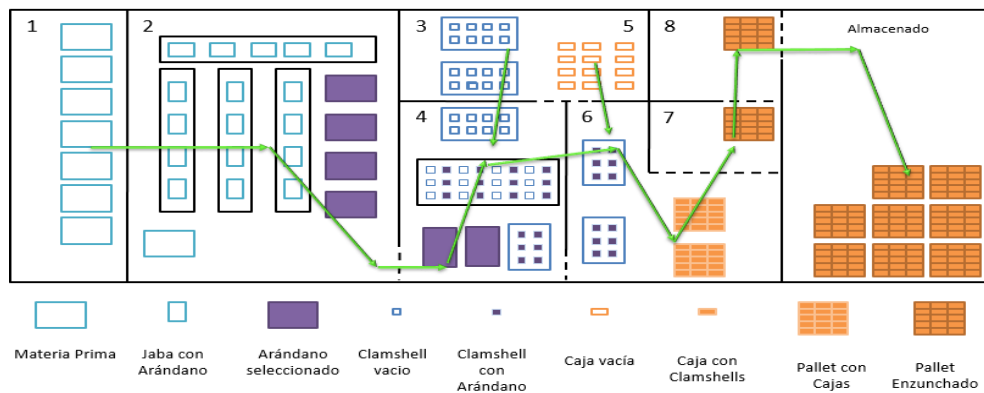
4.1.3. Diagrama de recorrido actual de la Planta

El diagrama de recorrido del proceso productivo involucra demasiada mano de obra.

Espacio limitado para movilizar los materiales, no existe un flujo óptimo de los materiales. Presenta inseguridad al momento de evacuar además genera estrés laboral.

Figura 3

Diagrama de recorrido actual de la planta

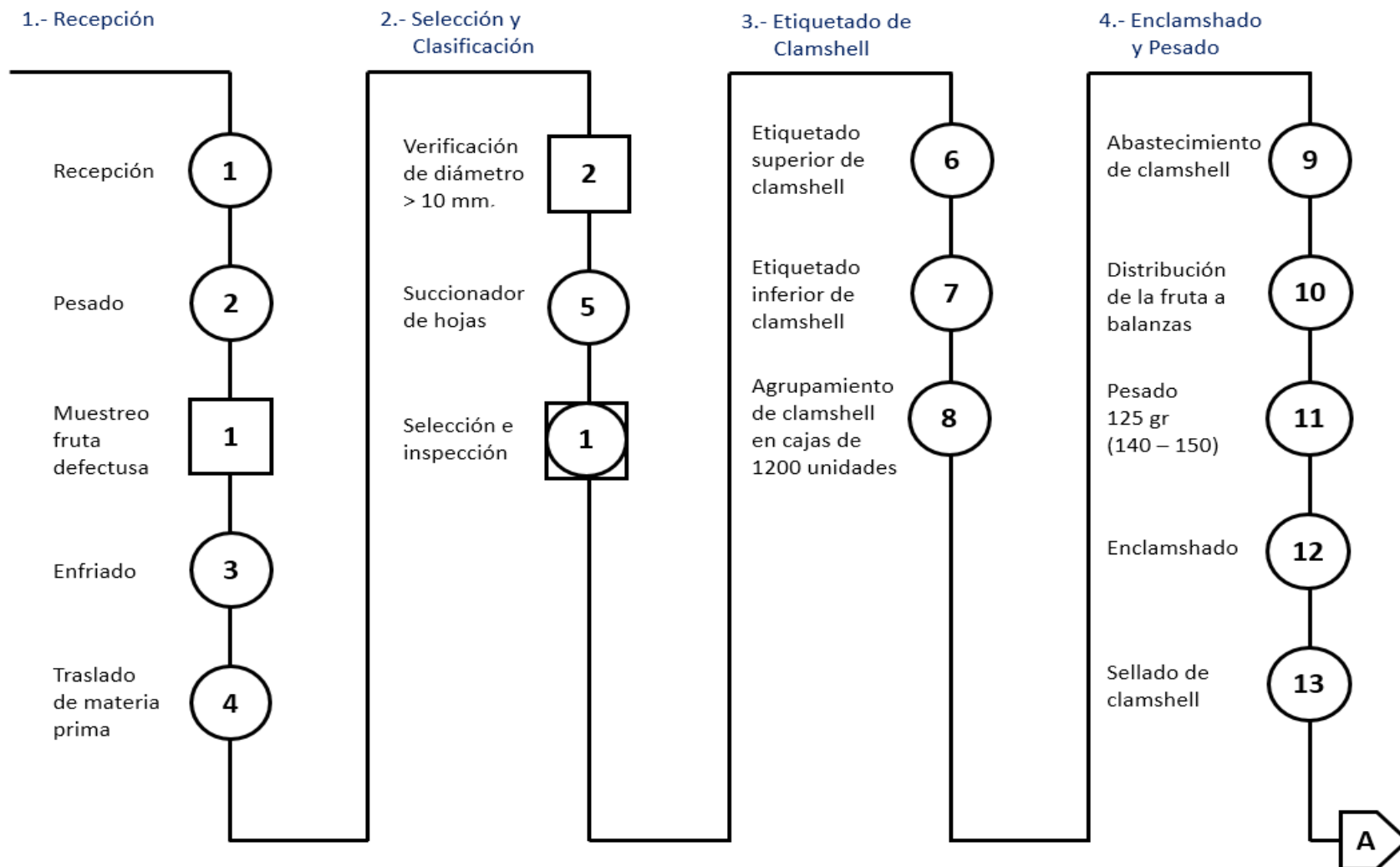


Nota: Elaboración propia

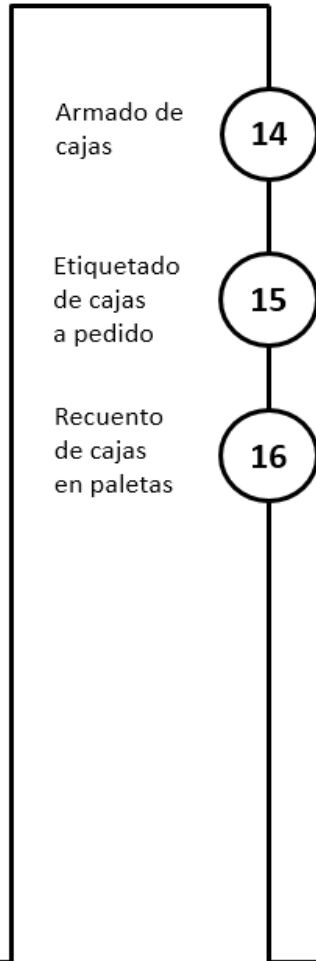
4.1.4. Diagrama de proceso actual de producción de arándano fresco

Figura 4

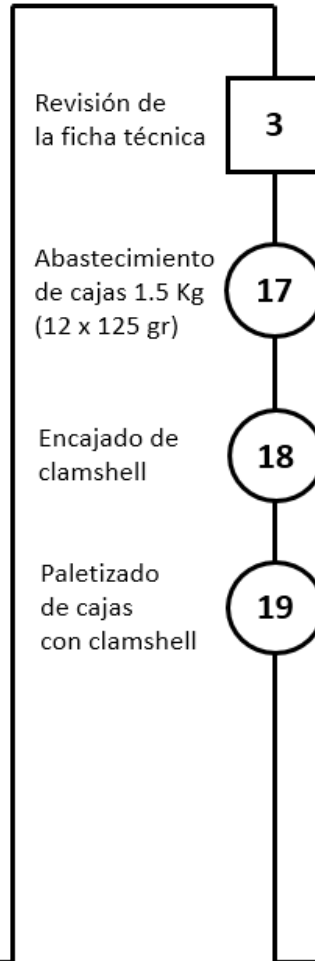
Diagrama de Procesos



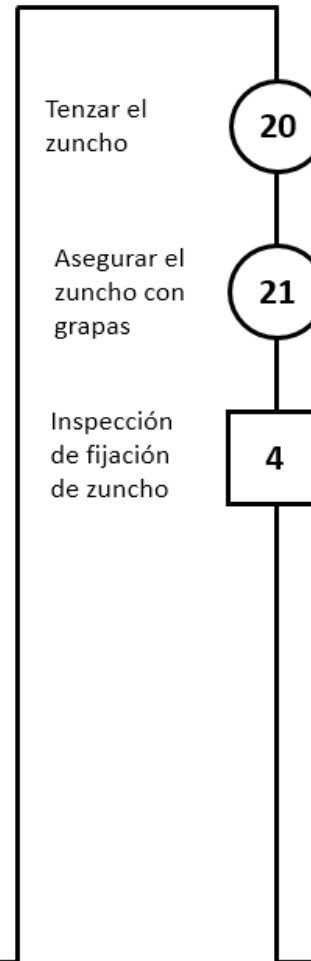
5.- Armado y
Etiquetado de cajas



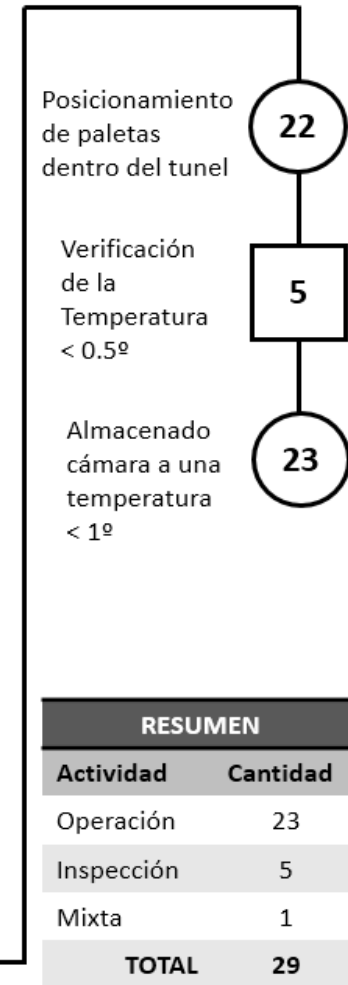
6.- Embalaje



7.- Enzunchado



8.- Enfriado



RESUMEN	
Actividad	Cantidad
Operación	23
Inspección	5
Mixta	1
TOTAL	29

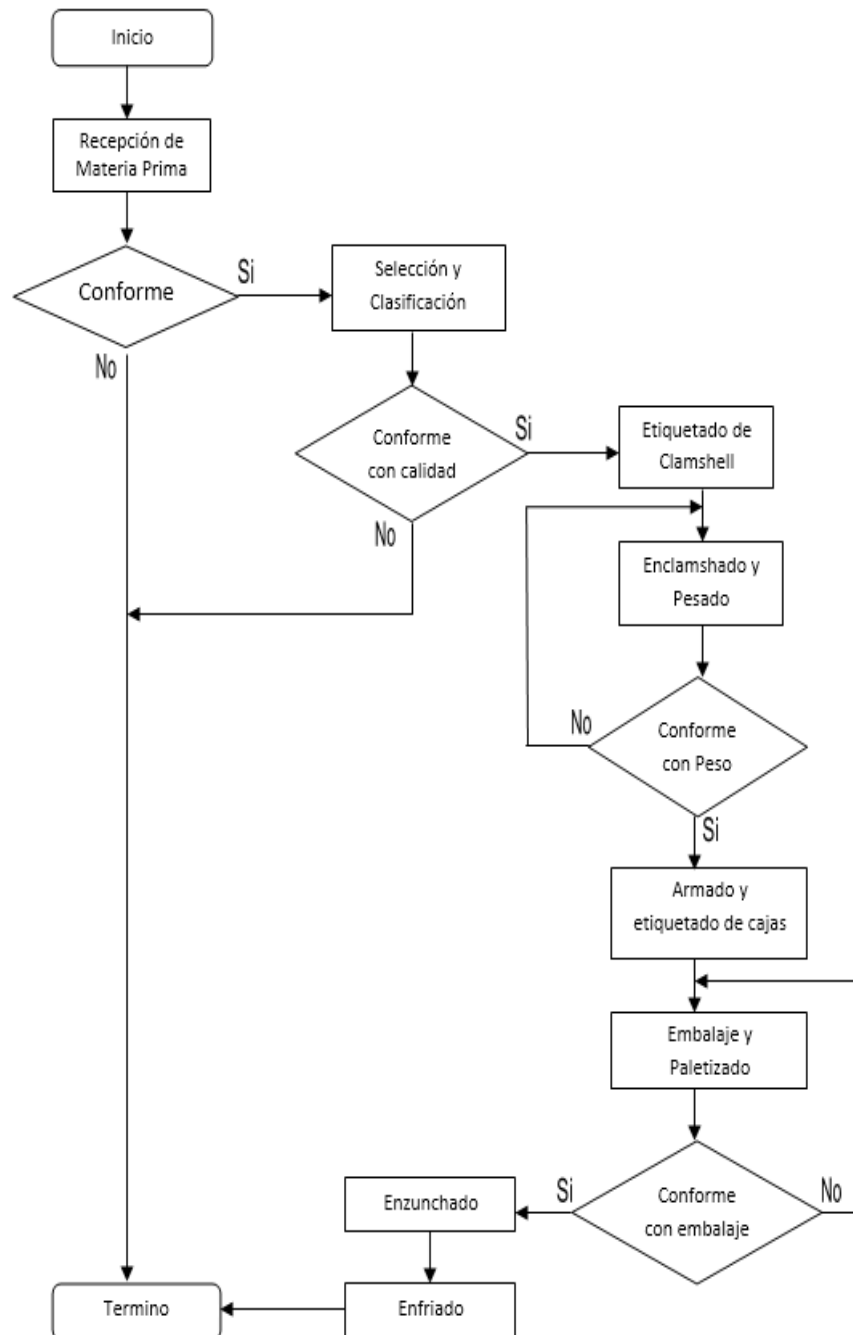
A

Nota: Se muestra cada etapa con las actividades que comprende además el total de actividades que existe en la línea de producen actual, elaboración propia.

4.1.5. Diagrama de Flujo actual de producción de arándano fresco

Figura 5

Diagrama de flujo



Nota: Elaboración propia

4.2. Parámetros de la línea actual de procesamiento de arándano

4.2.1. Calcular el Tiempo Estándar para cada etapa

Para calcular los tiempos Estándar de la Línea primero se tomó los tiempos que demora cada etapa en procesar una tonelada, estos datos se tomaron mediante un cronometro.

Al tener los tiempos observados, se utilizó las siguientes fórmulas para encontrar el tiempo estándar.

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

$$TE = TN + TN * Holgura$$

$$TE = TN * (1 + Holgura)$$

TN= Tiempo Normal

TO= Tiempo Medio Observado

C = Calificación de desempeño

TE= Tiempo Estándar

Holgura = Tiempo suplementario adicionado

Mediante estas fórmulas se pudo obtener tiempo estándar por cada etapa, esto se entenderá mejor en la siguiente tabla.

Tabla 7*Calculo de tiempo estándar por etapa*

Etapa	Toma de Tiempos										TO	Calificación de desempeño (C/100)	TN	% Holgura	(TE) min/tn
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Recepción	43.5	42.7	48.2	44.8	48.1	46.3	44.3	43.2	46.2	45.3	45.26	90%	40.73	2%	41.55
Selección y Clasificación	66.1	61.6	65.9	66.7	63.9	64.5	67.1	63.2	62.4	65.3	64.67	95%	61.44	5%	64.51
Etiquetado de Clamshell	61.8	59.4	55.1	57.1	58.7	57.4	61.9	59.3	58.3	63.2	59.22	95%	56.26	2%	57.39
Enclavado y pesado	72.3	68.9	63.8	67.3	65.3	69.8	62.8	71.3	70.4	64.3	67.62	95%	64.24	3%	65.85
Armado y etiquetado de Cajas	38.7	40.5	39.6	40.8	38.2	39.2	37.7	42.3	40.6	41.4	39.90	90%	35.91	3%	36.80
Embalaje	58.3	60.4	63.8	57.8	56.4	62.5	60.1	64.9	63.6	63.4	61.12	95%	58.07	5%	60.97
Enzunchado	41.6	46.1	45.6	46.8	44.2	45.2	43.3	48.3	46.6	47.2	45.49	90%	40.94	5%	42.98
Enfriado	43.1	45.3	44.4	44.3	44.6	45.3	46.1	44.3	45.5	43.3	44.62	90%	40.16	5%	42.16

Nota: Elaboración propia

4.2.2. Elaboración de la línea de procesamiento actual

Tabla 8

Línea de procesamiento actual

	Recepción Materia Prima	Selección y Clasificación	Etiquetado de Clamshell	Enclamshado y pesado	Armado y Etiquetado de Cajas	Embalaje	Enzunchado	Enfriado
N° Operarios	2	35	7	14	5	12	1	1
Unidad	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn

T E (Min)	41.55	64.51	57.39	65.85	36.80	60.97	42.98	42.16
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 8, se visualiza las etapas con sus tiempos, observando la etapa 4 “enclamshado y pesado”, es nuestro tiempo de ciclo (cuello de botella), por tener el tiempo más alto en el procesamiento de una tonelada.

Tabla 9*Resumen de los datos de la línea actual*

N°	ETAPAS	T.E. min/tn x Etapa	tn/min	Operarios	tn/Ope	(tn/min) x operario
1	Recepción	41.55	0.0241	2	0.50	0.0120
2	Selección y Clasificación	64.51	0.0155	35	0.03	0.0004
3	Etiquetado de Clamshell	57.39	0.0174	7	0.14	0.0025
4	Enclamshado y pesado	65.85	0.0152	14	0.07	0.0011
5	Armado y etiquetado de Cajas	36.80	0.0272	5	0.20	0.0054
6	Embalaje	60.97	0.0164	12	0.08	0.0014
7	Enzunchado	42.98	0.0233	1	1.00	0.0233
8	Enfriado	42.16	0.0237	1	1.00	0.0237

Nota: Elaboración propia

4.2.3. Calculo de los parámetros de la línea actual

Producción Diaria

Fórmula:
$$P = \frac{Tb}{Tc}$$

Donde:

Tiempo de Ciclo (Tc)	65.85	min/tn
Tiempo Base (Tb)	480	min/turno
Producción (P)	7.29	tn/ turno

La actual línea de producción es de 7.29tn, valor que no cumple con procesar 10.4tn en 8 hrs. para atender la demanda.

Eficiencia de la línea

Fórmula:
$$E = \frac{\Sigma Ti}{n * Tc}$$

Donde:

Sumatoria de tiempos (ΣTi)	412.22	min/tn
Número de etapas (n)	8	Etapas
Tiempo de Ciclo (Tc)	65.85	min/tn
Eficiencia (E)	78%	

Tiempo Muerto

Fórmula:

$$TM = n(Tc) - \Sigma Ti$$

Donde:

Número de etapas (n)	8	etapas
Tiempo de Ciclo (Tc)	65.85	min/tn
Sumatoria de tiempos (ΣTi)	412.22	min/tn
Tiempo Muerto (TM)	114.57	min

Productividad línea mano de obra

Fórmula:

$$Pd = \frac{\text{Producción}}{n^{\circ} \text{ Operarios}}$$

Donde:

Producción (P)	7.28941894	Tn/turno
Cantidad de Operarios (Σop)	77	Op / turno
Productividad (Pd)	0.09	tn/operario
	94.67	kg/operario

4.3. Balance de la línea considerando una demanda de 10.4 tn por turno de 8 horas al día.

4.3.1. Calculo de nuevo tiempo ciclo Tc considerando una demanda 10,4 tn/turno

Para desarrollar este objetivo es necesario encontrar el tiempo de ciclo ideal para poder alcanzar la demanda de 10.4 tn /turno

Tiempo de ciclo

Fórmula:

$$Tc = \frac{Tb}{P}$$

Donde:

Tiempo de Ciclo (Tc)	46.15	min/tn
Tiempo Base (Tb)	480	min/ turno
Producción (P)	10.4	tn/ turno

Interpretación:

Para cumplir con la producción de 10.4 tn / turno, el nuevo tiempo de ciclo de la línea debe menor o igual que 46.15 min/tn,

4.3.2. Calculo del número de operario necesarios por cumplir la nueva demanda

Para calcular el número necesario de operarios fue necesario utilizar las siguientes fórmulas:

$$NO = \frac{TE \times IP}{E} \quad IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

Donde:

NO= Número operarios

TE= Tiempo estándar por operario

E= Eficiencia

IP= Índice de productividad

Tabla 10

Calculo de número de operarios considerando la nueva demanda

N°	ETAPAS	T.E. min/tn x Etapa	Cantidad de Operarios	T.E. x Operario	Eficiencia	IP=P/Tb	Numero de operarios (NO)	
1	Recepción	41.55	2	83.10	0.97	0.022	1.9	2
2	Selección y Clasificación	64.51	35	2257.93	0.98	0.022	49.9	50
3	Etiquetado de Clamshell	57.39	7	401.72	0.98	0.022	8.9	9
4	Enclamshado y pesado	65.85	14	921.88	0.98	0.022	20.4	20
5	Armado y etiquetado de Cajas	36.80	5	184.02	0.98	0.022	4.1	4
6	Embalaje	60.97	12	731.65	0.98	0.022	16.2	16
7	Enzunchado	42.98	1	42.98	0.98	0.022	1.0	1
8	Enfriado	42.16	1	42.16	0.98	0.022	0.9	1

Nota: Elaboración propia

Encontrado el número necesarios de operarios (NO) en cada etapa, se realizó una tabla resumen para comparar lo nuevos tiempos con el Tc ideal.

Tabla 11*Comparación del nuevo tiempo por etapa vs. el tiempo de ciclo ideal*


N°	ETAPAS	T.E. min/tn x Etapa	Tn/min	Operarios Actual	Tn/min x Ope	Nueva cantidad de operario	T.E. (min/tn) x etapa	Tiempo de ciclo ideal (Tc)	Diferencia en min
1	Recepción	41.55	0.0241	2	0.0120	2	41.55	46.15	4.61
2	Selección y Clasificación	64.51	0.0155	35	0.0004	50	45.16	46.15	1.00
3	Etiquetado de Clamshell	57.39	0.0174	7	0.0025	9	44.64	46.15	1.52
4	Enclavado y pesado	65.85	0.0152	14	0.0011	20	46.09	46.15	0.06
5	Armado y etiquetado de Cajas	36.80	0.0272	5	0.0054	4	46.00	46.15	0.15
6	Embalaje	60.97	0.0164	12	0.0014	16	45.73	46.15	0.43
7	Enzunchado	42.98	0.0233	1	0.0233	1	42.98	46.15	3.17
8	Enfriado	42.16	0.0237	1	0.0237	1	42.16	46.15	3.99

Nota: Elaboración propia

Para un mejor entendimiento se elaboró la nueva línea de procesamiento de arándano a partir de los datos anteriores.

Tabla 12

La nueva línea de procesamiento de arándano

	Recepción Materia Prima	Selección y Clasificación	Etiquetado de Clamshell	Enclamshado y pesado	Armado y Etiquetado de Cajas	Embalaje	Enzunchado	Enfriado	Total
N° Operarios	2	50	9	20	4	16	1	1	103
Medida	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	
									
Tiempo E (Min)	41.55	45.16	44.64	46.09	46.00	45.73	42.98	42.16	

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 12, se puede apreciar que, en el proceso de elaboración del balance de línea, el número de operarios aumento de 77 a 103, que representa un incremento de 25%, con el fin de reducir el tiempo de ciclo.

Las etapas con mayor número de operarios son el 2 (50 operarios) y 4 (20 operarios), que representan el 58% de los operarios en la línea.

4.3.3. Incorporación de tecnología en la etapa 2 y 4

Una de las herramientas tecnológicas básicas para el mejoramiento del proceso productivo del arándano fresco es la automatización, lo que permitirá priorizar las etapas del proceso productivo que presentan tiempos de ejecución muy largos y costos elevados, permitiendo la reducción de muchas tareas manuales.

Tabla 13

Tecnología a incorporar en el procesamiento de arándanos fresco

Máquinas y/o equipos	Función
Faja para lanzado	Reduce el tiempo de traslado de materia prima a la sala de proceso.
Faja de calibración y succionador de materia extraña	Separa toda la fruta que tiene calibre <5mm y succiona toda materia extraña, para luego trasladarlo a la faja de selección.
Faja de selección y clasificación	Traslada la fruta por todo el personal de selección y facilita la visión la fruta para su selección.
Faja de elevación	Eleva la fruta seleccionada a la altura adecuada para luego pasar a la faja de volcado.
Faja de volcado	Traslada y vuelca la fruta en la tolva de la Enclamshadora.
Máquina envasadora (Enclamshadora)	Pesa y envasa la fruta en clamshell, reduce el tiempo de pesado y cerrado
Faja de productor envasado	Traslada el producto envasado hacia la los empacadores, reduce el tiempo de traslado y ordena los clamshell

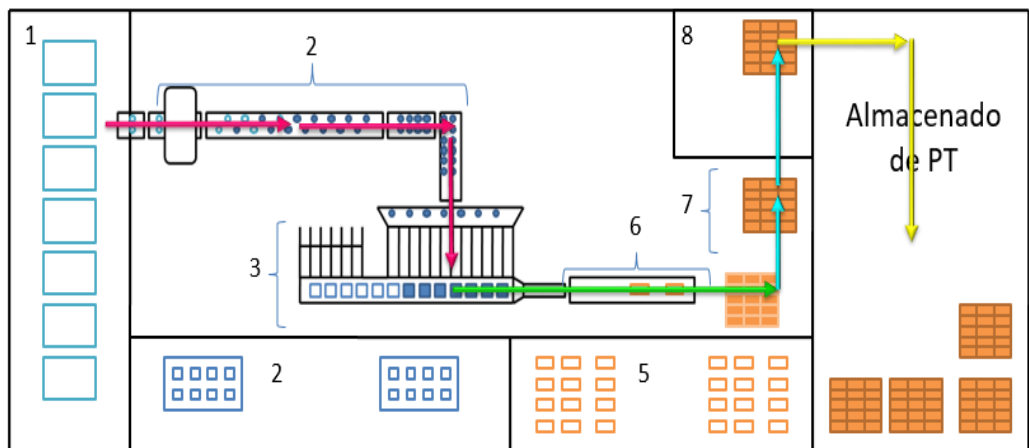
Nota: Área de producción empresa Agualima SAC.

Diagrama de recorrido propuesto para incorporar la tecnología

El diagrama de recorrido propuesto involucra el ordenamiento de los procesos de producción de manera secuencial, en donde, el movimiento del material pasa de un proceso a otro, eliminando los tiempos muertos.

Figura 6

Diagrama de recorrido propuesto de planta para el procesamiento secuencial de arándano fresco.



Nota: Elaboración propia

4.3.4. Cálculo del número operarios para las etapas 2 y 4.

Con la implementación de tecnología en la empresa Agualima SAC se busca aumentar la productividad y mejorar la calidad, por lo que, el personal debe ser reasignado, de acuerdo a las necesidades justas de atención en cada etapa del proceso productivo, dinamizando la entrega de pedidos de exportación.

El número de operarios para las etapas de recepción de materia prima, etiquetado, embalaje, enzunchado y enfriado, se mantendrá invariable dado que la implementación de la tecnología no tiene incidencia en dichas etapas.

Por otro lado, la etapa de enclanshado y pesado es la que tendrá una variación importante ya que de 20 operarios que actualmente tiene, pasará a tener solo 2 operarios (un operario de la máquina y otro operario como abastecedor de envases). La incorporación de la envasadora mejorará la performance de cada operario, pues será capaz de, pesar y envasar 1500 Kg por hora.

Figura 7
Enclanshado y pesado manual



Nota: Agualima S.A.C

Figura 8.
Enclanshado y pesado mediante una envasadora de 12 cabezales



Nota: berrypro.eu

Así mismo, la etapa de selección y clasificación que tiene 50 operarios, la tecnología de incorporada les afecta favorablemente porque tendrían el beneficio de una faja transportadora de materia prima.

Figura 9
Selección y clasificación manual



Nota: Agualima S.A.C

Figura 10
Faja de selección y clasificación (cinta de Tria)



Fuente: berrypro.eu

Puesto que de la manera actual de trabajar los operarios hacen 3 actividades, abastecer, seleccionar producto bueno y descartar el producto malo. Con la incorporación de la faja transportadora solo se necesita hacer una actividad de descartar el producto malo, que pasa por la faja. (Ver Anexo 4)

Dicho lo anterior, se hizo un estudio de tiempo para 20 operarios con el fin de encontrar el tiempo estándar, medir el tiempo que se demora en seleccionar y clasificar una jaba por operario con el método actual. (Ver Anexo 5)

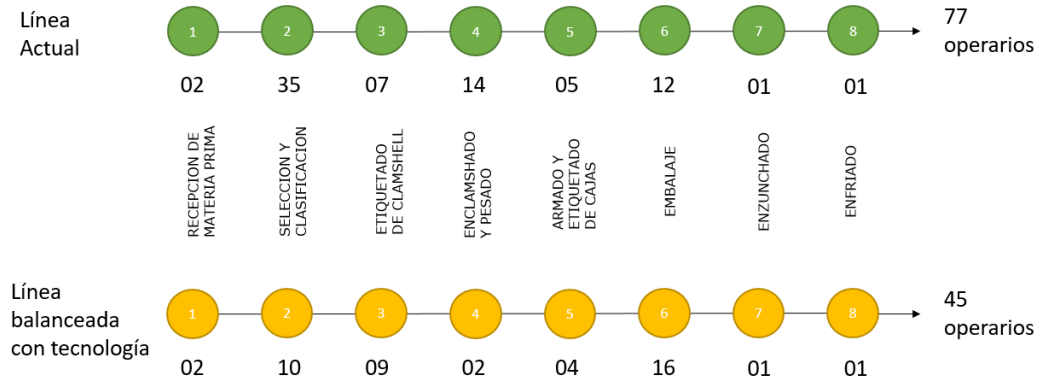
Con los datos obtenidos, se hizo un nuevo estudio de tiempos con el método actual donde se quitó el tiempo de abastecimiento y selección de producto bueno para solo quedarnos con el tiempo de descarte de producto malo que es el que nos interesa en la faja transportadora (Ver Anexo 4) y así lograr saber cuánto se demoraría en seleccionar con la faja transportadora. (Ver Anexo 6)

Luego, volvimos sacar el tiempo estándar, con esto calculamos el número de operarios necesarios para la etapa de selección y clasificación son de 10 operarios. (Ver Anexo 7 y 8)

La etapa de armado de cajas se ha reducido de 4 a 2 operarios, considerando los años de experiencia de los operarios finales, quienes tienen un performance mayor que los actuales, duplicando su producción.

Figura 11

Comparación del recurso humano en las etapas del proceso productivo de la línea actual y la Línea balanceada con tecnología.



Nota: Se evidencia que la cantidad de operarios se redujo de 77 a 45, en porcentaje se redujo en 42% aproximadamente.

4.3.5. Línea de producción balanceada

De acuerdo a los datos anteriores obtenidos al incorporar la tecnología en las etapas 2 y 4.

En la etapa Selección y clasificación se requiere 10 operarios para procesar 10.4 tn, en 8 horas. Por lo tanto, el tiempo para procesar una tn es:









$$\frac{1 \text{ turno}}{10.4 \text{ tn}} \times \frac{480 \text{ min}}{1 \text{ turno}} = 46.15 \frac{\text{min}}{\text{tn}}$$

En la etapa de enchamshado y pesado se incorporó una máquina envasadora que puede procesar 1.5 tn / hora, siendo necesario para su manejo 2 operarios. Por lo tanto, el tiempo que le tomaría en procesar una tn.

$$\frac{1 \text{ hora}}{1.5 \text{ tn}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = 40 \frac{\text{min}}{\text{tn}}$$

Luego de obtener los nuevos tiempos, estamos en condiciones de elaborar la nueva línea de procesamiento de arándano.

Tabla 14*Línea balanceada con tecnología para el procesamiento de arándano*

	Recepción Materia Prima	Selección y Clasificación	Etiquetado de Clamshell	Enclavado y pesado	Armado y Etiquetado de Cajas	Embalaje	Enzunchado	Enfriado	Total
N° Operarios	2	10	9	2	4	16	1	1	45
	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	1 tn	
									
Tiempo E (Min)	41.55	46.15	44.64	40.00	46.00	45.73	42.98	42.16	

Nota: Elaboración Propia**Interpretación:**

La Tabla 14, muestra la reducción de operarios y el tiempo de procesamiento en las etapas 2 y 4, producto de la incorporación de la tecnología.

4.3.6. Calcular los parámetros para la línea balanceada de procesamiento de arándano.

Producción Diaria

Fórmula:

$$P = \frac{Tb}{Tc}$$

Donde:

Tiempo de Ciclo (Tc)	46.15 min/tn
Tiempo Base (Tb)	480 min/turno
Producción (P)	10.41 tn/ turno

Interpretación:

Luego de tener la línea balanceada, si se logra tener una producción de 10.4 tn / turno de 8 hrs., el nuevo tiempo de ciclo de la línea debe menor o igual que 46.15 min/tn,

Eficiencia de la línea

Fórmula:

$$E = \frac{\Sigma Ti}{n * Tc}$$

Donde:

Sumatoria de tiempos (ΣTi)	349.21 min/tn
Numero de etapas (n)	8 Etapas
Tiempo de Ciclo (Tc)	46.15 min/tn
Eficiencia (E)	95%

Tiempo Muerto

Fórmula:

$$TM = n(Tc) - \Sigma Ti$$

Donde:

Número de etapas (n)	8 etapas
Tiempo de Ciclo (Tc)	46.15 min/tn
Sumatoria de tiempos (ΣTi)	349.21 min/tn
Tiempo Muerto (TM)	19.99 min

Productividad línea mano de obra

Fórmula:

$$Pd = \frac{\text{Producción}}{n^{\circ} \text{ Operarios}}$$

Donde:

Producción (P)	10.4008667 Tn/ turno
Cantidad de Operarios (Σop)	45 Op / turno
Productividad (Pd)	0.23 tn/operario
	231.13 kg/oper

4.3.7. Mejora de la línea de procesamiento de arándano

Para un mejor entendimiento de la mejora de los parámetros de la línea balanceada con respecto a la línea actual se podrá apreciar en la siguiente tabla de comparación.

Tabla 15

Diferencia de los parámetros entre la línea actual y la línea balanceada

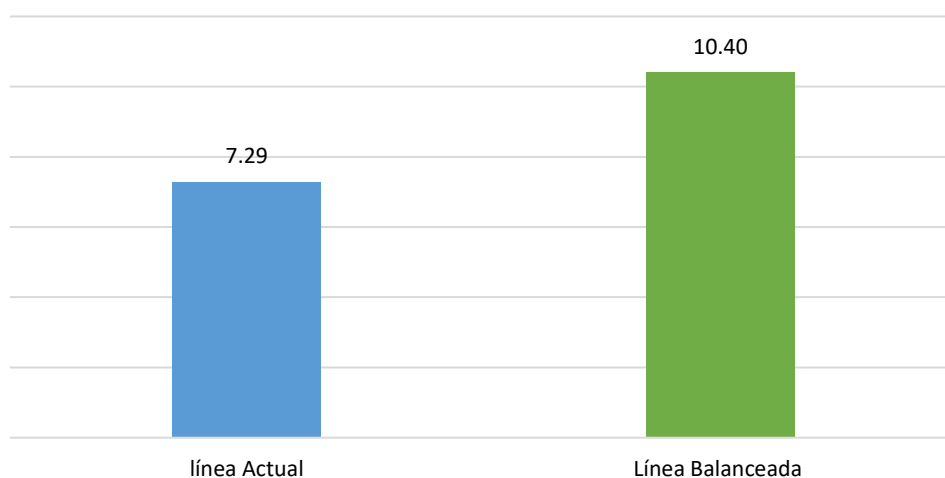
Parámetros	línea Actual	Línea Balanceada	Diferencia	
			Cantidad	%
Producción diaria	7.29 Tn/turno	10.40 Tn/turno	3.11	30%
Eficiencia de la línea	78%	95%	16%	17%
Tiempo Muerto	114.57 min	19.99 Min	-94.58	-83%
Productividad mano obra	0.09 tn/oper	0.23 tn/oper	0.14	59%

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Producción diaria entre La línea actual vs. La línea balanceada

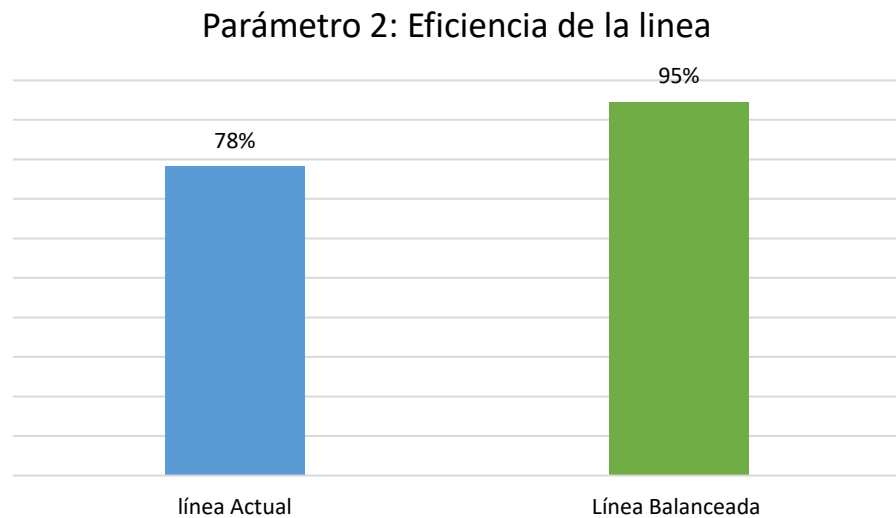
Parámetro 1: Producción diaria



Nota: Nos muestra que la producción diaria se incrementa en 3.11 tn., lo que representa un incremento de 30%, elaboración propia.

Figura 13

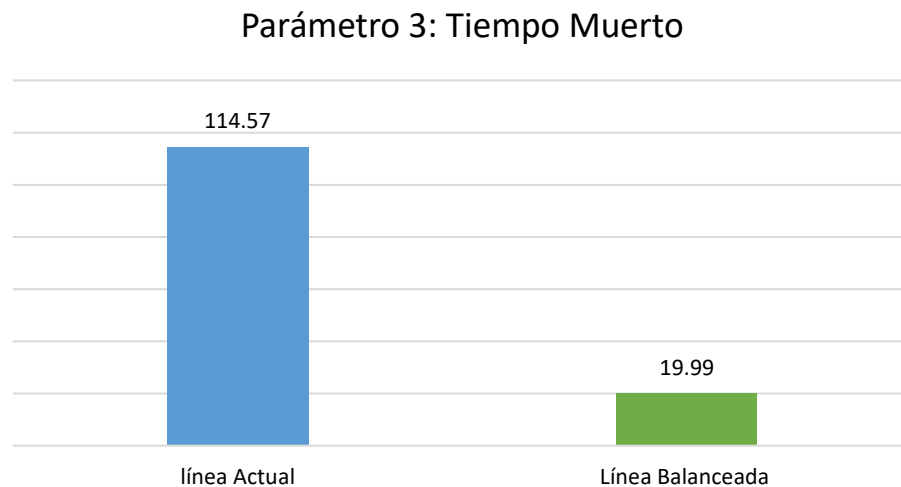
Eficiencia de la línea entre La línea actual vs. La línea balanceada



Nota: Nos muestra que la eficiencia de la línea se incrementa en 17%, elaboración propia.

Figura 14

Tiempo muerto entre La línea actual vs. La línea balanceada



Nota: Nos muestra que el tiempo muerto en la línea disminuyó en 94.58 min, lo que representa un 83%, elaboración propia.

Parámetro 4: Nivel de mejora en la productividad entre la línea actual y la línea con balance, en los 3 últimos años

Tabla 16

Productividad de la línea de producción entre la línea actual y la línea balanceada

		Etapas de Producción									Total	Productividad de la línea por Turno	
		Recepción de materia prima	Selección y Clasificación	Etiquetado de clamshell	Enclavado y Pesado	Armado y Etiquetado de cajas	Embalaje	Enzunchado	Enfriado				
2018	LINEA ACTUAL	Operarios	2	35	7	14	5	12	1	1	77	94.66	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	7289		
	LINEA BALANCEADA	Operarios	2	10	9	2	4	16	1	1	45	231.11	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10400		
2017	LINEA ACTUAL	Operarios	2	20	5	14	3	5	1	1	51	70.59	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	450	450	450	450	450	450	450	450	3600		
	LINEA BALANCEADA	Operarios	2	10	9	2	4	16	1	1	45	80.00	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	450	450	450	450	450	450	450	450	3600		
2016	LINEA ACTUAL	Operarios	2	18	4	13	3	4	1	1	46	43.48	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	250	250	250	250	250	250	250	250	2000		
	LINEA BALANCEADA	Operarios	2	10	9	2	4	16	1	1	45	44.44	Kilos / Operarios * Turno
		Kilos	250	250	250	250	250	250	250	250	2000		

Nota: Podemos visualizar el proceso de producción propuesto con balance de línea con tecnología, elaboración propia.

En la Tabla 16 Podemos visualizar que, con el balance de línea, mejora progresivamente la productividad de la línea actual. Teniendo un mayor incremento en el año 2018, con 231.11 Kilos / Operario por turno y el menor incremento en el año 2016, con 44.44 Kilos / Operario por turno.

Tabla 17

Resumen productividad de la línea de producción (Kilos / Operario) en la situación actual y el propuesto

	Productividad de la línea (Kilos / Operario)		Diferencia	
	Línea Actual	Línea Balanceada	cantidad	%
2016	43.48	44.44	0.97	2.17%
2017	70.59	80.00	9.41	11.76%
2018	94.66	231.11	136.45	59.04%

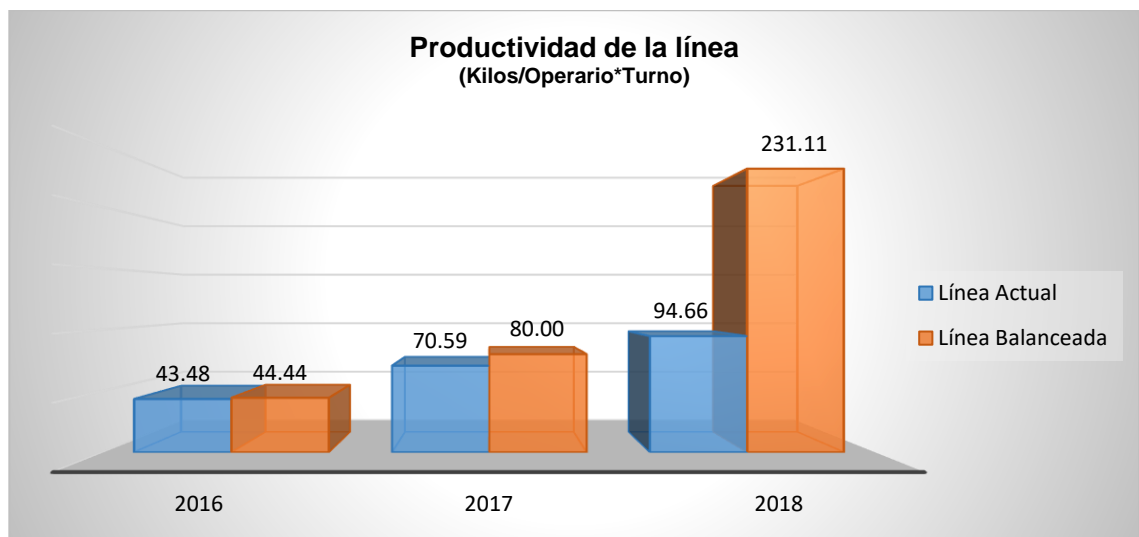
Nota: el incremento progresivo de la productividad en el año 2016 al 2018.

Interpretación:

En la Tabla 17, podemos visualizar el incremento progresivo de la productividad en el año 2016, pasa de 43.48 a 44.44 kilos/operario, incremento de 0.97 kilos/operario más que el sistema actual; en el año 2017, de 70.59 a 80.00 kilos/operario, incremento de 9.41 kilos/operario más que el sistema actual; Finalmente, el año 2018, de 94.66 a 231.11 kilos/operario, incremento de 136.45 kilos/operario más que el sistema de producción de la línea actual.

Figura 15

*Productividad de la línea (kilos/operario*turno) entre la línea actual y Línea Balanceada.*



Nota: Elaboración propia

4.4. Nivel de disminución en los costos de producción en el procesamiento de arándano fresco

4.4.1. Estructura de costos

Tabla 18

Análisis de la estructura de costos de producción entre la situación actual y el propuesto con Balance de línea

	2018		2017		2016	
	Línea Actual	Línea Balanceada	Línea Actual	Línea Balanceada	Línea Actual	Línea Balanceada
COSTOS FIJOS:						
Mantenimiento General	35360.00	29120.00	12240.00	10080.00	6800.00	5600.00
Mantenimiento Tecnológico	0.00	2000.00	0.00	2000.00	0.00	2000.00
Sueldo Operarios	134846.25	54000.00	61200.00	54000.00	55200.00	54000.00
Sueldo Administrativo						
Jefe de planta	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
Ingeniero de producción	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
Ingeniero de calidad	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
Auxiliares	12600.00	9000.00	12600.00	9000.00	12600.00	9000.00
Otros (luz y agua)	22880.00	24960.00	7920.00	8640.00	4400.00	4800.00
Depreciación	0.00	3179.69	0.00	3179.69	0.00	3179.69
TOTAL COSTOS FIJOS	S/ 227,686.25	S/ 144,259.69	S/ 115,960.00	S/ 108,899.69	S/ 101,000.00	S/ 100,579.69
COSTOS VARIABLES:						
Clamshell	50107.20	50107.20	17344.80	17344.80	9636.00	9636.00
Caja	188240.00	188240.00	65160.00	65160.00	36200.00	36200.00
Bolsa	104000.00	104000.00	36000.00	36000.00	20000.00	20000.00
Etiquetas	24960.00	24960.00	8640.00	8640.00	4800.00	4800.00
TOTAL COSTOS VARIABLES	S/ 367,307.20	S/ 367,307.20	S/ 127,144.80	S/ 127,144.80	S/ 70,636.00	S/ 70,636.00
COSTO TOTAL	S/ 594,993.45	S/ 511,566.89	S/ 243,104.80	S/ 236,044.49	S/ 171,636.00	S/ 171,215.69
Diferencia en S/	83,426.56		7,060.31		420.31	
Diferencia en %	14.02%		2.90%		0.24%	

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

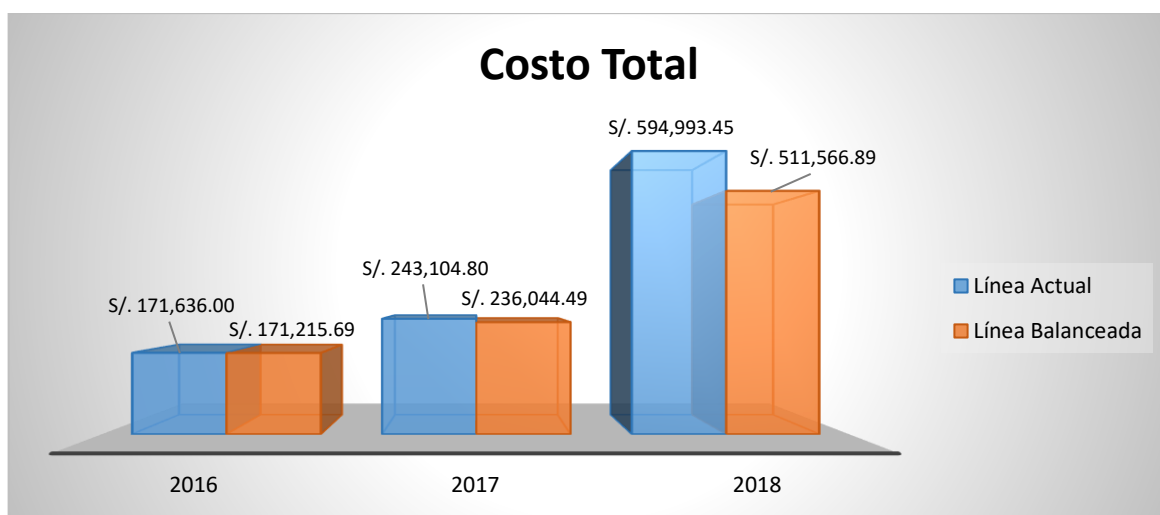
Resumen anual del Costo Total de producción entre la situación actual y balance de línea.

Año	Costo Total		Diferencia	
	Línea Actual	Línea Balanceada	Soles	%
2016	S/. 171,636.00	S/. 171,215.69	S/. 420.31	0.24%
2017	S/. 243,104.80	S/. 236,044.49	S/. 7,060.31	2.90%
2018	S/. 594,993.45	S/. 511,566.89	S/. 83,426.56	14.02%

Nota: Elaboración propia a base de datos históricos.

Figura 16

Costo total entre la línea actual y la línea balanceada



Nota: Elaboración propia a base de datos históricos.

Interpretación:

En la Tabla 19, podemos visualizar, en el año 2018, el proceso de producción propuesto con balance de líneas disminuye los costos totales en S/ 83,426.56 soles, lo que representa una disminución del 14.02%, con respecto al sistema actual; mientras que, en el año 2017, se obtuvo una disminución de 2.90%; y en el año 2016, ésta disminución fue mínima, de 0.24%.

4.5. Prueba de hipótesis

4.5.1. Determinación de la normalidad de los datos

La prueba de normalidad es importante ya que permite visualizar como los datos se distribuyen. Es la prueba de Kolmogorov Smirnov la que nos dirá la manera como se distribuyen los datos.

Tabla 20

Prueba Kolmogorov Smirnov de la situación actual y el propuesto con balance de línea.

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Costo Actual	,316	3	,000*
Costo con balance de línea	,315	3	,000*

Nota: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics 24

Interpretación:

En la Tabla 20, se observa el resultado de la prueba de normalidad (Kolmogorov – Smirnov), denotándose que el nivel de significancia de la prueba muestra valores menores al 5% de significancia estándar ($0.00 < 0.05$), demostrándose que se distribuyen de manera no normal, por lo tanto, se determina utilizar pruebas no paramétricas.

4.5.2. Resultados ligados a la prueba de hipótesis

El desarrollo de un balance de líneas en el procesamiento de arándano fresco si reduce los costos de producción en la empresa Agualima SAC.

Tabla 21

Prueba estadística de correlación Tau_b de Kendall

Correlaciones			
		Costo Actual	Costo con Balance de línea
Costo Actual	Correlación Tau_b de Kendall	1,000	1,000*
	Sig. (bilateral)	,000	,000
	N	3	3
Costo con Balance de línea	Correlación Tau_b de Kendall	1,000*	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	,000
	N	3	3

Nota: Datos procesados en el IBM SPSS Statistics 24

Interpretación:

En la Tabla 13, se observa que el Coeficiente de correlación Tau_b de Kendal es de 1.000, lo que significa que, la correlación de las variables es Muy buena. Así mismo, se puede apreciar que el nivel de significancia es menor al 5% de significancia estándar ($0.00 < 0.05$), verificándose el cumplimiento de la hipótesis de investigación, que dice: el desarrollo de un balance de línea en el procesamiento de arándano fresco si reduce los costos de producción en la empresa Agualima SAC.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Como primer paso del proyecto se elaboró un diagnóstico inicial de las condiciones de trabajo, explicándose las etapas del procesamiento de arándanos, se describió las actividades de las etapas, el recorrido de la planta, el diagrama de procesos y se usó el diagrama causa - efecto (Anexo1), esto coincide con la tesis titulada “Propuesta de mejora en el área de producción para reducir costos operativos en la empresa Inca Verde del Perú SAC”, de Plasencia D., donde primero realiza un análisis de la situación actual mediante el uso del análisis causa – efecto, además, la identificación de los procesos de producción, el recorrido de la materia prima y sus tiempos de ejecución, que posteriormente, le sirven para mejorar la línea de producción.
- Seguidamente, se cálculos los tiempos estándar de las etapas para luego identificar el cuello de botella que es la etapa de enclanchado y pesado, luego se calcularon los parámetros actuales de la línea como: la producción diaria 7.29tn, tiempo de ciclo 65.9 min/tn, la eficiencia 78%, los tiempos muertos 115 min y la productividad de la mano de obra, esto coincide con la tesis de Julian M., “Balance de Línea para mejorar Flujo de producción de la línea de Busscar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS” donde el autor como primer paso fue encontrar los tiempos de ejecución de los procesos y su capacidad, luego hallar su producción, que es 27 und./anual y el tiempo de ciclo de 144 días, encontrando las siguientes mejoras, como el aumento del 18% de productividad y disminuyo en 12% el número de operarios.
- En ese mismo contexto, coincidimos con De Domani J., en la secuencia de desarrollo de su tesis, “Optimización de proceso de empaque de arándanos”, el autor busco en un principio, identificar las capacidades y su rendimiento de la línea, así como el cuello de botella que estaba en la etapa de selección y la producción actual diaria es de 3.575 kg/día y posteriormente realizar un balance aumentando su productividad 44%.

- Para realizar el balance de líneas se consideró bajar el tiempo de ciclo e incorporar tecnología, calcular el número de operarios que redujo en 42% eso hizo que el parámetro de la línea se incremente en 30% de producción diaria, 17% eficiencia, 83% tiempo muerto y 59% de productividad, encontrando coincidencia con la tesis de Julian M., “Balance de Línea para mejorar Flujo de producción de la línea de Busscar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS”) donde su mano de obra redujo en 13%, su tiempo de ciclo disminuyó en un 18%, su producción aumentó un 7%.

- Teniendo como base la cantidad de kg a producir, se identificó los costos, éstos costos fueron costos fijos y variables donde se calculó los costos de materiales que fueron de S/367,307.20 además el costo de mano de obra S/134846.25, para luego calcular el costo total y comparar con el costo actual, obteniendo como resultado una disminución de 14 %, encontrando nuevamente coincidencias con la tesis de Saavedra A., “Mejora de la línea de producción de mango fresco en la empresa GANDULES INC. S.A.C.”, donde primero identifiqué los costos variables \$151 por und., detallando los materiales para el empaque, los cálculos mediante el índice de consumo, así también, calculo el costo mano de obra y al comparar los costos disminuyó en un 33%.

- Los resultados de la Tabla 20, ligados a la prueba de hipótesis han permitido verificar el cumplimiento de la hipótesis de investigación, obteniendo un coeficiente de correlación Tau_b de Kendal es de 1.000, lo que significa que, la correlación de las variables es Muy buena. Así mismo, se puede apreciar que el nivel de significancia es menor al 1% de significancia estándar ($0.00 < 0.01$), verificándose el cumplimiento de la hipótesis de investigación, que dice: el desarrollo de un balance de línea en el procesamiento de arándano fresco si reduce los costos de producción en la empresa AGUALIMA.

VI. CONCLUSIONES

1. Actualmente, el procesamiento del arándano fresco en la empresa Agualima S.A.C. estableció que el trabajo netamente manual en el proceso productivo impide que la empresa pueda dar ese salto de competitividad, ya que su producción es limitada al ritmo de trabajo de los operarios y no en función a la demanda, por lo que requiere mejorar la línea de procesamiento.
2. Los parámetros obtenidos en la línea actual son: Producción diaria, muestra un valor de 7.29Tn / día; la Eficiencia de la línea, es 78%; el Tiempo muerto de la línea es de 114.6 min. y la Productividad de mano de obra, es de 0.09 Tn/operario. Estos parámetros reflejan que no es posible atender la demanda requerida de 10.4 Tn en 8 hrs.
3. El balance de línea implementado mejora significativamente los parámetros obtenidos, estos son: Producción diaria, muestra un valor de 10.4Tn / día; la Eficiencia de la línea, es 95%; el Tiempo muerto de la línea es de 19.9 min. y la Productividad de mano de obra, es de 0.23 Tn/operario. Estos parámetros reflejan que se puede atender la demanda requerida de 10.4 Tn en 8 hrs.
4. Los resultados de la implementación de un balance de líneas generaron una disminución en los costos totales en el procesamiento del arándano fresco. Los calculo realizados arrojan que disminución de los costos se obtiene que de 594,993.45 soles baja a 511,566.89 soles, disminuye en 14.02%

RECOMENDACIONES

1. Realizar programas de capacitación para los trabajadores en Seguridad y Salud en el Trabajo con el fin de mejorar el rendimiento de los operarios previniendo problemas ergonómicos en los trabajadores.
2. Para la implementación de un balance de línea en el proceso productivo de arándanos frescos que permita reducir los costos de producción se deben adaptar las áreas del proceso de producción a un modelo de producción en línea, con ello se logra alcanzar niveles aceptables de competitividad y eficiencia y atender la demanda de exportación
3. Para conseguir un mejor rendimiento de la línea se debe capacitar a los operarios con la finalidad de mejorar el desempeño de los operarios en el proceso productivo de arándanos frescos con la implementación de la tecnología y mejor distribución de la mano de obra.
4. Analizar los beneficios en el nivel de ahorro de los costos al poner en marcha el nuevo modelo de balance de líneas destacando las ventajas de su implementación, maximizando el desempeño laboral de cada trabajador, mejorando los costos de producción y el logro de las metas organizacionales.

REFERENCIAS

Saavedra, A. (2013). Mejora de la línea de producción de mango fresco en la empresa GANDULES INC. S.A.C.". Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Lambayeque.

Cairó, O. (2005) Metodología de la programación. Tercera edición, México D.F. Ed. Alfaomega.

Centro de Escritura Javeriano. (2018). Normas APA, sexta edición. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <https://www.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-de-normas-apa>

Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano N. (2009) Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros. Duodécima edición. Ed. McGRAW-HILL. Interamericana.

Cubas, J., (2016), Optimización de los procesos de elaboración de engranajes para incrementar la productividad del área de producción de la empresa DISERMIMEG E.I.R.L, Universidad César Vallejo, Lima – Perú

De Domini, J. y Escobar, P. (2013). Optimización de proceso de empaque de arándanos. Universidad de Chile. Chile.

DGC Asset Management (2013). An analysis of the supply and demand fundamentals that underscore the global blueberry market, and an exploration of the potential market size

Edggar C. (2015). Optimización del trabajo estudio de tiempos y movimientos para manufactura industrial. Primera edición. Universidad Privada Antenor Orrego. Peru

Escalante, A. (2009) Optimización del proceso productivo a través de un estudio de tiempos y movimientos de una fábrica de tejidos. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Escudero, L. (2012). Control y Optimización de la producción de un proceso industrial de fabricación de piezas. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Fernández, S. (2012) Estudio de tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad de la empresa Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A del Cantón Salcedo Provincia de Cotopax. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador

García. E. (2009). Automatización de Procesos Industriales. 1era. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Ed. 5ta. Mac. Graw-Hill. México.

IDEXCAM (2017). Estudio sobre las oportunidades y retos en la exportación de arándanos. Ed. 1era, Cámara de comercio de Lima, Perú.

Irma M. Peña Yáñez (2008). Perspectivas en el Mercado de los arándanos: ¿Otro ejemplo del Efecto Kiwi en la agricultura?, Santiago. Chile.

Jiménez, F. y Espinoza, C. (2007). Costos Industriales. Primera Edición. Costa Rica.

Lozano, L., (2016). Optimización del proceso de empaque de fruta congelada para incrementar la productividad en la Empresa MEBOL S.A.C. SMP. Universidad César Vallejo. Lima. Perú.

Martínez, J., (2016). Optimización del proceso de envase y empaque de medicamentos en LABINCO SAC, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Bogotá. Colombia.

MINAGRI-DGPA-DEEIA (2016). EL ARÁNDANO en el Perú y el Mundo. 1er Edición, MINAGRI – DEEIA. Perú

Niebel, B. y Freivalds. A. (2009). Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12ma. Edición. Ed. McGraw-Hill.

OIT (2016). El recurso humano y la productividad, Ed. 1era, Editorial Ginebra, Suiza.

Plasencia, D. (2016). Propuesta de mejora en el área de producción para reducir costos operativos en la empresa Inca Verde del Perú SAC. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Polimeri, R.; Fabozzi, F.; Adelberg, A. y Kole, M. (1994) Contabilidad de Costos Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales, 3ra Edición, Ed. McGRAW-HILL Interamericana, Santafé de Bogotá, Colombia.

Prokopenko, J (1989). La gestión de la productividad, Ed. 1era, editorial Ginebra, Suiza.

Ramírez, C.; García, M. y Pantoja, C. (2010). Fundamentos y técnicas de costos. Editorial Universidad Libre. Cartagena de indias. Colombia.

Redagícola, (2018). El Arándano En Chile Y Perú. Revista especializada. Edición 94. Chile

Redagícola. (2017). Arándanos en Perú: Situación actual y perspectivas. Revista especializada 82. Chile. Recuperado de: <http://www.redagricola.com/cl/arandanos-en-peru-situacion-actual-y-perspectivas/>

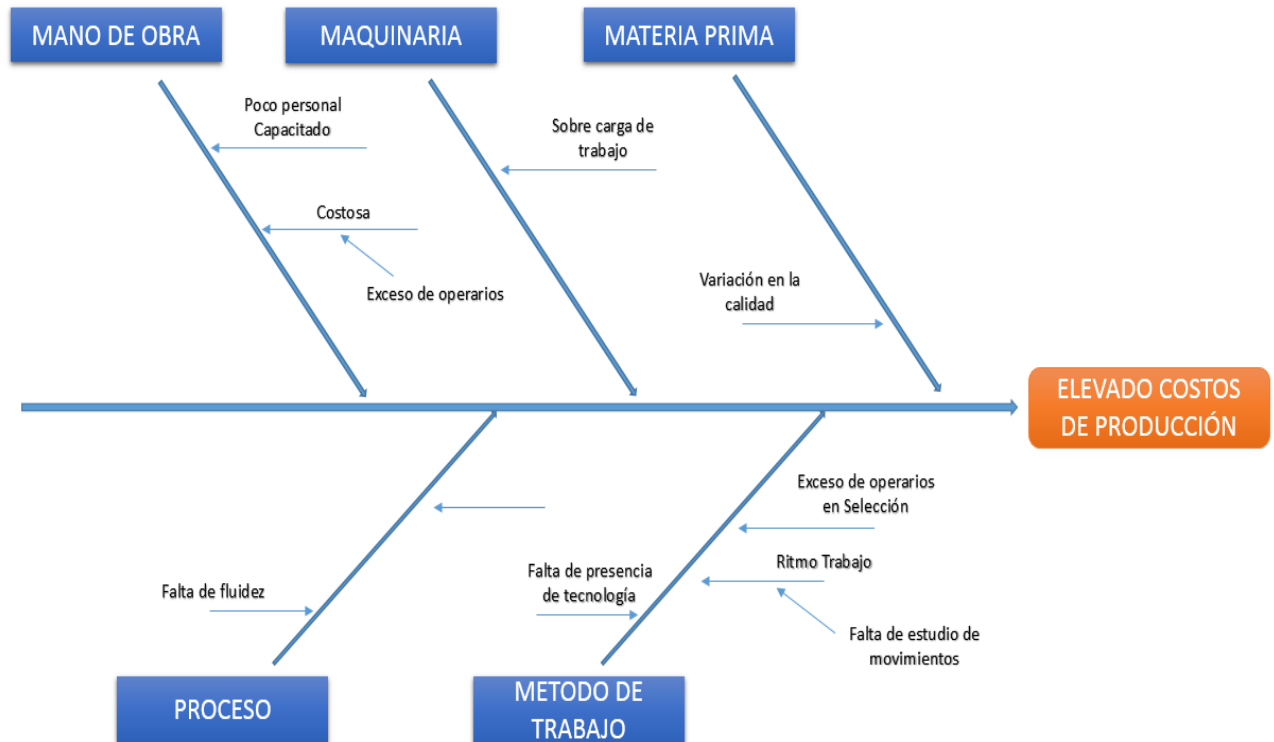
UNIT Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009) Herramientas para la mejora de la Calidad. Montevideo. Uruguay.

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de Ishikawa que muestra el elevado costo de producción

Figura 17

Diagrama de Ishikawa elevados costos de producción



Nota: Elaboración propia

Anexo 2: Diagrama de Pareto que muestra la frecuencia de las ocurrencias de los principales problemas mostrados en el diagrama de Ishikawa

Tabla 22

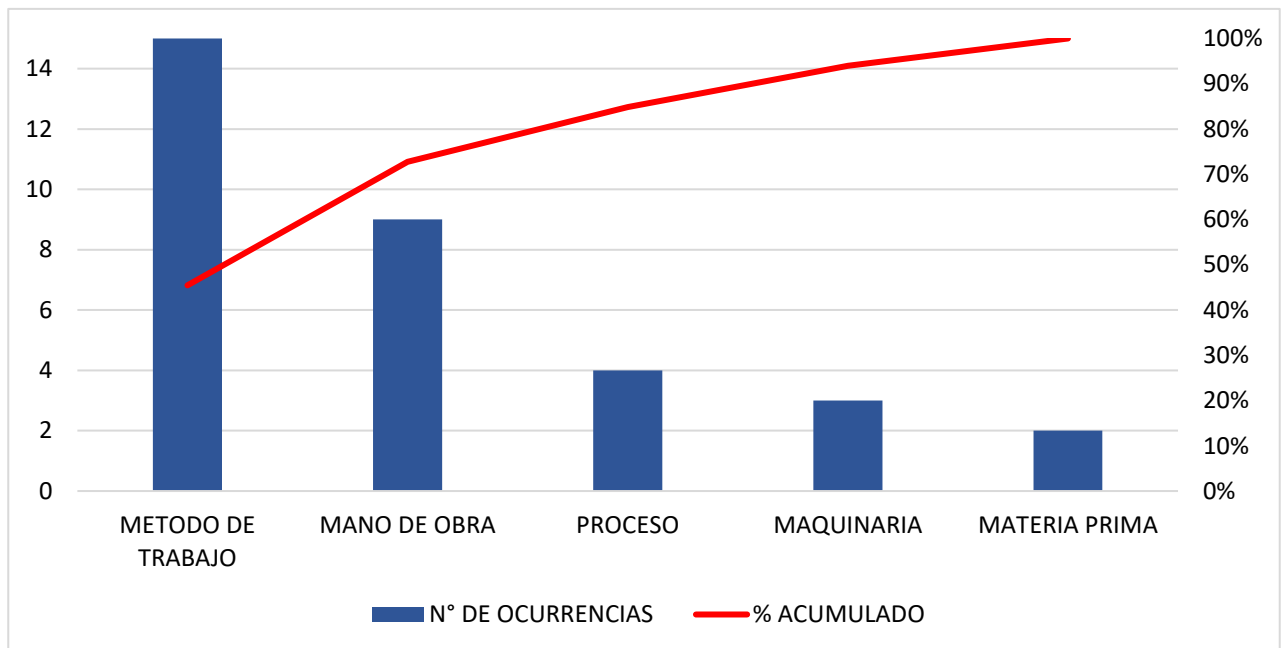
Factores de elevado costo de producción

FACTORES DE ELEVADO COSTO DE PRODUCCION	N° DE OCURRENCIAS	% OCURRENCIAS	% ACUMULADO
METODO DE TRABAJO	15	45%	45%
MANO DE OBRA	9	27%	73%
PROCESO	4	12%	85%
MAQUINARIA	3	9%	94%
MATERIA PRIMA	2	6%	100%
TOTAL	33	100%	

Nota: elaboración propia

Figura 18.

Diagrama de Pareto



Nota: Elaboración propia

Anexo 3: Etapas de la situación actual del proceso de producción

1.Recepción

Consiste en cuantificar la fruta que entrará a proceso de producción de acuerdo a los pedidos. La fruta llega en pallets de 50 jabas de 5 kilos cada una.

Figura 19
Pesado de la fruta utilizando balanzas.



Figura 20
Traslado de la zona de pesado a la zona de enfriamiento.



Figura 21
Canastillas de enfriamiento a 5º centígrados para conservar la fruta.



Figura 22
Descarga de bandejas con arándanos sobre la Faja transportadora.



2. Selección y Clasificación

Esta actividad es realizada por personas experimentadas y capacitadas en la calidad de arándanos, el personal selecciona manualmente los arándanos de acuerdo al diámetro solicitado para la exportación. De esta manera, aseguramos que solamente se quede la fruta idónea, eliminándose aquellas que no cumplen con el estándar requerido.

Figura 23

Abastecimiento de arándanos mediante Jabas al personal de selección.



Figura 24

Selección manual de arándanos según diámetro solicitado para exportación.

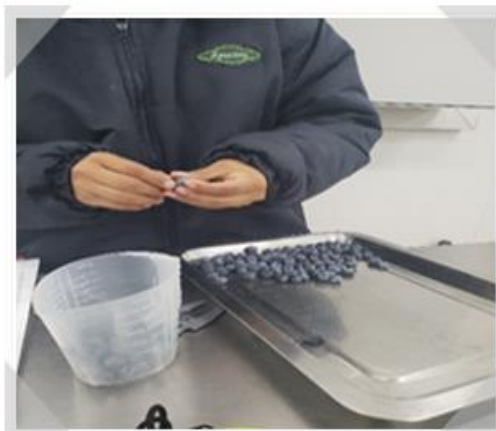


Figura 25

Clasificación manual de arándanos acuerdo a los parámetros de calidad.



3. Etiquetado de Clamshell

Es la colocación de etiquetas. Se realizan las siguientes actividades como la colocación del stiker principal en la parte superior e inferior del Clamshell, agrupación de Clamshell en cajas.

Figura 26

Control de calidad de las etiquetas y los clamshell.



Figura 27

Colocación de etiquetas en la parte frontal y posterior del Clamshell.



Figura 28

Colocación de bolsas dentro de las cajas, para la recepción de Clamshell.



Figura 29

Colocación de los clamshell en sus cajas de cartón, para exportación.



4. Enclamshado y Pesado

Una vez que hay suficiente volumen de fruta como para alimentar la envasadora, los arándanos son transportados mediante una faja continua y se vuelven a volcar dentro de la máquina empaquetadora, que se encarga de pesar y envasar los arándanos acordes al formato de envase con el cual se esté trabajando.

Figura 30
Abastecimiento de clamshell con etiquetas al área de



Figura 31
Colocación de arándanos dentro de los clamshell sobre la balanza.



Figura 32
Pesado en balanza electrónica de clamshell.



Figura 33
Cerrado manual de clamshell en el área de pesado.



5. Armado y Etiquetado de cajas

Las cajas de cartón o empaques deben estar etiquetados con información acerca del producto y además deben servir para protegerlos del ambiente y la manipulación.

Figura 34

Armado manual de cajas de cartón para clamshell.



Figura 35

Apilamiento manual de cajas de cartón para clamshell.



Figura 36

Etiqueta exterior de cajas de acuerdo a los requerimientos de exportación.



Figura 37

Recuento de las cajas de cartón.



6. Embalaje

Son todos los materiales, métodos y procedimientos que sirven para acondicionar, almacenar y transportar la materia prima durante el traslado de la fábrica al punto final de embarque.

Figura 38.

Etiqueta exterior de cajas de acuerdo a los requerimientos de exportación.



Figura 39

Abastecimiento en cajas de cartón de 1.5 kg.



Figura 40

Colocación de los Clamshell dentro de las cajas de cartón.



Figura 41

Paletizado de cajas de cartón conteniendo clamshell con arándanos.



7. Enzunchado

Esta actividad consiste en realizar las operaciones inherentes a afianzar la carga general fraccionada mediante la instalación de zunchos metálicos, con el objeto de asegurar las cajas de cartón ubicadas en los pallets.

Figura 42

Colocación de los zunchos alrededor de las cajas de cartón.



Figura 43

Aseguramiento de pallets y colocación de grapas metálicas sobre los zunchos.



8. Enfriado

El frío es una de las técnicas más ampliamente utilizada en el mundo para minimizar el deterioro post cosecha de frutas frescas, reduciendo además su deshidratación y desarrollo de enfermedades.

Figura 44

Posicionamiento de pallets dentro del área de enfriamiento.



Figura 45

Verificación de la temperatura <math><0.5</math> grados centígrados



La forma más recomendable para pre enfriarlos es utilizar aire forzado, que consiste en pasar aire frío dentro de los envases por acción de un ventilador. Con este sistema se consigue bajar la temperatura del interior los frutos desde 20 - 25°C hasta 1.5°C.

Figura 46

Traslado de los pallets a la cámara de enfriado.



Figura 47

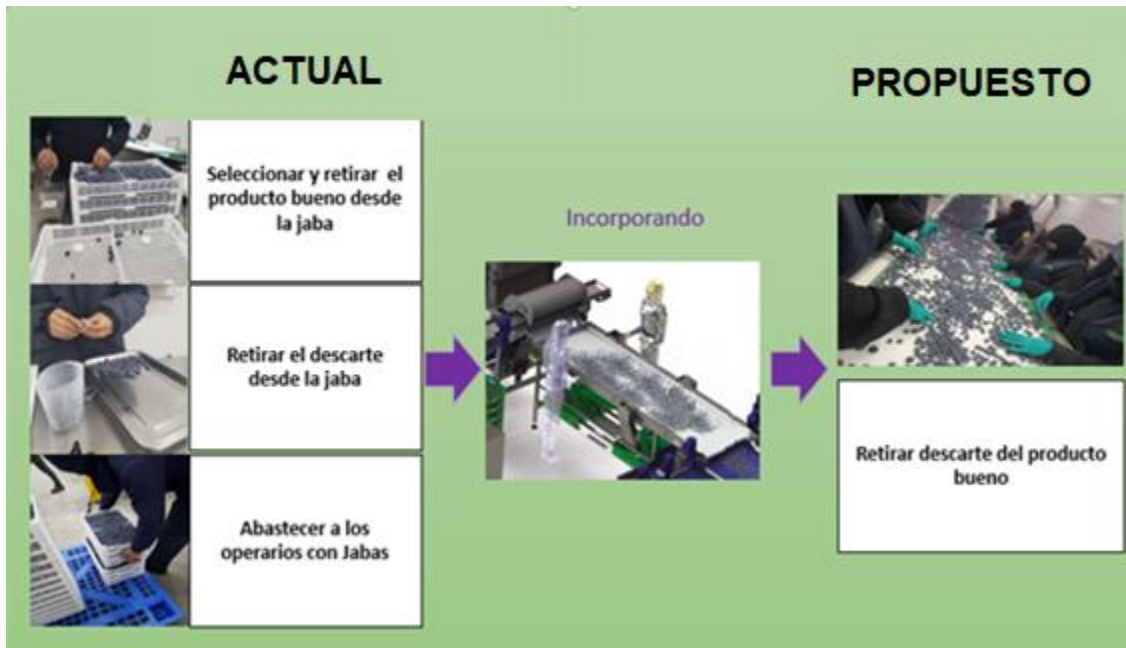
Almacenado de pallets en cámara de enfriado a -1°C.



Anexo 4: Comparación del método actual y propuesto incorporando una faja de Selección y clasificación.

Figura 48

Comparación de método actual y propuesto en la etapa de selección



Nota: Elaboración Propia

Anexo 5: Cuadro del cálculo del tiempo promedio en que se demora un operario de Sección y clasificación en terminar una jaba.

Tabla 23.

Datos para el estudio de Tiempos

N° de operarios	50
Muestra	20
KG/ hora a Seleccionar	1300
N° de Jabas	260

Nota: Elaboración Propia

Tabla 24.

Estudio de tiempo para la situación actual

Actividad	Seleccionar	Descartar	Abastecimiento	Total de Tiempo
N° Oper	Tiempo	Tiempo	Tiempo	por Jaba
1	00:08:25	00:02:09	00:00:45	00:11:19
2	00:07:50	00:02:23	00:00:42	00:10:55
3	00:08:12	00:02:28	00:00:40	00:11:20
4	00:07:36	00:02:18	00:00:47	00:10:41
5	00:07:05	00:02:25	00:00:41	00:10:11
6	00:08:27	00:02:21	00:00:43	00:11:31
7	00:08:13	00:02:13	00:00:49	00:11:15
8	00:07:55	00:02:15	00:00:46	00:10:56
9	00:08:20	00:02:16	00:00:44	00:11:20
10	00:08:05	00:02:12	00:00:48	00:11:05
11	00:07:46	00:02:19	00:00:49	00:10:54
12	00:08:17	00:02:11	00:00:48	00:11:16
13	00:08:15	00:02:31	00:00:46	00:11:32
14	00:07:36	00:02:04	00:00:38	00:10:18
15	00:07:10	00:02:17	00:00:40	00:10:07
16	00:08:27	00:02:05	00:00:45	00:11:17
17	00:08:24	00:02:20	00:00:42	00:11:26
18	00:07:55	00:02:27	00:00:47	00:11:09
19	00:07:15	00:02:29	00:00:39	00:10:23
20	00:07:44	00:02:16	00:00:43	00:10:43
Promedio =				00:10:59 min/Ja
Tiempo a seleccionar con 50 operarios				0.95 Horas

Nota: Elaboración Propia

- Cada operario le toma 11 min Seleccionar cada jaba (5 kg)
- Para Seleccionar 260 jabas equivalentes a 1300 kg. con 50 operarios trabajando, nos tomaría 0.95 horas equivalente a 1 hora

Anexo 6: Cuadro del cálculo del tiempo promedio en que se demora un operario de Sección y clasificación en terminar una jaba con la faja incorporada (método propuesto)

Tabla 25.

Datos para el estudio de Tiempos

N° de operarios	x
Muestra	20
KG a Seleccionar	1300
N° de Jabas	260

Nota: Elaboración Propia

Tabla 26.

Estudio de tiempo para el nuevo método

Actividad N° Oper	T. muerto		T. Muerto	Total de Tiempo por
	Seleccionar Tiempo	Descartar Tiempo	bastecimient Tiempo	
1	00:00:00	00:02:09	00:00:00	00:02:09
2	00:00:00	00:02:23	00:00:00	00:02:23
3	00:00:00	00:02:28	00:00:00	00:02:28
4	00:00:00	00:02:18	00:00:00	00:02:18
5	00:00:00	00:02:25	00:00:00	00:02:25
6	00:00:00	00:02:21	00:00:00	00:02:21
7	00:00:00	00:02:13	00:00:00	00:02:13
8	00:00:00	00:02:15	00:00:00	00:02:15
9	00:00:00	00:02:16	00:00:00	00:02:16
10	00:00:00	00:02:12	00:00:00	00:02:12
11	00:00:00	00:02:19	00:00:00	00:02:19
12	00:00:00	00:02:11	00:00:00	00:02:11
13	00:00:00	00:02:31	00:00:00	00:02:31
14	00:00:00	00:02:04	00:00:00	00:02:04
15	00:00:00	00:02:17	00:00:00	00:02:17
16	00:00:00	00:02:05	00:00:00	00:02:05
17	00:00:00	00:02:20	00:00:00	00:02:20
18	00:00:00	00:02:27	00:00:00	00:02:27
19	00:00:00	00:02:29	00:00:00	00:02:29
20	00:00:00	00:02:16	00:00:00	00:02:16
Promedio =				00:02:18
				2.2

Nota: Elaboración Propia

- Cada operario le toma 2:18 min en seleccionar cada jaba (5 kg).
- Aquí se anulan los tiempos Seleccionar y abastecimiento, porque al usar la faja de selección el operario solo retira los defectos que encuentran y evita tomar el producto bueno.

Anexo 7: Calculo del tiempo estándar para el nuevo método

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

Donde:

TN: Tiempo Normal

TO: Tiempo Medio

C: Calificación de desempeño

$$TE = TN * (1 + Holgura)$$

Donde:

TE: Tiempo Estándar

TN: Tiempo Normal

Holgura: Los suplementos de tiempo, en porcentaje

$$TO = 2.2 \text{ Min}$$

$$C / 100 = 90\%$$

$$TN = 1.98 \text{ Min}$$

$$\text{Holgura} = 5\%$$

$$TE = 2.079$$

Anexo 8: Calculo número operarios necesarios para la etapa 2 de selección y clasificación.

Índice de productividad

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}} \quad IP = \frac{2080 \frac{\text{jabas}}{\text{día}}}{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}} = 4.3 \text{ jabas/min}$$

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

Donde:

NO= Numero de Operarios

TE: Tiempo Estándar

IP: Índice de Productividad

E: Eficiencia

Tabla 27.

Calculo de número de operarios en Selección y clasificación

CALCULO DEL NUMERO DE OPERARIOS NECESARIOS				
unidades a procesar	2080	jabas	10400	kg
Tiempo Estándar (TE)	2.079	min	0.4158	min
Índice de productividad (IP)	4.33	jabas/min	21.67	Kg/min
Eficiencia	95.00%		95.00%	
Tiempo disponible de un operario (minutos)	480	min	480	min
NO =	9.5	Operarios	9.5	Operarios

Nota: Elaboración Propia

Incorporando la Faja en la etapa de Selección y clasificación, se necesitaría 10 operarios para alcanzar la producción de 10 Tn/día.

Anexo 9: Costos de la Línea Actual

Tabla 28

Calculo de costos actuales

costo de mantenimiento							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.113	1178.66667	35360				
S/.0.113 por kg, son datos brindas por planta							
costo de Mano de obra							
Cantidad de Operarios	Horas /día	Costo por Hora	Costo Por 8 horas	Horas extras/ día	Costo por Hora extra	Costo hora extra por día	Costo Total M.O. por Mes
77	8.00	5	3080	3.5	5.25	1414.875	134846.25
costo de otros (luz,Agua.etc)							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.073	762.66667	22880				
S/.0.073 por kg, son datos brindas por planta							
Costo Clamshell							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.161	1670.24	50107.2				
S/.0.161 por kg, son datos brindas por planta							
Costo Caja							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.603	6274.67	188240				
S/.0.603 por kg, son datos brindas por planta							
Costo Bolsa							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.333	3466.67	104000				
S/.0.333 por kg, son datos brindas por planta							
Costo Clamshell							
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes				
10,400.00	0.080	832	24960				
S/.0.080 por kg, son datos brindas por planta							

Nota: Elaboración Propia

Anexo 10: Costos de la Línea balanceada

Tabla 29

Calculo de costos de la línea balanceada

costo de mantenimiento			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.093	970.666667	29120
S/.0.093 por kg, dato recomendado por planta			
costo de Mano de obra			
Cantidad de Operarios	Horas /día	Costo por Hora	Costo M.O por Mes
45	8.00	5	54000
costo de otros (luz, Agua. etc)			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.080	832	24960
S/.0.080 por kg, dato recomendado por planta			
Costo Clamshell			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.161	1670.24	50107.2
S/.0.161 por kg, son datos brindas por planta			
Costo Caja			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.603	6274.66667	188240
S/.0.603 por kg, son datos brindas por planta			
Costo Bolsa			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.333	3466.67	104000
S/.0.333 por kg, son datos brindas por planta			
Costo Clamshell			
Producción (kg/día)	Costo por kilo (S./kg)	Costo por día	Costo por Mes
10,400.00	0.080	832	24960
S/.0.080 por kg, son datos brindas por planta			

Nota: Elaboración propia

Anexo 11: Calculo de la depreciación de los productos tecnológico

Tabla 30

Calculo de la depreciación

N°	Nombre de Productos tecnológico	Precio (Dólares)	Valor de Desecho	Vida Útil Probable (Años)	Depreciación Anual	Depreciación mensual
1	Faja para Lanzado	\$3,000.00	\$1,500.00	8	\$187.50	\$15.63
2	Faja de calibración y succionador de materia extraña	\$10,000.00	\$5,000.00	8	\$625.00	\$52.08
3	Faja de Selección y Cosificación	\$7,000.00	\$3,500.00	8	\$437.50	\$36.46
4	Faja de elevación	\$6,000.00	\$3,000.00	8	\$375.00	\$31.25
5	Faja de volcado	\$3,000.00	\$1,500.00	8	\$187.50	\$15.63
6	Maquina Envasadora (Enclamshadora)	\$150,000.00	\$75,000.00	8	\$9,375.00	\$781.25
7	Faja de Productor envasado	\$6,000.00	\$3,000.00	8	\$375.00	\$31.25
Total de Equipamiento		\$185,000.00	\$92,500.00		\$11,562.50	\$963.54
					S/. 38,156.25	S/. 3,179.69

Nota: Elaboración Propia



CARTA DE AUTORIZACIÓN


Ing. Lucila Carolina Díaz Osores
Responsable de Unidad de Negocio Planta-AGUALIMA S.A.C
DNI: 45832638
Número telefónico: 998373301

LA QUE SUSCRIBE AUTORIZA:

A **JACOBO CABALLERO YOSVIN YAN POL** identificado con **DNI N° 72126280**, bachiller en Ingeniería Industrial en la Universidad Privada **ANTENOR ORREGO** de la ciudad de Trujillo a realizar su proyecto de tesis en la presente empresa, en la planta de arándano con el fin de brindar el valor agregado para la mejora continua de proceso.

Se expide el presente, a solicitud de la interesada, para los fines que estime pertinente.

Virú, 31 de agosto del 2018.



Ing. Lucila Díaz Osores
R.U.N. Planta
AGUALIMA S.A.C.