



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORA DE INDICADORES DE CALIDAD DEL PLÁTANO DE
EXPORTACIÓN A TRAVÉS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LAS
OPERACIONES EN LA COMPAÑÍA AGROCARIBE S.A.**

AUTOR:

MONTOYA GARCIA SAMUEL ESTEBAN

DIRECTOR

ING. JENYFFER ALEXANDRA YEPEZ CHICAIZA, MSC.

Ibarra - 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003353107 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Montoya Garcia Samuel Esteban | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra– Imbabura -Ecuador | | |
| EMAIL: | semontoyag@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | | TELÉFONO MÓVIL: | 0989237051 |

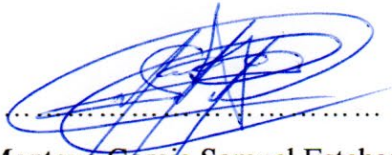
| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|---|
| TÍTULO: | MEJORA DE INDICADORES DE CALIDAD DEL PLÁTANO DE EXPORTACIÓN A TRAVÉS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LAS OPERACIONES LA COMPAÑÍA AGROCARIBE S.A. |
| AUTOR (ES): | Montoya Garcia Samuel Esteban |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 17/01/2023 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería Industrial |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Jenyffer Alexandra Yopez Chicaiza, Msc. |

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de Enero del 2023

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dotted line.

Montoya García Samuel Esteban

C.I. 1003353107



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Jenyffer Alexandra Yopez Chicaiza, MSc. Director del trabajo de grado desarrollado por el señor estudiante: **SAMUEL ESTEBAN MONTOYA GARCIA** para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de Grado titulado: **"MEJORA DE INDICADORES DE CALIDAD DEL PLÁTANO DE EXPORTACIÓN A TRAVÉS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LAS OPERACIONES EN LA COMPAÑÍA AGROCARIBE S.A."** ha sido elaborado en su totalidad por el señor Samuel Esteban Montoya Garcia, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisado, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza la presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ibarra, 17 días del mes de Enero del 2023

.....
Ing. Jenyffer Alexandra Yopez Chicaiza, MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

*A mis padres Luz Estela Garcia Posada y José Luis Montoya Hoyos
por su ayuda, apoyo y amor incondicional, por guiarme en el transcurso de
mi carrera universitaria.*

*A mis familiares por ayudarme y apoyarme durante todo el proceso
universitario.*

Samuel Montoya

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino y darme la fuerza para afrontar los obstáculos que se hayan presentado con el fin de alcanzar mis metas

*A mis padres Luz Estela Garcia Posada y José Luis Montoya Hoyos
Al darme la sabiduría, los principios y los valores que hacen crecer como
persona cada día.*

*A mis familiares por ayudarme y apoyarme en todo momento con el fin de
alcanzar mis metas y aspiraciones.*

*Al ingeniero Yakcleem Montero, quien me ayudó y apoyó en toda mi carrea
universitaria y en parte de la realización de este trabajo de grado.*

Samuel Montoya

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD..... | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | v |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xv |
| RESUMEN..... | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1. Tema | 1 |
| 1.2. Problemática | 1 |
| 1.3. Objetivos..... | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general | 2 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.4. Alcance | 2 |
| 1.5. Justificación..... | 3 |
| 1.6. Metodología..... | 4 |
| 1.6.1. Investigación documental..... | 4 |

| | |
|---|----------|
| 1.6.2. Investigación de campo | 4 |
| 1.6.3. Six Sigma..... | 4 |
| CAPÍTULO II | 6 |
| 2. Marco Teórico | 6 |
| 2.1. Concepto de calidad..... | 6 |
| 2.1.1. Importancia de la calidad..... | 6 |
| 2.1.2. Calidad Six Sigma | 7 |
| 2.1.3. Indicadores de calidad | 8 |
| 2.2. Producción y procesos..... | 9 |
| 2.2.1. Procesos de manufactura | 9 |
| 2.2.2. Definición de los procesos desde un enfoque sistemático..... | 11 |
| 2.2.3. Diagrama de Flujo de procesos | 14 |
| 2.2.4. Mapa de procesos | 15 |
| 2.2.5. Diagrama SIPOC | 16 |
| 2.2.6. Capacidad del proceso | 17 |
| 2.2.7. Mejora continua..... | 18 |
| 2.3. La estadística como instrumento de control | 20 |
| 2.3.1. Aplicación de la estadística | 20 |
| 2.3.2. Variación de nuestro alrededor..... | 21 |
| 2.3.3. Muestreo de aceptación | 21 |
| 2.4. Control Estadísticos de los procesos | 22 |
| 2.4.1. Procedimientos de control de procesos | 23 |
| 2.4.2. Gráficas de control..... | 23 |
| 2.5. Metodología Six Sigma | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.5.1. Definir..... | 25 |
| 2.5.2. Medir | 25 |
| 2.5.3. Analizar | 25 |
| 2.5.4. Mejorar | 26 |
| 2.5.5. Controlar..... | 26 |
| 2.6. Herramientas estratégicas de la metodología DMAIC | 26 |
| 2.6.1. Acta de constitución de un proyecto..... | 26 |
| 2.6.2. Análisis de capacidad de proceso | 26 |
| 2.6.3. Los cinco ¿Por qué?..... | 27 |
| 2.6.4. Trabajo estandarizado..... | 27 |
| 2.6.5. Hoja de control | 27 |
| CAPÍTULO III..... | 28 |
| 3. Análisis situacional de la empresa..... | 28 |
| 3.1. Caracterización general de la empresa | 28 |
| 3.1.1. Antecedentes de la empresa..... | 28 |
| 3.1.2. Direccionamiento estratégico | 28 |
| 3.1.2. Organigrama | 29 |
| 3.1.3. Proveedores | 32 |
| 3.1.4. Volumen de producción..... | 32 |
| 3.1.5. Mapa de procesos | 32 |
| 3.1.6. Diagrama SIPOC | 33 |
| 3.2. Descripción del proceso productivo | 34 |
| 3.2.1. Recibida del Racimo..... | 37 |
| 3.2.2. Diagnóstico del Racimo..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3. Desmane o Desdede del Racimo | 38 |
| 3.2.4. Selección de Fruta | 38 |
| 3.2.5. Clasificación y Empaque de la Fruta..... | 38 |
| 3.2.6. Transporte de la Carga..... | 38 |
| 3.2.7. Recibida de Cajas de Campo..... | 38 |
| 3.2.8. Virada de Cajas..... | 38 |
| 3.2.9. Colocación Dedo a Dedo..... | 38 |
| 3.2.10. Etiquetado Cajas Viradas..... | 39 |
| 3.2.11. Etiquetado Colocación Dedo a Dedo..... | 39 |
| 3.2.12. Fumigación..... | 39 |
| 3.2.13. Clasificación y Reempaque | 39 |
| 3.2.14. Pesado de la Caja de Exportación..... | 39 |
| 3.2.15. Tapador/Aspirador..... | 39 |
| 3.2.16. Paletizado/Trazabilidad | 39 |
| 3.3. Análisis de la calidad..... | 40 |
| 3.4. Diagnóstico empleando la metodología DMAIC | 40 |
| 3.4.1. Definir..... | 40 |
| 3.4.2. Medir | 42 |
| 3.4.3. Analizar | 47 |
| CAPÍTULO IV..... | 57 |
| 4. Propuesta | 57 |
| 4.1. Recolección de datos | 57 |
| 4.1.1. Descripción de las variables | 57 |
| 4.1.2. Tiempos improductivos | 60 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Fase mejorar | 63 |
| 4.2.1. Determinación de la capacidad de producción..... | 63 |
| 4.2.2. Trabajo estandarizado..... | 67 |
| 4.2.3. Planes de acción de mejora..... | 71 |
| 4.3. Fase controlar | 72 |
| CONCLUSIONES..... | 74 |
| RECOMENDACIONES..... | 76 |
| BIBLIOGRAFÍA | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Simbología del diagrama de flujo</i> | 15 |
| Tabla 2. <i>Descripción de puestos</i> | 30 |
| Tabla 3. <i>Volumen de producción</i> | 32 |
| Tabla 4. <i>Diagrama de procesos de labores en acopio</i> | 35 |
| Tabla 5. <i>Diagrama de procesos de labores de acopio (cajas dedo a dedo)</i> | 36 |
| Tabla 6. <i>Diagrama de procesos de cajas viradas</i> | 37 |
| Tabla 7. <i>Factores de mala calidad por temporadas</i> | 40 |
| Tabla 8. <i>Acta de constitución del proyecto</i> | 41 |
| Tabla 9. <i>Operaciones</i> | 42 |
| Tabla 10. <i>Balance de carga capacidad invierno</i> | 43 |
| Tabla 11. <i>Balance de carga capacidad verano</i> | 43 |
| Tabla 12. <i>Cálculo del coeficiente de correspondencia invierno</i> | 46 |
| Tabla 13. <i>Cálculo del coeficiente de correspondencia verano</i> | 46 |
| Tabla 14. <i>Capacidad de producción invierno</i> | 48 |
| Tabla 15. <i>Capacidad de producción verano</i> | 49 |
| Tabla 16. <i>5 ¿por qué? En la operación de selección de fruta.</i> | 51 |
| Tabla 17. <i>5 ¿por qué? En la operación de recibida de cajas.</i> | 52 |
| Tabla 18. <i>5 ¿por qué? En la operación de etiquetado.</i> | 53 |
| Tabla 19. <i>5 ¿por qué? En la operación de clasificación y reempaque.</i> | 54 |
| Tabla 20. <i>5 ¿por qué? En la operación de pesado de cajas.</i> | 55 |
| Tabla 21. <i>5 ¿por qué? En la operación de paletizado y trazabilidad.</i> | 55 |
| Tabla 22. <i>Tiempos improductivos en la Selección de fruta</i> | 61 |
| Tabla 23. <i>Tiempos improductivos en la Recibida de cajas de campo</i> | 61 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24. <i>Tiempos improductivos en el Etiquetado</i> | 62 |
| Tabla 25. <i>Tiempos improductivos en la Clasificación y Reempaque</i> | 62 |
| Tabla 26. <i>Tiempos improductivos en el Pesado de la caja</i> | 63 |
| Tabla 27. <i>Tiempos improductivos en el Paletizado y Trazabilidad</i> | 63 |
| Tabla 28. <i>Interpretación de las métricas en la operación de selección de fruta</i> | 64 |
| Tabla 29. <i>Interpretación de las métricas en la operación de Recibida de Cajas de Campo</i> | 64 |
| Tabla 30. <i>Interpretación de las métricas en la operación de etiquetado</i> | 65 |
| Tabla 31. <i>Interpretación de las métricas en la operación de clasificación y reempaque</i> | 65 |
| Tabla 32. <i>Interpretación de las métricas en la operación de pesado de la caja</i> | 66 |
| Tabla 33. <i>Interpretación de las métricas en la operación de paletizado y trazabilidad</i> | 66 |
| Tabla 34. <i>Indicadores de la Selección de fruta</i> | 67 |
| Tabla 35. <i>Indicadores de la Recibida de cajas de campo</i> | 68 |
| Tabla 36. <i>Indicadores del Etiquetado</i> | 68 |
| Tabla 37. <i>Indicadores de la Clasificación y Reempaque</i> | 69 |
| Tabla 38. <i>Indicadores de Pesado de la caja</i> | 69 |
| Tabla 39. <i>Indicadores de Paletizado y Trazabilidad</i> | 70 |
| Tabla 40. <i>Indicadores de la demanda SKU1, SKU2 y SKU3</i> | 71 |
| Tabla 41. <i>Indicadores de la demanda SKU4</i> | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. <i>Organización de los procesos de manufactura</i> | 11 |
| Figura 2. <i>Pasos para el análisis sistemático y mejora de procesos</i> | 12 |
| Figura 3. <i>Mapa de procesos</i> | 16 |
| Figura 4. <i>Diagrama SIPOC</i> | 17 |
| Figura 5. <i>Graficas de control X y R</i> | 24 |
| Figura 6. <i>Organigrama empresarial general</i> | 30 |
| Figura 7. <i>Mapa de procesos de la compañía Agrocaribe S.A.</i> | 33 |
| Figura 8. <i>Diagrama SIPOC de la compañía Agrocaribe S.A.</i> | 34 |
| Figura 9. <i>Grafica de control Xbarra y R de la capacidad en invierno</i> | 50 |
| Figura 10. <i>Grafica de control Xbarra y R de la capacidad en verano</i> | 50 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Balance de carga capacidad en el periodo de verano | 81 |
| Anexo 2. Balance de carga capacidad en el periodo de invierno | 82 |
| Anexo 3. Indicadores..... | 83 |
| Anexo 4. Ficha de mantenimiento..... | 84 |
| Anexo 5. Plan de capacitación | 85 |
| Anexo 6. Control de operaciones | 86 |

RESUMEN

Toda empresa debe tener en cuenta la calidad como un factor importante en su proceso productivo, ya que el principal beneficio es la satisfacción del cliente, mejorando los procesos y sus resultados. Es por ello que esta investigación está dedicada a evaluar la calidad desde el punto de vista del cumplimiento, lo que permite tener un mayor control de la producción y la disminución de frecuencia de productos fuera de la calidad decesada.

En el capítulo I, se plantea el problema, los objetivos de la investigación, se detalla la justificación y el alcance, y se mencionan las metodologías implementadas para el seguimiento y cumplimiento de los objetivos propuestos.

El capítulo II corresponde al marco teórico, donde se detalla toda la fundamentación teórica necesaria para la investigación, los conceptos y otras aplicaciones en el campo de estudio.

En el capítulo III se realiza el diagnóstico situacional de la empresa, para conocer como está se ha manejado y se emplea tres de las cinco etapas de la metodología DMAIC (Six Sigma), además de emplear las gráficas de control del control estadístico de operaciones para conocer cómo se comporta el proceso.

Por último, en el capítulo VI, se plantea la propuesta, donde con las dos últimas etapas de la metodología DMAIC se busca una mejora en relación con la situación actual y se planten formas para controlar el proceso para que mantenga las mejoras mediante los indicadores generados.

ABSTRACT

Every company must take quality into account as an important factor in its productive process, since the main benefit is customer satisfaction, improving processes and their results. It is for this reason that this investigation is dedicated to assess the quality from the point of view of compliance, which allows to have a greater control of the production and the reduction of the frequency of products outside the desired quality.

In the character I, the problem and objectives of the investigation are raised, the justification and scope are detailed and the methodologies implemented for the monitoring and fulfillment of the proposed objectives are mentioned.

Chapter II corresponds to the theoretical framework, where all the necessary theoretical foundations for research, concepts and other applications in the field of study are detailed.

In the character III the situational diagnosis of the company is carried out, to know how it has been managed and three of the five stages of the DMAIC (Six Sigma) methodology are used. In addition to using the control charts of the statistical control of operations to know how the process behaves.

Finally, in the character IV, the proposition is presented, when with the last two stages of the DMAIC methodology an improvement is sought in relation to the current situation and ways are proposed to control the process so that it maintains the improvements through the indicators generated.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Tema

Mejora de indicadores de calidad del plátano de exportación a través del control estadístico de las operaciones en la compañía Agrocaribe S.A.

1.2. Problemática

La Compañía Agrocaribe S.A. es una empresa encargada de la exportación de plátano a Estados Unidos y algunos países de Europa. Su problemática es que, al trabajar bajo oferta y demanda, existen ciertas temporadas donde el producto escasea y otras empresas de la competencia pagan más a los proveedores para asegurar la fruta, lo que da como resultado que muchos de los plátanos que Agrocaribe S.A. compra no poseen la calidad adecuada.

Analizando las temporadas se encuentran los siguientes datos:

En los periodos de noviembre a abril correspondientes a la temporada de invierno existen como problemas de calidad más frecuente, la mancha oscura, mancha roja, speckling, quema de sol, puntas amarillas, estropeado, sobre grado y daños de manejo. Con edad de la cosecha de entre 8 a 9 semanas y el menor número de dedos por caja se encuentra de 54 a 70.

En este mismo periodo se encuentra que existe una falta de volumen de fruta del 100% del potencial de la plantación. El precio de caja de exportación es bajo, esto quiere decir que ronda de \$2,50 a \$4,50. Existe la mayor cantidad de rechazo el cual es de 6250 toneladas (corresponde a un 40% de rechazo).

En la temporada de verano que abarca desde mayo a octubre como falta de calidad se encuentra, bajo grado, dedos cortos y cero hojas en plantas. La edad de la cosecha en estos periodos es de entre 10 a 12 semanas, además de que existen maduros en el mercado exterior y un mayor número de reclamos y cobros.

También, existe una falta de volumen de fruta correspondiente al 30% del potencial de la plantación. Los precios de la caja de exportación son altos, el cual oscila entre \$7,30 a \$12,00. La cantidad de rechazo es del 10% que corresponde a 3500 toneladas por semana siendo la temporada con menor rechazo.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar indicadores de calidad en la compañía Agrocaribe S.A. aplicando el control estadístico de operaciones y la metodología Six Sigma que minimice los defectos del plátano de exportación en el proceso de producción.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar la fundamentación teórica de los métodos de control estadístico de operaciones, para aplicar en la empresa objeto de estudio.
- Diagnosticar la situación actual de la empresa aplicando el control estadístico de las operaciones y Six Sigma para identificar las variables críticas de calidad que afectan al proceso productivo.
- Elaborar los KPIs para la compañía Agrocaribe S.A., mediante técnicas de dispersión para el control de las operaciones, que permita la aplicación de un plan de acción para disminuir las fallas en el proceso de producción.

1.4. Alcance

El presente trabajo se realizará compañía Agrocaribe S.A. en el área de control de calidad y producción del acopio situado en el Carmen Manabí. Se basa en el mejoramiento de los indicadores de calidad en las épocas de invierno que corresponde a los meses de noviembre a abril, donde existe un aumento de rechazo del plátano. Para ello se emplearán diferentes metodologías comprendidas en el control estadístico de las operaciones.

1.5. Justificación

El sector bananero ecuatoriano ha sido uno de las principales fuentes de ingreso económicos que ha tenido el país durante toda la historia nacional (Aguilar, 2015). El comercio del plátano es el segundo recurso que genera ingresos económicos para el país después del petróleo (Orozco, 2017), es por ello que la exportación del plátano es una de las actividades más rentables que posee el Ecuador ya que genera los recursos naturales necesarios para maximizar la producción de este producto, es por ello que muchas compañías de la región costa aprovechan las condiciones que el medio brinda para la plantación, cosecha y proceso de exportación para entrar al mercado internacional.

La compañía Agrocariibe S.A. es una de las empresas que ha analizado la importancia y rentabilidad que ofrece la exportación del plátano y ha realizado esta actividad por los 12 años que ha estado en el mercado. Al ser un sector en desarrollo con una gran cantidad de competencia es muy importante el actuar para resolver los problemas que en la empresa ocurren y así ser altamente competitivos.

Al existir temporadas donde el rechazo de la fruta aumenta por la falta de calidad de la misma, se generan retrasos en el cumplimiento de la demanda que la compañía Agrocariibe S.A. debe solventar. Este trabajo de investigación está dirigido a que la empresa produzca plátano de calidad, empleando metodologías que permitan la reducción de la frecuencia y cantidad de rechazo, producir de acuerdo a los estándares de calidad establecidos, disminuir gastos de inspección y la posibilidad de reclamos. En consecuencia, de que se realiza la mejora de la calidad de la fruta, se generan beneficios como la reducción de costos, reducción de tropiezos comerciales, mejora de la organización y mantener los mercados a los que ha logrado acceder.

1.6. Metodología

1.6.1. Investigación documental

Es necesario la inclusión de una investigación documentada que según Crotte (2011) emplea Unidades Conservatorias de Información, de esta forma se puede tener las fuentes para una correcta implementación del control estadístico de los procesos, con el cual se puede conocer métodos no contemplados por la empresa y que permitan la disminución de este problema y genere un horizonte de posibilidades que contribuyan a saldar la demanda con la calidad y cantidad adecuada del producto.

1.6.2. Investigación de campo

La investigación de campo según Martínez (2018) se centra en recabar información en el lugar donde ocurre las anomalías que se pretende estudiar. Se recaba la información necesaria de la cadena de valor, además de los factores naturales que influyen en la maduración y la calidad de la fruta en las diferentes temporadas. Para tener una mejor vista del panorama se pretende emplear una investigación exploratoria el cual es un subtema de la investigación de campo con la cual se pretende analizar ciertos aspectos que no se han tomado en consideración a lo largo de la existencia de este problema.

1.6.3. Six Sigma

Six Sigma es una estrategia cuyo objetivo es la mejora continua en una empresa u organización, donde se busca y se eliminan causas de errores, defectos o retrasos y enfocándose en aspectos de interés para el cliente (Gutiérrez y De la Vara Salazar, 2013). Para maximizar su eficacia emplea metodologías altamente sistemáticas y cuantitativa enfocadas a la mejora de los resultados, centrándose en la satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

La metodología Six Sigma se apoya de herramientas y métodos estadísticos para asegurar, el control de las operaciones, mejorar aspectos de calidad y agregar estrategias en el proceso productivo que ayuden a la organización a definir aspectos esenciales en la mejora de las operaciones. Para ello se emplean conceptos y técnicas del control estadístico metodologías enfocadas a la disminución de desperdicios y características principales de la estrategia Six Sigma.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Concepto de calidad

La calidad es un factor que se tiene en cuenta en todos los ámbitos y disciplinas, ya que permite obtener beneficios de manera sostenible. En el área de la producción, es uno de los elementos que más se toman en cuenta al momento de ofrecer un producto o un servicio, debido a que indica las características que estos deben poseer para alcanzar la excelencia o estar cerca de ella.

En toda organización se tiene en cuenta este factor tomando como definición que la calidad es el grado de satisfacción que un producto o servicio tiene para el cliente que lo adquiere (Barron, 2003), al ser este, el que especifica las características que debe de tener y como salda las necesidades. Ya que el cliente es quien obtiene un beneficio y el que califica el grado de calidad que este mismo posea. La calidad también busca la disminución de desperdicio, lo que de forma indirecta permite un decremento de costos y asegura el cumplimiento de entrega del producto. Por la parte del servicio, la calidad depende de cómo se lo trate al cliente, saldando dudas, de una forma eficaz y amigable, además que no exista un exceso en los tiempos de espera. Es por todo esto que Barron (2003) afirma que la calidad tiene diversas dimensiones, que toda organización debe cumplir para mantenerse competitiva.

2.1.1. Importancia de la calidad

La calidad tiene una alta importancia en todas las industrias, ya que representa la forma de hacer las cosas y cuyo principal interés es por la satisfacción del cliente, mejorando los procesos y sus resultados (Andrade, 2017). Esta genera grandes beneficios para las organizaciones, ya sea una, incrementar la productividad, fidelizar a los clientes o garantizar que la empresa tenga un espacio en el mercado. Toda

organización busca tener una amplia ventaja competitiva, es por ello, la importancia de incluir la calidad en el precio, la satisfacción del cliente y en los tiempos de respuesta.

La finalidad de incluir a la calidad desde el punto de vista del cumplimiento, permite tener un mayor control de la producción y la disminución de frecuencia de productos fuera de la calidad deseada. Al momento del diseño y la conformidad de la calidad se deben asegurar productos que cumplan con los objetivos del cliente (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009). Esto genera que las empresas trabajen más en generar programas que aseguren productos con gran aceptación por parte de los clientes y garanticen el cumplimiento de las dimensiones del producto o servicio que solicita el mismo.

Otro aspecto importante de la calidad es la disminución del rechazo o productos fuera de calidad, que permite beneficios tales como la reducción de costos, reducción de tropiezos comerciales, mejora de la organización y mantener los mercados a los que ha logrado acceder, lo que mejorará no solo la competitividad de la empresa, sino también ofrece la oportunidad de aventurarse en otros mercados internacionales y la oportunidad de su ampliación.

2.1.2. Calidad Six Sigma

La calidad Six Sigma o también conocido los procesos Six Sigma es una filosofía que busca una meta común en el apartado de calidad para todos los procesos de una organización (Gutiérrez y De la Vara Salazar, 2013). Se emplean programas de mejora, diseñado y promovido por la alta dirección, que eliminen defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

La calidad Six Sigma es una práctica donde la calidad del producto se la construye directamente en el proceso productivo, con esto no se requiere de una

inspección para lograr la calidad deseada. Para lograr estos resultados los empleados son los que asumen la responsabilidad del control de calidad del producto en sus propios puestos de trabajo, lo que permite eliminar inventarios adicionales, además proporciona una alta calidad y una alta productividad.

2.1.3. Indicadores de calidad

Son herramientas de medición que permite evaluar las características, propiedades y procesos dentro de una organización. Estos indicadores garantizan que se obtengan los resultados esperados, mejoran el control de los procesos y buscan una mejora continua en las actividades que realizan la organización.

Estos indicadores son atributos medibles que indican la funcionabilidad y eficiencia del elemento a medirse, y a su vez revelan si la calidad ha mejorado, permanece constante o ha disminuido (Estrada-Herrera et al.,2017). Este indicador busca asegurarla eficiencia de los procedimientos para que los productos tengan la calidad acordada al momento de la entrega.

Indicadores de eficiencia. Es un indicador de la capacidad para ejecutar el plan de producción donde se analiza la producción real con la capacidad efectiva en un determinado periodo.

Indicador de utilización de la capacidad. Es el indicador que determina el porcentaje de capacidad que se emplea, el cual se obtiene al analizar la carga con el fondo productivo disponible.

Indicador cantidad por hora. Es el indicador que determina la cantidad de elementos que se producen en una hora.

Indicador de capacidad del proceso (Cp). Es el indicador que mide la capacidad potencial de un proceso en función del cumplimiento de las especificaciones del cliente.

Indicador DPMO. Es un indicador que permite evaluar la cantidad de defectos por millón de oportunidades para determinar situaciones de mejora.

Indicador Nivel Sigma. Es el indicador que permite determinar cuántas desviaciones estándar caben entre los límites de las especificaciones.

2.2. Producción y procesos

La producción es uno de los aspectos más importantes en la industria manufacturera, ya que tiene el objetivo de elaborar los bienes y servicios en unas condiciones específicas, que se acomodan a la razón de ser de la actividad de la organización. Para Moreda (2020) la producción es toda actividad económica de una empresa, que busca la obtención de uno o más productos o servicios para satisfacer la necesidad de los consumidores. Estas actividades se la realizan con la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos.

Todo proceso es el conjunto de actividades y recursos involucrados para convertir entradas en salidas. Cada uno de los procesos que conforman un sistema tienen como propósito contribuir a los objetivos de la empresa, esto genera que se haga una realización de beneficios entre los resultados de cada uno de los procesos de forma individual y de los resultados totales del sistema.

2.2.1. Procesos de manufactura

El proceso de manufactura es el conjunto de actividades empleadas para realizar cambio a los elementos que ingresan a un proceso productivo y sale con un valor agregado que cumple ciertas especificaciones saldando las necesidades del consumidor.

Para realizar la manufactura se realiza la elección del proceso, en el cual se toman las decisiones referentes al tipo de proceso de producción que se usará para la fabricación de un producto o para brindar un servicio.

Organización de los procesos de manufactura

En la distribución por proyecto, el producto se encuentra en un lugar fijo mientras el equipo de producción se dirige hacia él.

La celda de manufactura es el área dedicada a la fabricación de productos donde se desempeñan una variedad de procesos específicos (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009). Se busca producir variedad limitada de productos y están programadas para cumplir con las necesidades del cliente, respondiendo a la demanda actual.

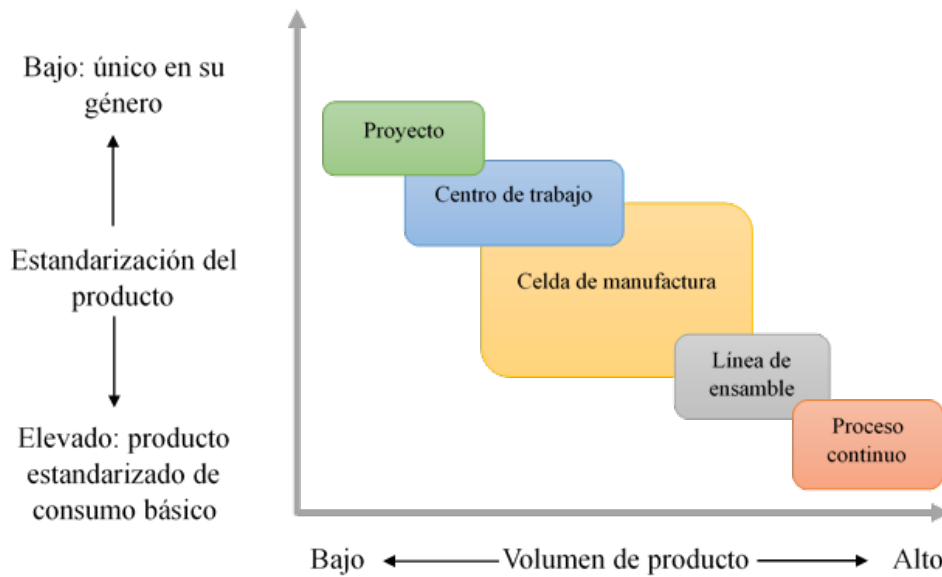
La línea de ensamble es el lugar donde se ejecutan los procesos de trabajo de manera ordenada siguiendo pasos consecutivos para la creación de un producto (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009). La ruta que sigue cada pieza es lineal pasando de estaciones de trabajo a un ritmo controlado y siguiendo la secuencia necesaria para fabricarlo.

El proceso continuo es muy similar a la línea de ensamble ya que ambos siguen una secuencia de predeterminada. El flujo de la producción es continuo, es por ello que la mayoría de estructuras suelen ser automatizadas donde la maquinaria empleada funciona por largos periodos de tiempo lo que genera que este tipo de producción sea muy costosa (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009).

La matriz de procesos y productos es el método para describir las relaciones entre las estructuras de la distribución, siendo la primera dimensión el volumen de productos fabricados, ya sea particular o un grupo estándar. En la segunda dimensión se presenta las variaciones del producto, estas miden en diferencias geométricas, diferencias de materiales, etc.

En la figura 1 se muestra la organización de los procesos de manufactura.

Figura 1. Organización de los procesos de manufactura



Fuente: (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009)

Elaborado por: Samuel Montoya

Diseño del flujo de los procesos de manufactura

Es método que sirve para evaluar los procesos a los que son sometidas tanto las materias primas como las piezas y ensamblajes en el paso por la planta de producción (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009). Para asegurar el correcto seguimiento del flujo se emplean instrumentos de la administración de la producción como planos de la pieza, gráficas de ensamble, hojas de ruta y gráficas de flujo del proceso, las cuales son útiles para mejorar las operaciones durante el recorrido del proceso productivo.

2.2.2. Definición de los procesos desde un enfoque sistemático

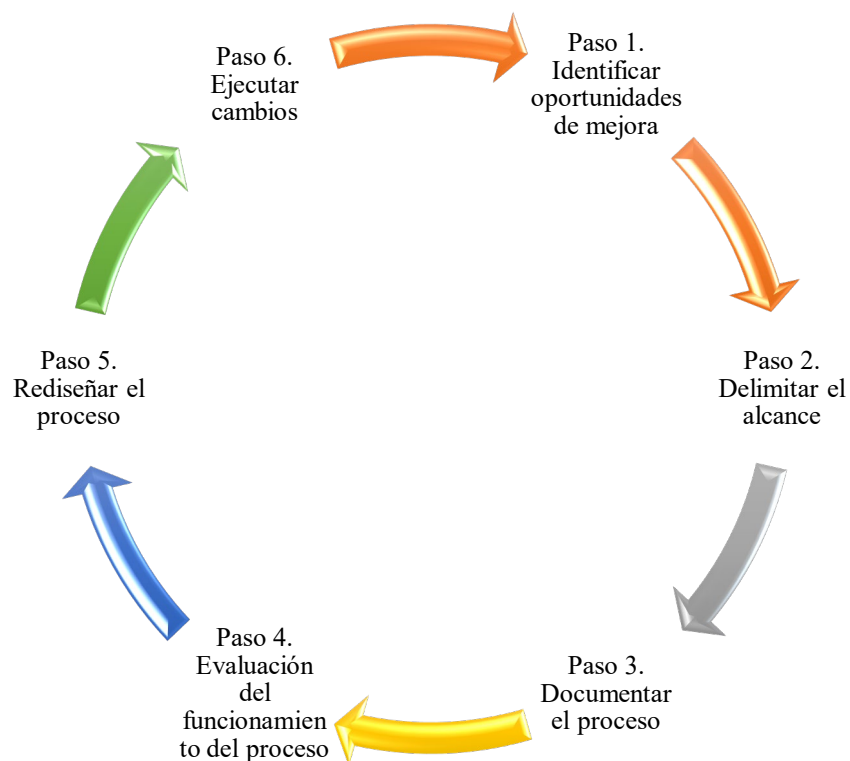
Los procesos sistemáticos están enfocados en generar nuevas formas de satisfacción al cliente, es por ello que una de las acciones que toman las empresas es desarrollar nuevos productos y servicios, que estén más acorde con lo que busca el cliente, además de que cubra

sus necesidades. Para lograr esto se modifica productos o servicios ya existentes o se producen nuevos desde cero totalmente originales. Tanto por un mercado cambiante como por el fin de vida útil del producto, es muy necesario que las organizaciones rediseñen nuevos productos o servicios que los mantengan competitivos y sustentables en el tiempo.

En los procesos de mejoramiento continuo con un enfoque sistémico existen principios, procedimientos y técnicas donde se evalúa cada acción buscando el cumplimiento de la meta global de la empresa, además de conocer las restricciones que impiden el desempeño de cualquier organización.

El análisis sistemático de procesos posee seis pasos en forma de ciclo (Krajewski et al., 2013), los cuales se pueden apreciar en la figura 2.

Figura 2. *Pasos para el análisis sistemático y mejora de procesos*



Fuente: (Krajewski et al., 2013)

Elaborado por: Samuel Montoya

Paso 1 identificar oportunidades de mejora: se hace énfasis en los procesos centrales, relaciones con los proveedores, desarrollo de nuevos servicios y productos, surtido de pedidos y relaciones con los clientes (Krajewski et al., 2013). Con ello se busca generar satisfacción a los clientes mejorando el valor del producto o servicio que se le puede ofrecer.

Paso 2 delimitar el alcance: se analiza los límites que posee el proceso o si el campo de acción es bastante amplio o tiene restricciones.

Paso 3. Documentar el proceso: al poseer una documentación se puede hacer un seguimiento, control y normalización de los procesos, además que permite tener todos los cenicientos que la organización posee de su proceso productivo (Krajewski et al., 2013). Entre los tipos de documentos a emplear se encuentran la lista de los insumos, proveedores, productos y clientes del proceso.

Paso 4. Evaluación del funcionamiento del proceso: Todas las organizaciones deben tener un buen sistema de mediciones del desempeño, que le permita evaluar los procesos y en qué punto mejorarlos. Según Krajewski et al. (2013), para empezar con el sistema se parte especificando las prioridades competitivas, con esto se comienzan a diseñar mediciones de calidad, satisfacción del cliente, tiempo para realizar cada el proceso paso a paso o de forma general, costos, errores, seguridad, mediciones ambientales, entrega a tiempo, flexibilidad y cosas por el estilo.

Paso 5. Rediseñar el proceso: una vez hechas cuidadosamente las mediciones del proceso se puede identificar las brechas entre el desempeño real y el deseado. Las causas que las generan se pueden atribuir a pasos ilógicos o mal ejecutados, excesos o faltantes, que pueden haber sido ocasionados por formas de trabajo que aíslan a los

departamentos en procesos donde comparten las cargas de trabajo (Krajewski et al., 2013).

Paso 6. Ejecutar cambios: para realizar mejoras en el proceso productivo es muy necesario que existe un real compromiso de toda la organización para que se ejecuten los cambios de una forma eficaz. El mejoramiento de procesos necesita de hechos y datos para elaborarse, es por eso, que se deben analizar las cifras (Krajewski et al., 2013), entender el proceso y definirlo, con el fin de garantizar que los procesos eliminen los errores, disminuyan las demoras, mejoren la capacidad, se adapten a los cambios y reduzca el uso excesivo de recursos.






2.2.3. Diagrama de Flujo de procesos

Los diagramas de flujo son herramientas gráficas que indican de manera visual cómo funciona el recorrido de actividades de un proceso y en qué orden van los elementos del mismo. Este diagrama permite realizar representaciones continuas de los sucesos que se dan en el proceso productivo, el cual empieza en la recepción de los insumos y materia prima y termina en el producto terminado. De esta forma se puede conocer que debe hacer cada persona en las diferentes actividades que conforman el proceso.

la utilización del diagrama de flujo en los procesos posee diversos beneficios como:

- Generar mayor comprensión los trabajadores que interactúan en el proceso.
- Permite generar oportunidades de mejora.
- Permite tener un mejor conocimiento de la cadena de suministro y que elementos intervienen en ella.
- Ayuda a introducir al nuevo personal en el proceso existente de forma rápida y eficaz.

Tabla 1. Simbología del diagrama de flujo

| | | |
|--|---|--|
|  |  |  |
| Operación | Transporte | Demora |
| Momento en que un elemento está siendo cambiado, creado o añadido | Acción de trasladar o mover un elemento de un sitio a otro | Etapa en donde un elemento permanece estático esperando que una eventualidad genere un movimiento. También se le conoce como archivo temporal o almacenamiento |
|  |  | |
| Inspección | Almacenamiento | |
| Revisión o verificación de un elemento sin alterar sus características | Acción de almacenar un elemento con características terminadas o definitivas | |

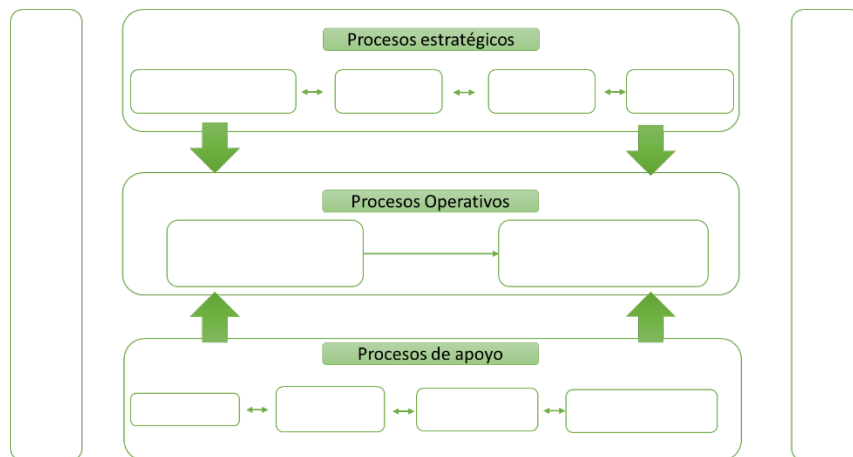
Fuente: (Luna González, 2015)

Elaborado por: Samuel Montoya

2.2.4. Mapa de procesos

El mapa de procesos es una representación gráfica de los procesos que se emplean en una determinada organización para que su sistema de gestión funcione. En esta grafica se incluyen los procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

Figura 3. Mapa de procesos



Elaborado por: Samuel Montoya

Luna González (2015) describe los procesos de la siguiente manera:

Los procesos estratégicos: son los procesos que determinan las acciones de la organización orientadas a la toma de decisiones con respecto a la implementación de estrategias de carácter institucional.

Los procesos de producción: son los procesos vinculados directamente a la elaboración de los productos y/o servicios de una organización.

Los procesos de apoyo: son aquellos procesos que dan soporte a los procesos de producción y que implementa recursos o insumos necesarios para que la organización pueda producir.

2.2.5. Diagrama SIPOC

Es una herramienta que complementa al mapa de procesos, en la cual se puede comprobar de manera visual todos los elementos que influyen en la en la elaboración de un producto o servicio (entradas) y como estos al pasar por diversos procesos que dan valor se convierten en el producto o servicio definitivo que llega al cliente (salidas).

Figura 4. Diagrama SIPOC

| Suppliers (Proveedores) | Inputs (Entradas) | Process (Proceso) | Outputs (Salidas) | Customers (Clientes) |
|---|---|---|------------------------|-----------------------------------|
| Persona u organización que proporciona las entradas | Recursos o insumos necesarios para la realización del proceso | Pasos sistemáticos para realizar la transformación de entradas en salidas | Resultados del proceso | Personas que reciben el resultado |

Elaborado por: Samuel Montoya

2.2.6. Capacidad del proceso

La capacidad de procesos es el nivel de aptitudes para lograr que los requerimientos establecidos se cumplan o no. La variabilidad se relaciona con las fluctuaciones que existen en el proceso (Urrego et al., 2014), es por ello que la capacidad de proceso busca que el mismo se encuentra libre de variación asignable, aunque también, funciona con la variabilidad no asignable o variabilidad natural. Esta variación natural no se le fija ningún factor que afecte el control como mala materia prima, operaciones o procedimientos no normadas, mediciones engorrosas, maquinaria desajustada o descalibrada, o un medio ambiente impredecible.

Al momento que la capacidad de un proceso es alta este mismo se considera capaz al tener bajos niveles de variación. Cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, pero al no cumplirse en ninguna forma antes mencionada se concluye que el proceso no es apropiado para la labor y se procede a modificarse o a eliminarse.

Capacidad productiva disponible

La capacidad productiva disponible (CPD) es el máximo volumen que una empresa puede producir en un tiempo productivo determinado. Es el tiempo que dispone la organización para realizar sus operaciones se conoce como fondo productivo disponible (FPD), el cual es el fondo de tiempo que posee una organización para realizar las labores de producción en un tiempo determinado (h/año). Para calcular el FPD se emplean los siguientes fondos:

- **Fondo Productivo Total (FPT):** Máximo número de horas posibles en un periodo de tiempo acordado.
- **Fondo Requerimientos Tecnológicos (FRT):** Tiempo requerido para ajuste técnicos, limpieza o reparaciones.
- **Fondo Productivo Potencial (FPP):** Es el tiempo resultante de descontar el FRT del FPT.
- **Fondo Régimen Laboral (FRL):** Es todo tiempo en que no se trabaja en la organización, ya sea por periodo vacacional, turnos de trabajo no utilizados, u otros requerimientos del personal.
- **Fondo por Otras Causas:** Tiempo que no se utiliza para la fabricación y se da por problemas organizativos no contemplados. Este fondo de tiempo se lo estima a base de históricos que posee la empresa.

2.2.7. Mejora continua

La mejora continua es la actividad o conjunto de actividades que se hacen periódicamente con el fin de aumentar la capacidad para el cumplimiento de los objetivos de las organizaciones (Marin-Garcia et al., 2014). Por medio de la mejora continua se busca que algo este cada vez más cerca de la perfección aunque este aspecto

no sea alcanzado, aun así este concepto se aplica debido a que nada puede ser mejorado de forma definitiva, por ello, para que un producto o servicio sea sostenible, se busca resolver falencias que antes no se percibían y va en relación a una realidad cambiante donde existen cambios en la demanda del mercado, los productos comerciales, medios de producción y proceso, debido a esta realidad es que la mejora continua tiene que seguir un ciclo ininterrumpido.

La mejora continua es muy importante ya que permite la mejora de los procesos de trabajo, ya sea aumentando el rendimiento, para alcanzar mejores resultados, mejorar la efectividad y adecuarse mejor a la percepción del cliente, satisfaciendo las necesidades del consumidor.

Según Marin-Garcia et al. (2014) la mejora continua puede ser implementada en cinco etapas o niveles:

En la etapa 1 se analiza los conceptos de la mejora continua y se implementa resolviendo problemas de forma aleatoria, al no existir esfuerzos formales, aun así, existe mejorías puntuales para disminuir la inactividad y la no participación.

Para la etapa 2 se genera un compromiso formal con el cual comenzar un sistema de desarrollo de mejora continua mediante esfuerzos y planificación de la organización o basándose en organizaciones similares con programas de mejora continua, con el fin de solucionar problemas estructurales.

Para la etapa 3 las estrategias de mejora continua que se empleaban de manera global empiezan a hacerse más específicas estableciéndose a un nivel local.

Para la etapa 4 se da autonomía a los miembros de los departamentos o áreas. Los trabajadores tienen la capacidad de detectar los problemas y tiene el poder de

plantear soluciones con el fin de generar mejoras, priorizando los intereses de la empresa.

2.3. La estadística como instrumento de control

La estadística es aquella ciencia que recolecta, ordena, representa, analiza e interpreta los datos obtenidos de una investigación relacionada a hechos, individuos o poblaciones, donde lo que se busca es reducir la muestra para tener un mejor control de datos (Salazar y Del Castillo, 2018). Existen dos tipos de estadísticas siendo la estadística descriptiva la empleada para minimizar y describir las características que sobresalen en un conjunto de mediciones, mientras la estadística inferencial busca procedimientos de inferencia acerca de las características de una población basados en hechos reales y comprobados.

La estadística permite la interpretación de datos y realizar una producción de los mismos que permitan extraer conclusiones de la investigación mediante modelos matemáticos (García, 2011). Una vez se llega a las conclusiones la estadística permite evaluar los resultados obtenidos y las herramientas estadísticas permiten realizar un control y seguimiento de los resultados obtenidos, con la finalidad de que el estudio pueda mejorarse.

2.3.1. Aplicación de la estadística

La aplicación de la estadística es importante en la investigación científica, debido a que proporciona no solo estimación de parámetros poblacionales sino también proporciona medios óptimos para aceptar o rechazar hipótesis sobre la población objeto de estudio, mediante el contraste de hipótesis.

2.3.2. Variación de nuestro alrededor

Las mediciones de la variable deben ser observadas constantemente, ya que suelen cambiar sus condiciones con el tiempo. El cambio de variable se debe a los cambios imprevistos que surgen a causa de alteraciones en el ambiente y los cuales no son controlables (Mendenhall et al., 2010). Como primer paso en el control estadístico de procesos es eliminar todas las causas asignables que producen variación en la variable del proceso para luego situar el proceso bajo control. Después de esto se busca reducir la variación y poner las mediciones de la variable dentro de las especificaciones deseadas, de esta forma se cumple que las variables posean las características ideales para el proceso productivo.

Una vez que un proceso esté en control y esté produciendo un producto satisfactorio, sus variables son supervisadas con gráficas de control. Se toman muestras de artículos del proceso a intervalos especificados y se calcula una estadística muestral. Estas estadísticas se grafican en la tabla de control, de modo que el proceso se puede verificar respecto a cambios en la variable del proceso que podrían indicar problemas de control.

2.3.3. Muestreo de aceptación

El muestreo de aceptación es un procedimiento proveniente de la administración de la calidad total que consiste en la aceptación o rechazo del material a emplear. Es por esto que muchas empresas para minimizar el rechazo del producto o servicio emplean planes de muestreo, los cuales tiene una eficacia similar una inspección completa. En el plan de muestreo Se tomando en cuenta, el tamaño de la muestra, cantidad de observaciones, intervalo de tiempo, tiempo transcurrido entre dos muestras sucesivas y determinar el momento para entrar en acción. (Rodríguez et al., 2019)

Este muestreo se realiza con objetos ya existentes, con los cuales se determina qué porcentaje de los productos cumple con las especificaciones. Estos productos pueden ser artículos recibidos de parte de otras compañías y se designan departamentos para que los reciban y los tengan como modelo de producción, también pueden ser componentes que pasaron por la etapa de procesamiento y que son evaluados por el personal designado.

2.4. Control Estadísticos de los procesos

El control estadístico de los procesos pretende vigilar la calidad del producto analizando las muestras que se produce, se recaba la información de si los artículos producidos, cumplen las especificaciones y detectar cambios en el proceso productivo que indiquen la probabilidad de que en un futuro los estos artículos no cumplan esas especificaciones. (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009)

Para un mejor control de calidad se emplean atributos los cuales se interpretan como características de calidad que un producto o servicio debe tener para categorizarse como que cumplen o no cumplen con la especificación del cliente (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009), de esta forma se puede considerar si un producto es bueno o malo según la perspectiva del consumidor y da indicios a la empresa para cambiar las condiciones y mejorar su aceptación. Si los productos o servicios son satisfactorios y cumplen lo estipulado por el cliente se puede considerar que el proceso productivo está funcionando. Según Gutiérrez y De la Vara Salazar (2013) para tener un mayor control del proceso se debe evaluar la habilidad o capacidad donde se conoce los rangos de variación que éste posee y comprobar si su característica de calidad es satisfactoria.

2.4.1. Procedimientos de control de procesos

El control de procesos es aquel que se encarga del monitoreo de productos o servicios al momento de producirlos, lo que permite proporcionar información de si los artículos producidos cumplen con las especificaciones de diseño, también ayuda a que se determinen errores en el proceso que productivo que impidan cumplir con las especificaciones requeridas, para que puedan ser corregidas y los productos futuros cumplan con las descripciones propuestas.

El control estadístico de procesos (CEP) comprende probar una muestra aleatoria de la producción de un proceso para determinar si éste produce artículos que están dentro del rango preseleccionado (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009).

2.4.2. Gráficas de control

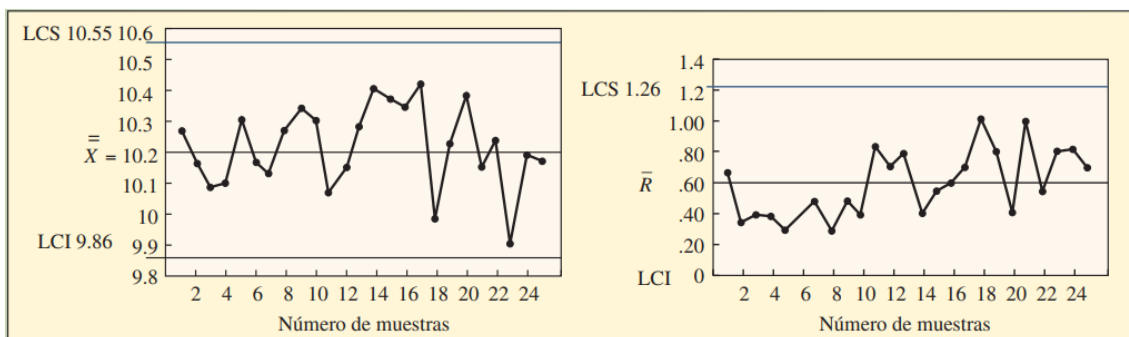
Las gráficas de control son una herramienta empleada en las metodologías de control de la calidad y control estadístico de operaciones, con las cuales se puede realizar un control y seguimiento de las variables de las operaciones mediante observación grafica (Pazán y Flores, 2019). Estas graficas en su eje horizontal se representa la muestra o subgrupo tomados para el análisis, mientras que en el eje vertical se encuentra los valores de con características relacionadas con la calidad, como se muestra en la figura 5. Tras definida la muestra se procede al cálculo de la media la cual está basada en el número de observaciones.

Se emplean las gráficas p en la medición por atributos, la cual se toman una sola decisión de si o no. Al momento de construir una gráfica p se emplean límites de control superior (LCS) y límites de control inferior (LCI) y se representan cada uno de los defectos encontrados en la muestra tomadas. Para el cálculo de las fracciones

defectuosas \bar{p} se divide el número total de defectos de todas las muestras, por el producto del número de muestras y el tamaño de las muestras.

Las graficas \bar{X} son un diagrama de las medias de cada muestra tomada del proceso. Esta se emplea al momento en que no se conoce la desviación estándar y se decide tomar la información real sobre la muestra. Las gráficas R son una representación esquemática del rango de muestra, siendo la diferencia entre los valores superiores e inferiores de las mismas. Los valores R (Rango) proveen una medida de la variación, la cual, se puede utilizar como desviación estándar.

Figura 5. Graficas de control \bar{X} y R



Fuente: (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009)

Elaborado por: Samuel Montoya

En el control de proceso mediante variables, las gráficas \bar{X} y R emplean el muestreo por atributos, con el cual se determina si algo cumple o no las condiciones ya estipuladas (Aquilano, Chase y Jacobs, 2009). Mientras que, en la medición de variables, se realiza mediciones con variables reales que mediante las gráficas de control se determina el grado de aceptación o rechazo del proceso, con base en esas mediciones.

2.5. Metodología Six Sigma

Six Sigma es una filosofía que apareció en los 80 la cual permite generar estrategias de manera sistemática y bien estructuradas, con el fin de producir bienes y servicios cada vez más eficientes (Garza Ríos, 2016). Esta metodología está orientada en la reducción de defectos y en el incremento de la calidad y productividad de las organizaciones, La misma también se emplea para evaluar y mejorar los procesos y que estos estén más acorde a las necesidades del cliente, de esta forma se aumenta las utilidades de una organización.

2.5.1. Definir

En esta fase se identifica aspectos considerados claves para organización, se define los clientes, que requisitos se necesitan cumplir y que afecta que aspectos encuentra negativos el mismo, lo que permite realizar posibles proyectos de mejora.

Se emplean herramientas como diagrama Pareto, diagrama de flujo de proceso, lluvia de ideas, árbol crítico de la calidad, entre otras.

2.5.2. Medir

Se emplea para definir los indicadores de calidad que ayuden a conocer cómo se comportan los procesos, las variables relacionadas con el desempeño, además de determinar la información necesaria y las herramientas que permiten recabar los datos.

Se utiliza herramientas como Diagrama SIPOC, análisis de capacidad de proceso, gráfico Pareto, gráficos de control.

2.5.3. Analizar

Con la información recopilada se establecen las causas principales que generan deficiencias en la ejecución del sistema, también se tiene una idea de cómo eliminar estas causas para realizar una mejora al proceso. Para realizar esta fase se emplean

herramientas como el diagrama de causa efecto o la matriz de relación, análisis de varianza y muestreo.

2.5.4. Mejorar

Se dan posibles soluciones para mejorar el proceso. Después se emplean técnicas de toma de decisiones basadas en las fases anteriores además de simulaciones, que permitan considerar diferentes elementos para ordenar alternativas basadas en criterios emitidos por los expertos y seleccionando la mejor.

2.5.5. Controlar

Como última fase lo que se busca es que las variables se encuentren controladas, de esta forma se garantiza que el proceso funcione de la mejor manera, generando la mayor utilidad y satisfaciendo las necesidades de los clientes. Se diseña e implementa un plan de acciones destinado a la mejora continua del proceso productivo para generar la mejor eficiencia y eficacia.

2.6. Herramientas estratégicas de la metodología DMAIC

2.6.1. Acta de constitución de un proyecto

El acta de constitución de proyecto o Project Charter es una herramienta que permite detallar aspectos fundamentales sobre el proyecto que se va a realizar. Con esta herramienta se definen los objetivos, alcance, criterios de éxito, el problema, responsables y el cronograma.

2.6.2. Análisis de capacidad de proceso

Es el estudio de las características que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas que se requiere para cumplir un fin específico. El análisis de la capacidad de proceso busca evaluar el desempeño, mediante la comprensión de todas

las variables que influye en el factor de éxito en cada área productiva (Polania Price, 2019).

Según Navarro et al. (2020) al momento que se determina la capacidad y esta es alta, se interpreta que el proceso es capaz de cumplir las especificaciones, si se mantiene estable en un rango de tiempo, se tiene el proceso bajo control, y en caso de que no ocurra ninguno de estos eventos, el proceso no es adecuado para el trabajo o debe modificarse.

2.6.3. Los cinco ¿Por qué?

Es una herramienta sistemática, que, mediante una serie de preguntas, permite analizar un determinado problema y encontrar las causas que lo generan. Esta herramienta no es limitada por el quinto porqué, es decir, pueden ser menos o más de cinco con tal de que se llegue a la causa raíz del problema.

2.6.4. Trabajo estandarizado

Es un proceso dinámico que busca realizar un seguimiento, documentar y generar estándares en los métodos o procesos establecidos en una organización, con el fin de asegurar la mejora continua. Esta herramienta ayuda a eliminar todas las operaciones que no aportan valor los procesos, al producto o servicio, reduciendo desperdicios y mejorando las operaciones.

2.6.5. Hoja de control

Es una herramienta que permite reunir y clasificar la información. Esta se emplea para analizar de forma cuantitativa los defectos presentados en los procesos, los productos o servicios (Pérez, 2017). Al conocer cuántos defectos existen, se pueden realizar acciones correctivas que permitan generar un mejoramiento en las operaciones, que a su vez disminuye defectos en los productivos y servicios.

CAPÍTULO III

3. Análisis situacional de la empresa

3.1. Caracterización general de la empresa

3.1.1. Antecedentes de la empresa

Agrocaribe S.A. es una empresa exportadora de frutos tropicales con 12 años en el mercado nacional e internacional. Los productos que exporta tienen como destino principalmente Estados Unidos, Europa y a nivel Sudamericano comercializamos a Chile.

la empresa tiene sede en Centro Comercial Unioro, Local 32, Machala, El Oro-Ecuador donde se ubican las oficinas administrativas, mientras el centro de acopio está ubicado en El Carmen, Manabí-Ecuador, debido a que en este lugar se encuentran los proveedores lo que, en cuestión de localización, la empresa se encuentra bien ubicada, lo que permite que su proceso productivo sea controlado y ejecutado de una forma eficiente

3.1.2. Direccionamiento estratégico

Misión

Exportar fruta de buena calidad que reúna las expectativas de los clientes en los mercados internacionales. Para este propósito, contamos con un equipo técnico altamente capacitado y calificado con el cual prestamos asistencia técnica en todas las etapas del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.

Visión

Crecer y consolidarnos como una empresa líder en el mercado local e internacional, entregando fruta con estándares de calidad altamente competitivos; cumpliendo con certificaciones exigidas en los supermercados americanos y europeos,

como son: Global GAP, BPA y BPM. Además, nuestro propósito es cumplir con la ley de alimentos FSMA exigida en los Estados Unidos.

Valores

La empresa cuenta con los siguientes valores:

- Transparencia y honestidad.
- Satisfacción total del cliente.
- Equidad y justicia.
- Compromiso social.

Objetivos Estratégicos

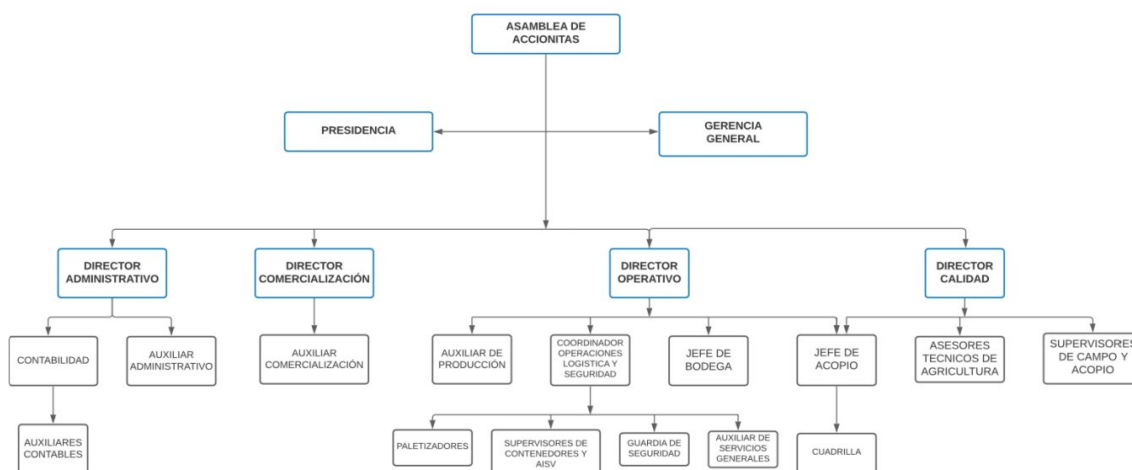
Como objetivos estratégicos que posee la empresa se encuentran:

- Consolidarnos en el Mercado Internacional, a través de la Calidad del Producto, mediante la Asistencia Técnica Operativa y Puntual
- Atención al Cliente de la Manera más Expedita para la Sostenibilidad de los Volúmenes de Producción.

3.1.2. Organigrama

En la figura 6, se tiene la distribución organizacional de la compañía Agrocaribe S.A. de forma jerárquica. En la tabla 2 se realiza la descripción de cada uno de los puestos de trabajo.

Figura 6. Organigrama empresarial general



Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Tabla 2. Descripción de puestos

| Puesto | Descripción |
|-------------------------------------|---|
| Asamblea de accionistas | Toma de decisiones estratégicas enfocadas en la satisfacción del cliente, mejorar el posicionamiento y la competitividad de la organización, cumplir con los estándares de calidad y consolidar a la empresa en el mercado internacional. |
| Presidente | |
| Gerente General | |
| Director Administrativo | Se encarga de controlar las funciones administrativas y contables |
| Auxiliar Administrativo | Ayuda en monitoreo, revisión y reenvío de correos y mensajes entrantes, también, se encarga de localizar y restituir las propuestas de los y las clientes |
| Contabilidad | Se encarga de llevar la contabilidad, realiza el seguimiento de la situación financiera |
| Auxiliar Contable | Ayuda en la presentación de la situación financiera |
| Director de comercialización | se encarga de controlar las funciones de ventas y comercialización |
| Auxiliar de Comercialización | Ayuda en difundir la información crucial con la organización, ayuda en el asesoramiento de clientes |

| | |
|---|--|
| Director operativo | Se encarga de controlar y supervisar que las operaciones |
| Auxiliar de Producción | Asiste en todas las tareas generales de producción. |
| Director de calidad | Garantiza que el producto cumpla los requisitos tanto externos como internos relacionados con la calidad |
| Coordinador de Operaciones Logísticas y de Seguridad | Gestiona los recursos y procesos logísticos y de seguridad de la empresa |
| Paletizadores | Se encargan de organizar las cajas del producto en pallets |
| Supervisores de Contenedores y AISV | Se encargan de supervisar que el contenedor cumpla los requerimientos necesarios desde que llega al acopio hasta que sale cargado con el producto |
| Guardia de Seguridad | Responsable de precautelar la seguridad de todos los trabajadores |
| Auxiliar de Servicios Generales | Se encarga de las labores de aseo, limpieza y cafetería, brindando confort a los funcionarios en el lugar de trabajo |
| Jefe de Bodega | Encargado de gestionar el almacenamiento de insumos y otros elementos indispensables en el proceso productivo |
| Jefe de Acopio | Es el responsable de coordinar las acciones productivas con la calidad adecuada para el producto final |
| Cuadrilla | Grupo de trabajo designado para realizar las operaciones de campo y acopio, realizando las operaciones enfocadas en adecuar el producto para su comercialización |
| Asesores Técnicos de Agricultura | Personal encargado de asesorar los procesos de cultivo con el proveedor, para asegurar que la materia prima cumpla las condiciones requeridas |
| Supervisores de Campo y Acopio | Encargados de supervisar la calidad del producto en la post cosecha, tanto en las labores de campo como en el acopio |

Elaborado por: Samuel Montoya

3.1.3. Proveedores

La compañía Agrocaribe S.A. tiene como proveedores diversas fincas ubicadas en El Carmen – Manabí las cuales son las proveedoras de la materia prima (plátano), mientras que para los insumos en la parte química diversas empresas químicas ubicadas en Machala, para el cartón también se emplean empresas cartoneras machaleñas o de Guayaquil, en algunos casos los mismos clientes envían las cajas para el proceso productivo y en otros se utilizan locales pequeños ubicados en el Carmen – Manabí.

3.1.4. Volumen de producción

La compañía Agrocaribe S.A. el conteo de cajas por contenedor, teniendo una cantidad normalizada ya el peso de las cajas, las cuales se pueden apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. *Volumen de producción*

| TIPO DE CAJA | CONTENEDOR CAJAS |
|---------------------|-----------------------------|
| 20lbs.Naked | 1600 |
| 25lbs.Naked | 1400 |
| 25lbs.bag | 1400 |
| 50lbs.bag | 960 |
| 50lbs.Naked | 960 |
| 18lbs.Display | 2200 |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

3.1.5. Mapa de procesos

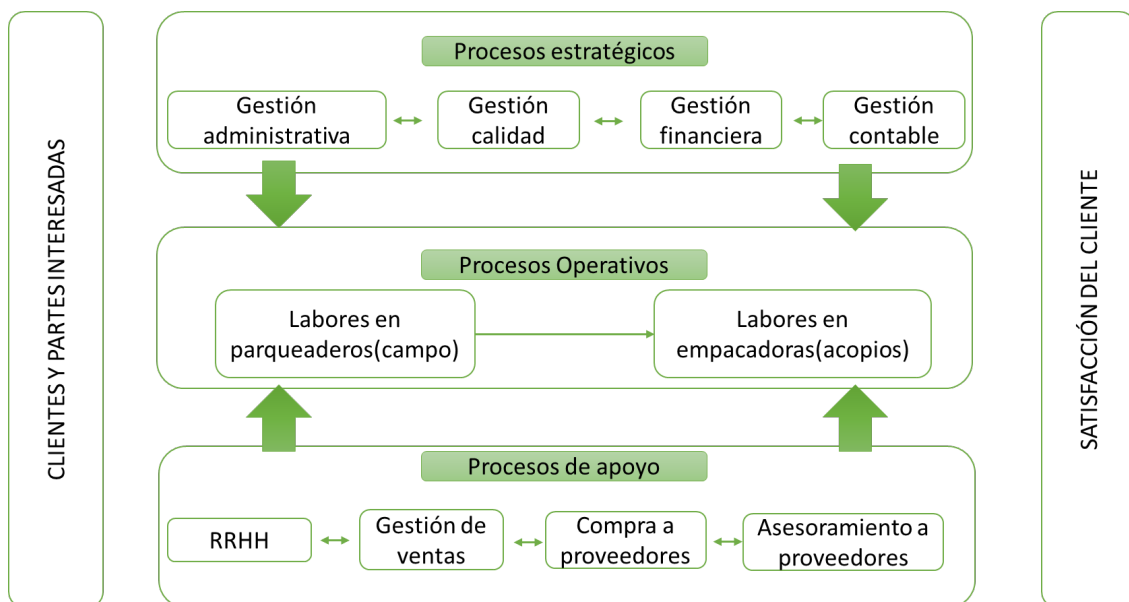
Mediante el mapa de procesos se puede conocer como la compañía Agrocaribe S.A. realiza sus funciones con el fin de alcanzar sus objetivos establecidos. Estos están divididos en procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

Procesos Estratégicos: En este se encuentran las gestiones enfocadas en la toma de decisiones y dirigir las labores que realiza la empresa.

Procesos Operativos: Aquí se encuentran los procesos encaminados a realizar un valor agregado y cumplir con las exigencias del cliente para que el producto cumpla con sus especificaciones.

Procesos de Apoyo: parte encaminada a proveer de los recursos necesarios para la realización de las actividades de la empresa.

Figura 7. Mapa de procesos de la compañía Agrocaribe S.A.



Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

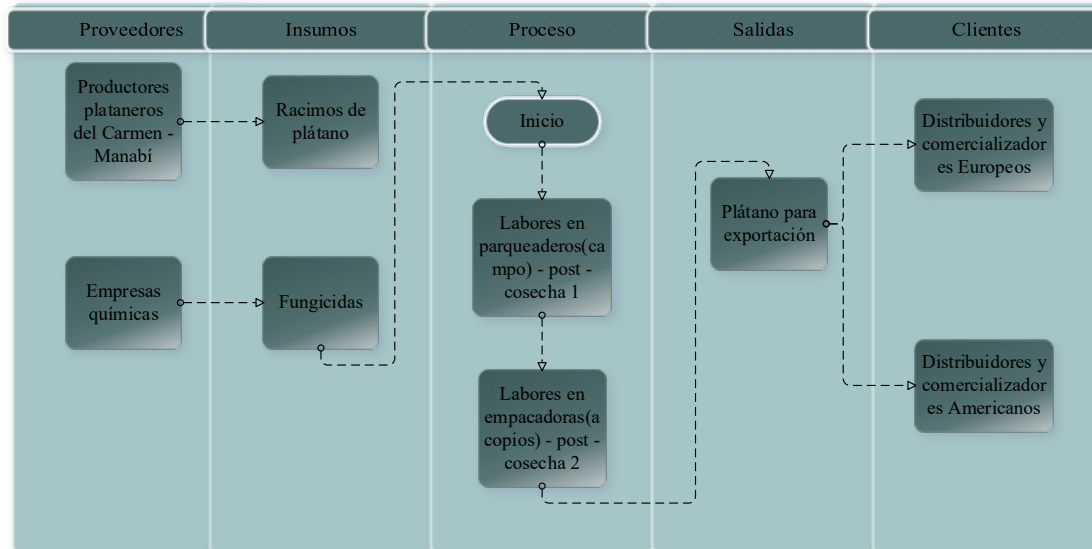
Elaborado por: Samuel Montoya

3.1.6. Diagrama SIPOC

Mediante este diagrama se puede tener un mayor entendimiento de lo antes mencionado y de cómo funciona la cadena de suministro alrededor de la empresa, empezando con los proveedores ya sean productores plataneros o comercializadores de químicos y cartón, pasando a los procesos que maneja la empresa divididos en labores de campo y labores de acopio, terminando con la exportación del producto terminado a

los comercializadores mayoristas de productos alimenticios de Europa y Estados Unidos.

Figura 8. Diagrama SIPOC de la compañía Agrocaribe S.A.



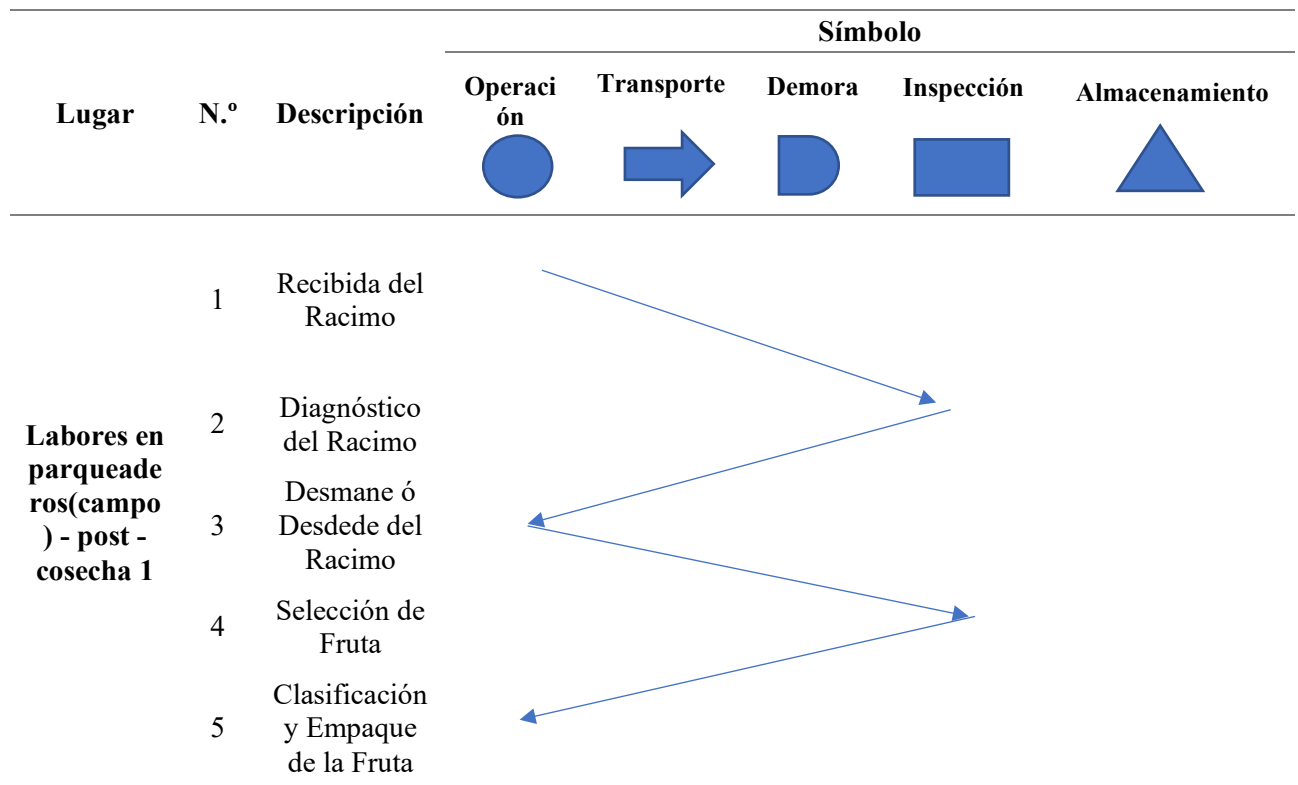
Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

3.2. Descripción del proceso productivo

La empresa realiza asesoramiento a los proveedores tanto en la precosecha, como en la cosecha, con esto se asegura que los racimos poseen las características deseadas y la calidad adecuada para el cliente, luego pasa al proceso de producción tanto en el campo, el cual se detalla en la tabla 4, como en el acopio. Existe una variante del proceso productivo dependiendo de las exigencias del cliente (ya sea colocación dedo a dedo de la fruta en la caja o por virado), el cual se detalla en la tabla 5 y en la tabla 6






Tabla 4. Diagrama de procesos de labores en acopio



Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya






Tabla 5. Diagrama de procesos de labores de acopio (cajas dedo a dedo)

| Lugar | N.º | Descripción | Símbolo | | | | |
|---|-----|-----------------------------------|---|---|--|---|---|
| | | | Operación | Transporte | Demora | Inspección | Almacenamiento |
| Labores en empacadoras(acopios) - post - cosecha 2 | 1 | Recibida de Cajas de Campo |  |  |  |  |  |
| | 2 | Colocación Dedo a Dedo | ↓ | | | | |
| | 3 | Etiquetado Colocación Dedo a Dedo | ↓ | | | | |
| | 4 | Fumigación | ↓ | | | | |
| | 5 | Clasificación y Reempaque | ↓ | | | | |
| | 6 | Pesado de la Caja de Exportación | ↓ | | | | |
| | 7 | Tapador/ Aspirador | ↓ | | | | |
| | 8 | Paltizador/ Trazabilidad | ↓ | | | | |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 6. Diagrama de procesos de cajas viradas

| Lugar | N.º | Descripción | Símbolo | | | | |
|---|-----|----------------------------------|---|---|--|---|---|
| | | | Operación | Transporte | Demora | Inspección | Almacenamiento |
| Labores en empacadoras (acopios) - post-cosecha 2 | 1 | Recibida de Cajas de Campo |  |  |  |  |  |
| | 2 | Virada de Cajas | ↓ | | | | |
| | 3 | Etiquetado Cajas Viradas | ↓ | | | | |
| | 4 | Fumigación | ↓ | | | | |
| | 5 | Clasificación y Reempaque | ↓ | | | | |
| | 6 | Pesado de la Caja de Exportación | ↓ | | | | |
| | 7 | Tapador/Aspirador | ↓ | | | | |
| | 8 | Paltizador/Trazabilidad | ↓ | | | | |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

3.2.1. Recibida del Racimo

Se recibe el racimo y se realiza un control de la cantidad de racimos necesarios para cubrir el pedido del mercado en volumen de cajas.

3.2.2. Diagnóstico del Racimo

Tras recibir el racimo se clasifica el racimo por su condición de cumplimiento con los parámetros de calidad requeridos por el cliente.

3.2.3. Desmane o Desdede del Racimo

En esta operación una vez clasificado el racimo se separa la mano del raquis del racimo y ubicarlo en la tina de desleche.

3.2.4. Selección de Fruta

Se analiza la fruta y se selecciona en base con los parámetros de calidad por especificación de marca.

3.2.5. Clasificación y Empaque de la Fruta

Se hace colocando los dedos seleccionados para la exportación sobre la bandeja, en una forma ordenada para evitar el estropeo.

3.2.6. Transporte de la Carga

Se carga los vehículos con la fruta hacia el acopio como destino. Los vehículos deben contar con cajones en buenas condiciones (piso y carpa)

3.2.7. Recibida de Cajas de Campo

Se hace control y seguimiento de entrega de cajas de campo por proveedor, concluyendo en su rendimiento de cajas en aumento por calidad o rechazo por calidad.

3.2.8. Virada de Cajas

Se realiza si las especificaciones del cliente indican que se haga virado de las cajas. Las frutas contenidas en cada caja sobre la bandeja.

3.2.9. Colocación Dedo a Dedo

En caso de que las especificaciones del cliente indiquen que se realice colocación de dedo a dedo, se pone la fruta en forma ordenada en una fila por lado de la bandeja.

3.2.10. Etiquetado Cajas Viradas

Una vez se hace el virado de las cajas, se coloca etiquetas en la fila de arriba de la fruta.

3.2.11. Etiquetado Colocación Dedo a Dedo

Una vez se realiza el colocado dedo a dedo, se coloca etiquetas a cada dedo en bandeja.

3.2.12. Fumigación

En el proceso de fumigación se asperja la Corona y Pezones de Cada Dedo para que el proceso se cumpla eficientemente y la fruta resista el embarque.

3.2.13. Clasificación y Reempaque

Se clasifica por última vez y se empaca de nuevo la fruta que cumpla con los parámetros de calidad.

3.2.14. Pesado de la Caja de Exportación

Se realiza el pesado de la fruta y se coloca el peso correcto, especificado por la marca.

3.2.15. Tapador/Aspirador

En caso de que el tipo de caja sea de 25 lbs.bag y 50 lbs.bag se realiza el aspirado, se amarra y se coloca la tapa de la marca, en caso de que no sean estos tipos de caja se colocar la tapa de la marca.

3.2.16. Paletizado/Trazabilidad

Se realiza el paletizado de las cajas sobre pallet según destino, ya sean países de Europa o a Estados Unidos. También se coloca el código de finca o productor con su fecha de proceso.

3.3. Análisis de la calidad

El análisis de calidad cambia dependiendo de la temporada, ya sea invierno o verano. En la tabla 7, se detalla las faltas de calidad encontradas en cada perdido.

Tabla 7. *Factores de mala calidad por temporadas*

| DATOS TEMPORADA | INVIERNO NOVIEMBRE A ABRIL | VERANO MAYO A OCTUBRE |
|---|---|---|
| FACTORES DE MALA CALIDAD | Mancha Oscura, Mancha Roja | Bajo Grado, Dedos Cortos |
| | Espekling, Quema de Sol | Cero Hojas en Plantas |
| | Puntas Amarillas, Estropeo | Edad a Cosecha entre 10 a 12 Semanas |
| | Sobre Grado, Daño de Manejo | Mayor Número de Dedos por Caja (85 a 110) |
| | Edad a Cosecha entre 8 a 9 semanas | Maduros en el Mercado Exterior |

Menor Número de Dedos por Caja (54 a 70)

Mayor Número de Reclamos y Cobros

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

3.4. Diagnóstico empleando la metodología DMAIC

3.4.1. Definir

El producto tomado para este estudio de las cajas de 50 lbs. Naked, debido a que es el producto estrella de la empresa ya que es más adquirido por los clientes. Analizando el problema de la falta de abastecimiento por temporada de la fruta se procese a realizar un diagnóstico de las operaciones del proceso productivo para conocer si hay cuellos de botella tanto en la temporada de verano como en la de invierno.

Tabla 8. Acta de constitución del proyecto

| ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO | | | |
|--|---|---------------------------|----------------|
| Proyecto: | Mejora de indicadores de calidad del plátano de exportación | | |
| Equipo de trabajo | | Partes interesadas | |
| Cargo | Nombre | Cargo | Nombre |
| Investigador | Samuel Montoya | Presidente | Raquel Sarie |
| Director de calidad | Israel Pineda | Investigador | Samuel Montoya |
| Problema | En la empresa existe muchos factores que generan tiempos improductivos generando defectos en el proceso de exportación del plátano, por ende, no se cumple los estándares de calidad del plátano de 50 lbs. Naked. | | |
| Objetivo | Elaborar los KPIs para la compañía Agrocaribe S.A., mediante técnicas de dispersión para el control de las operaciones, que permita la aplicación de un plan de acción para disminuir las fallas en el proceso de producción. | | |
| Alcance del Proyecto | Mejorar los indicadores de calidad en las en las épocas de invierno que corresponde a los meses de noviembre a abril, donde existe un aumento de rechazo del plátano. Para ello se emplearán diferentes metodologías comprendidas en el control estadístico de las operaciones. | | |
| Justificación | El sector bananero es un sector desarrollo con una gran cantidad de competencia es muy importante el actuar para resolver los problemas que en la empresa ocurren y así ser altamente competitivos. | | |
| Plan del proyecto | | | |
| Etapas | Inicio | Fin | |
| Definir | 04-04-2022 | 11-04-2022 | |
| Medir | 12-04-2022 | 25-04-2022 | |
| Analizar | 26-04-2022 | 10-05-2022 | |
| Mejorar | 01-06-2022 | 04-07-2022 | |
| Controlar | 11-06-2022 | 18-07-2022 | |

Elaborado por: Samuel Montoya

3.4.2. Medir

Para realizar la medición de cómo se comporta el proceso productivo, primero se identifica las operaciones a medir, las cuales, en este caso, se dividen en labores de campo y labores de acopio las cuales se dan en post cosecha. Estas operaciones se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Operaciones

| Operaciones post - cosecha | |
|-----------------------------------|---|
| Op1 | Recibida del Racimo |
| Op2 | Diagnóstico del Racimo |
| Op3 | Desmane o Desdende del Racimo |
| Op4 | Selección de Fruta |
| Op5 | Clasificación y Empaque de la Fruta |
| Op6 | Transporte de la Carga |
| Op7 | Recibida de Cajas de Campo |
| Op8 | Virada de Cajas Colocación Dedo a Dedo Etiquetado Cajas Viradas |
| Op9 | Etiquetado Colocación Dedo a Dedo |
| Op10 | Fumigación |
| Op11 | Clasificación y Reempaque |
| Op12 | Pesado de la Caja de Exportación |
| Op13 | Tapador/Aspirador |
| Op14 | Paletizado/Trazabilidad |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Una vez teniendo las operaciones, se procede a conocer los tiempos de procesamiento para cada cliente, esto permite tener una medición específica de cómo se comporta el proceso dependiendo de las características solicitadas.

3.4.2.1. Balance de carga capacidad

A continuación, se presenta la primera fase del balance de carga y capacidad donde se miden los tiempos de producción, en horas, tanto de invierno (ver Anexo 2) como de verano (ver Anexo 1), el régimen de trabajo y la cantidad de equipos.

Tabla 10. *Balance de carga capacidad invierno*

| PARTES | PLAN ANUAL | Op1 | Op2 | Op3 | Op4 | Op5 | Op6 | Op7 | Op8 | Op9 | Op10 | Op11 | Op12 | Op13 | Op14 |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | | SKU1 | 69120 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 |
| SKU2 | 115200 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| SKU3 | 230400 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| SKU4 | 115200 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| Régimen de trabajo (h/día) | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Producción (u/h) | | 20,83 | 20,83 | 4,17 | 12,50 | 25,00 | 375,00 | 375,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 31,25 | 120,00 | 60,00 | 120,00 |
| Cantidad de Equipos | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| Turnos de trabajo | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 11. *Balance de carga capacidad verano*

| PARTES | PLAN ANUAL | Op1 | Op2 | Op3 | Op4 | Op5 | Op6 | Op7 | Op8 | Op9 | Op10 | Op11 | Op12 | Op13 | Op14 |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | | SKU1 | 69120 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 |
| SKU2 | 0 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| SKU3 | 23040 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,019 | 0,032 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| SKU4 | 69120 | 0,048 | 0,048 | 0,240 | 0,080 | 0,040 | 0,133 | 0,033 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,032 | 0,008 | 0,0083 | 0,008 |
| Régimen de trabajo (h/día) | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Producción (u/h) | | 20,83 | 20,83 | 4,17 | 12,50 | 25,00 | 375,00 | 375,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 31,25 | 120,00 | 60,00 | 120,00 |
| Cantidad de Equipos | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| Turnos de trabajo | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Con estos datos se puede realizar el balance de carga capacidad con el fin de conocer si existe un cuello de botella o se está subutilizando las operaciones.

Se procede a calcular el coeficiente de correspondencia en ambos periodos para conocer la relación entre el fondo productivo disponible y la carga, para ello se utilizan las siguientes formulas:

$$FPD = FPT - (FRT + FRL + FOC)$$

Donde:

FPD: Fondo productivo disponible (h - eq/ año)

FPT: Fondo por requerimientos tecnológicos (h - eq/ año)

FRL: Fondo por régimen laboral (h - eq/ año)

FOC: Fondo por otras causas (h - eq/ año)

También se calcula los niveles de rendimiento normado (R_{oj}) siendo un dato importante para el cálculo del coeficiente.

$$R_{oj} = \sum_{i=1}^n \frac{Pz * N_{tij}}{FPD * N_p}$$

Donde:

Pz : unidades a producir del tipo i (u/año)

N_{tij} : norma de tiempo del producto i en la operación j (h/u)

FPD: fondo productivo disponible de un puesto de trabajo (h/año)

N_p : número de puestos de trabajo

Cálculo del coeficiente de correspondencia (b_j) y utilización de la capacidad (UC).

$$b_j = \frac{FPD}{\sum(N_i * t_{ij})}$$

Donde:

N_i : Demanda o plan (artículo/año)

t_{ij} : Gasto de tiempo unitario (horas/artículos)

con estos datos se puede definir si la relación entre el FPD y la carga está en equilibrio ($b_j = 1$), si la realización posee una subutilización ($b_j > 1$) o si existe un cuello de botella ($b_j < 1$). También con la utilización de la capacidad podemos conocer estos mismos datos de manera porcentual.

$$UC = \frac{1}{b_j}$$

Conociendo estas formula se pude conocer la utilización de la capacidad en los las operaciones antes descritas. El cálculo del coeficiente de correspondencia y de utilización de la capacidad para ambos periodos se lo puede visualizar en las Tabla 12 y Tabla 13.

Tabla 12. Cálculo del coeficiente de correspondencia invierno

| | Roj | FPD | FPD*Roj | Q | bj | UC |
|------|------------|------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| Op1 | 14,9624 | 1700 | 25436,16 | 25436,2 | 1 | 100% |
| Op2 | 14,9624 | 1700 | 25436,16 | 25436,2 | 1 | 100% |
| Op3 | 74,8122 | 1700 | 127180,8 | 127181 | 1 | 100% |
| Op4 | 6,23435 | 3400 | 21196,8 | 42393,6 | 0,5 | 200% |
| Op5 | 12,6473 | 1676 | 21196,8 | 21196,8 | 1 | 100% |
| Op6 | 41,5624 | 1700 | 70656 | 70656 | 1 | 100% |
| Op7 | 0,42158 | 8380 | 3532,8 | 17664 | 0,2 | 500% |
| Op8 | 5,21143 | 1700 | 8859,429 | 8859,43 | 1 | 100% |
| Op9 | 0,5232 | 6800 | 3557,76 | 14231 | 0,25 | 400% |
| Op10 | 2,59765 | 1700 | 4416 | 4416 | 1 | 100% |
| Op11 | 0,62344 | 6800 | 4239,36 | 16957,4 | 0,25 | 400% |
| Op12 | 0,65871 | 3352 | 2208 | 4416 | 0,5 | 200% |
| Op13 | 2,63484 | 1676 | 4416 | 4416 | 1 | 100% |
| Op14 | 0,29276 | 5028 | 1472 | 4416 | 0,3333 | 300% |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 13. Cálculo del coeficiente de correspondencia verano

| | Roj | FPD | FPD*Roj | Q | bj | UC |
|------|------------|------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| Op1 | 4,55379 | 1700 | 7741,44 | 7741,4 | 1 | 100% |
| Op2 | 4,55379 | 1700 | 7741,44 | 7741,4 | 1 | 100% |
| Op3 | 22,7689 | 1700 | 38707,2 | 38707 | 1 | 100% |
| Op4 | 1,89741 | 3400 | 6451,2 | 12902 | 0,5 | 200% |
| Op5 | 3,84916 | 1676 | 6451,2 | 6451,2 | 1 | 100% |
| Op6 | 12,6494 | 1700 | 21504 | 21504 | 1 | 100% |
| Op7 | 0,12831 | 8380 | 1075,2 | 5376 | 0,2 | 500% |
| Op8 | 1,37143 | 1700 | 2331,43 | 2331,4 | 1 | 100% |
| Op9 | 0,1296 | 6800 | 881,28 | 3525,1 | 0,25 | 400% |
| Op10 | 0,80191 | 1676 | 1344 | 1344 | 1 | 100% |
| Op11 | 0,18974 | 6800 | 1290,24 | 5161 | 0,25 | 400% |
| Op12 | 0,20048 | 3352 | 672 | 1344 | 0,5 | 200% |
| Op13 | 0,80191 | 1676 | 1344 | 1344 | 1 | 100% |
| Op14 | 0,0891 | 5028 | 448 | 1344 | 0,3333 | 300% |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Con el cálculo del coeficiente de correspondencia tanto en invierno como en verano, se puede apreciar que existen cuellos de botella en las operaciones de selección de fruta como la una operación que se realiza en campo (Op1), mientras que, recibida de cajas de campo (Op7), etiquetado (Op9), ya sea dedo a dedo o por virado, clasificación y reempaque (Op11), pesado de la caja de exportación (Op12), y paletizado – trazabilidad (Op14), las cuales se realizan en acopio.

3.4.3. Analizar

3.4.3.1. Cálculo de la capacidad de producción

Con estos datos se procede a realizar el cálculo de la capacidad productiva (unidades/ año) empleando las siguientes formulas.

$$CPD = Ni * bj$$

Una vez se conoce la capacidad productiva disponible se analizan la capacidad productiva limitante y la capacidad productiva disponible fundamental para conocer el coeficiente de pérdida de capacidad (Kpc)

$$Kpc = 1 - \frac{\text{Capacidad producción disponible limitante}}{\text{Capacidad producción disponible fundamental}}$$

A continuación, se puede apreciar la capacidad productiva en los pedidos de invierno y verano.

Tabla 14. *Capacidad de producción invierno*

| | <i>SKU1</i> | <i>SKU2</i> | <i>SKU3</i> | <i>SKU4</i> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Op1</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op2</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op3</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op4</i> | 34560 | 57600 | 115200 | 57600 |
| <i>Op5</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op6</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op7</i> | 13824 | 23040 | 46080 | 23040 |
| <i>Op8</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op9</i> | 17280 | 28800 | 57600 | 28800 |
| <i>Op10</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op11</i> | 17280 | 28800 | 57600 | 28800 |
| <i>Op12</i> | 34560 | 57600 | 115200 | 57600 |
| <i>Op13</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>Op14</i> | 23040 | 38400 | 76800 | 38400 |
| <i>Capacidad de producción</i> | 13824 | 23040 | 46080 | 23040 |
| <i>Producción posible</i> | 69120 | 115200 | 230400 | 115200 |
| <i>KPC (%)</i> | 80 | 80 | 80 | 80 |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 15. *Capacidad de producción verano*

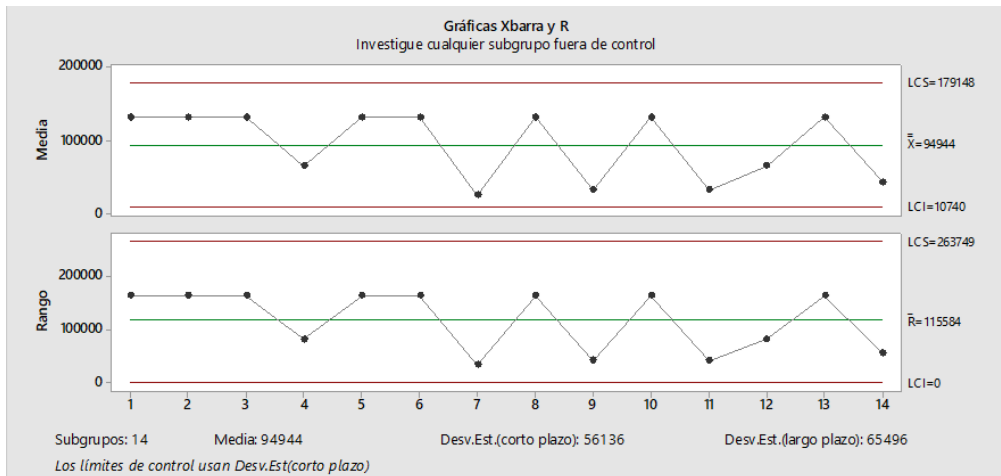
| | SKU1 | SKU2 | SKU3 | SKU4 |
|---------------------------------|-------|------|-------|-------|
| Op1 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op2 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op3 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op4 | 34560 | 0 | 11520 | 34560 |
| Op5 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op6 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op7 | 13824 | 0 | 4608 | 13824 |
| Op8 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op9 | 17280 | 0 | 5760 | 17280 |
| Op10 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op11 | 17280 | 0 | 5760 | 17280 |
| Op12 | 34560 | 0 | 11520 | 34560 |
| Op13 | 69120 | 0 | 23040 | 69120 |
| Op14 | 23040 | 0 | 7680 | 23040 |
| Capacidad de producción posible | 13824 | 0 | 4608 | 13824 |
| KPC (%) | 80 | 0 | 80 | 80 |

Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Con el análisis de capacidad de producción se puede comprobar que existe un desaprovechamiento de la capacidad del 80% en las operaciones antes mencionadas, tanto en invierno como en verano (a diferencia del SKU2 en el cual no se producen cajas en verano). Para comprobar el comportamiento de estas operaciones se emplea las gráficas de control Xbarra- R.

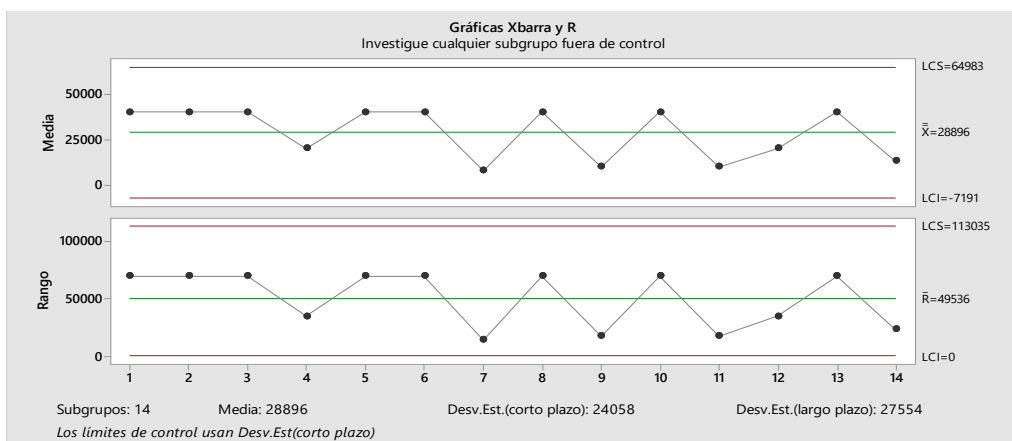
Figura 9. Grafica de control Xbarra y R de la capacidad en invierno



Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Figura 10. Grafica de control Xbarra y R de la capacidad en verano



Fuente: (Agrocaribe S.A., 2021)

Elaborado por: Samuel Montoya

Con las gráficas de control se puede apreciar como las operaciones de selección de fruta, recibida de cajas de campo, etiquetado, clasificación y reempaque se encuentran por debajo de la media (28896 cajas en verano y 94944 cajas en invierno), lo que indica el desaprovechamiento de capacidad a comparación de las demás

operaciones, las cuales, poseen una capacidad optima ideal de 40320 cajas en verano y 132480 cajas inviernos.

3.4.3.2. Cinco ¿por qué?

Para analizar las causas que producen retrasos en las operaciones de selección de fruta, etiquetado (ya sea dedo a dedo o por virado), clasificación y reempaque, pesado de la caja de exportación y paletizado – trazabilidad, se realiza la aplicación del análisis de **5 por qué** con el cual se analizan las causas hasta el punto donde se encuentre las anomalías que generan el problema y se proponen soluciones posibles para eliminar el problema.

Tabla 16. 5 ¿por qué? En la operación de selección de fruta.

| Retraso en la selección de fruta | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
|----------------------------------|--|---|---|--|
| Causa 1 | Daño de la fruta | Falta de follaje de la cosecha | Cambios Climáticos aberrantes y presencia de plagas en el follaje | Estandarizar la inspección de la Fruta para periodos de cambios Climáticos variantes y presencia de plagas |
| Causa 2 | Cambio en el la Edad de la cosecha | Lluvias y cambios climáticos | | Seguimiento de la Edad de la cosecha ante entornos de clima valiente y aumento de lluvia |
| Causa 3 | Grado de la fruta fuera de los limites | Mal desarrollo de la fruta en pre - cosecha | Lluvias y cambios climáticos | Estandarizar la inspección de la Fruta para periodos de cambios Climáticos variantes |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 17. 5 ¿por qué? En la operación de recibida de cajas.

| Retraso en la Recibida de cajas | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis | | |
|--|---|--------------------------------|--|--|-----------------------------|---|
| Causa 1 | Retraso en la hora de inicio del proceso de campo | Falta de personal | Lluvia y cambio climático | Realizar planes para cumplir el tiempo de inicio del proceso de campo en lluvia y climas fríos | | |
| Causa 2 | Retraso en la hora de inicio del proceso de campo | Retraso de la cosecha | Lluvia y cambio climático | Realizar planes para cumplir el tiempo de inicio del proceso de campo en lluvia y climas fríos | | |
| Causa 3 | Retraso de la llegada de la fruta al acopio | Mal estado de la vía y puentes | Lluvia y cambio climático | Análisis de rutas desde labores de campo hasta acopio | | |
| Retraso en la Recibida de cajas | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
| Causa 4 | Retraso de la llegada de la fruta al acopio | Mal estado de los vehículos | No se realiza un mantenimiento periódico | Negligencia por parte del dueño del transporte | falta de la parte económica | Planes de mantenimiento centrado en partes más importantes para reducción de costos |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 18. 5 ¿por qué? En la operación de etiquetado.

| Retraso en el etiquetado | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
|---------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|---|
| Causa 1 | Indisciplina del personal | Falta de aptitudes del personal | Falta de análisis de destrezas | Plan de análisis de destrezas y capacitaciones más enfocadas al área de trabajo |
| Causa 2 | Humedad del verde | Exceso de agua | lluvias | Análisis de humedad del verde |
| Causa 3 | Falta de etiquetas con fecha de vencimiento | Mal análisis de insumos necesarios | | Control de insumos más enfocado en artículos faltantes |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 19. 5 *¿por qué? En la operación de clasificación y reempaque.*

| Retraso en la clasificación y reempaque | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
|--|--|---|--|--|
| Causa 1 | Bajo grado de la fruta | Mal desarrollo de la fruta en pre - cosecha | Lluvias y cambios climáticos | Estandarizar la inspección de la Fruta para periodos de cambios Climáticos variantes |
| Causa 2 | Daño de la fruta | Falta de follaje de la cosecha | Cambios Climáticos aberrantes | Estandarizar la inspección de la Fruta para periodos de cambios Climáticos variantes |
| Causa 3 | Mala ejecución de labores | Indisciplina del personal | Falta de capacitación del personal | Realizar planes de capacitación para mejorar la ejecución de las labores |
| Causa 4 | Retraso en el Proceso de Saneamiento de la Fruta | Retraso en Proceso de Virada de Cajas | Falta de análisis de variables no contempladas | Revisar las variables y hacer indicadores que reduzcan la variabilidad |
| Causa 5 | Falta de materia prima | Excesos de rechazo | Presencia de Variables de no calidad | Revisar las variables y hacer indicadores que reduzcan la variabilidad |
| Causa 6 | Daño de la Balanza o pesa | Mantenimiento preventivo no planificado | Solo se toma en cuenta el mantenimiento correctivo | Realizar programas de mantenimiento preventivo |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 20. 5 ¿por qué? En la operación de pesado de cajas.

| Retraso en el pesado de cajas | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
|--------------------------------------|---------------------------|---|--|--|
| Causa 1 | Mala ejecución de labores | Indisciplina del personal | Falta de capacitación del personal | Realizar planes de capacitación para mejorar la ejecución de las labores |
| Causa 2 | Daño de la Balanza o pesa | Mantenimiento preventivo no planificado | Solo se toma en cuenta el mantenimiento correctivo | Realizar programas de mantenimiento preventivo |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 21. 5 ¿por qué? En la operación de paletizado y trazabilidad.

| Retraso en el paletizado y trazabilidad | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | Análisis |
|--|------------------------------------|--|--|--|
| Causa 1 | Falta de personal | Incumplimientos del personal | Problemas personales no contemplados | Análisis situacional del personal |
| Causa 2 | Retraso en el Reempaque y Pesado | Falta de análisis de variables no contempladas | | Revisar las variables y hacer indicadores que reduzcan la variabilidad |
| Causa 3 | Falta de material | Mal análisis logístico | Desconocimiento de material en stock | Análisis de material necesario para la operación |
| Causa 4 | Daño de La Pistola de Trazabilidad | Mantenimiento preventivo no planificado | Solo se toma en cuenta el mantenimiento correctivo | Realizar programas de mantenimiento preventivo |

Elaborado por: Samuel Montoya

Se identifica que la mayoría de causas raíz que generan problemas en la calidad del producto y del rendimiento de las operaciones son causas externas relacionadas con

el cambio climático producido en el país, es por ello que, para disminuir los efectos y generar una mejora en el aprovechamiento del tiempo en las operaciones con cuellos de botella, se debe analizar las variables que afectan a que cada uno de ellos se desarrolle de la forma esperada.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1. Recolección de datos

4.1.1. Descripción de las variables

Con lo visto en el capítulo anterior se encuentran los cuellos de botella en la operación Selección de Fruta, tomándose en cuenta para el retraso de la misma por las variables que se describen a continuación:

Edad a Cosecha: Es el tiempo que la fruta lleva en el periodo de cosecha, el cual, indica la madures fisiología de la misma y que incide principalmente en la calidad física del producto.

Follaje de la cosecha: Es el conjunto de las ramas y tallos cargados de hojas abiertas, de flores y de frutos. El cual afecta en la maduración de la fruta lo que indica que no tenga las características adecuadas para el embarque.

Daño de La Fruta: Variable que se presenta por factores como plagas o lluvias masivas que se dan por cambios de clima erráticos.

Grado de La Fruta: Es el grosor de la fruta, el cual, debe estar entre 50 a 56 milímetros de diámetro, lo que supone un problema por las variaciones del clima lo que genera que el producto no posea el grado adecuado para la venta y exportación.

Para la operación de Recibida de Cajas de Campo existen diversas variables que inciden en el retraso de la misma, las cuales se detallan a continuación:

Lluvia: Factor que incide en el traslado y entrega del producto al acopio, debido al cuidado que hay que tener con la fruta en el transporte de la misma, para cuidar sus características físicas.

Condición de las Vías y Puentes: El estado en que este la vía corresponde una problemática para la llegada de la fruta lo que atrasa el recibimiento del misma ya que obliga

a los transportistas a utilizar rutas alternas para que la fruta no se estropee hasta recibirla en el acopio.

Mal Estado de los Vehículos: No siempre se tiene un correcto cuidado de los vehículos que transportan la fruta los cuales van por parte de los proveedores lo que incide que haya retrasos en la entrega.

Hora de Inicio de Procesos en Campo: Esto se dan por las variables antes mencionadas, además de no se encuentren los recursos adecuados a disposición.

En la operación de Etiquetado existen diversas variables que afectan en el retraso de la misma, las cuales se detallan a continuación:

Humedad del Verde: Es la cantidad de humedad que se puede presentar en la fruta tras las operaciones de campo la cual no debe ser muy abundante para que la etiqueta se adhiera a la fruta.

Etiquetas con Fecha de Vencimiento: Es la etiqueta en la que se coloca la fecha en el cual el producto puede verse dañado por las inclemencias del tiempo y la exposición al aire. Para su colocación se analiza la edad de la cosecha además de características físicas.

Aptitud del Personal: Es la capacidad que tiene el personal para realizar sus labores. Los empleados que no posean altas capacidades pueden generar que no se haga correctamente el trabajo lo que genera una reiteración de acciones.

Indisciplina del Personal: Es el comportamiento inadecuado al momento de realizar la labor de trabajo. Este ocasiona que la actividad se realice de forma incorrecta, que ocurran retrasos y problemas en el proceso.

En la operación de Clasificación y Reempaque existen variables que generan retrasos y cuellos de botella, las cuales se detallan a continuación:

Daño de la Fruta: Variable que se presenta por factores como plagas o lluvias masivas que se dan por cambios de clima erráticos.

Bajo Grado de la Fruta: Es el grosor de la fruta el cual debe estar entre 50 a 56 de diámetro, lo que supone un problema por las variaciones del clima lo que genera que el producto no posea el grado adecuado para la venta y exportación.

Capacitación del Personal: Es el desarrollo del personal en la actividad que desempeñen dentro de la organización, centrado en la mejora de aptitudes y actitudes del mismo. Esta variable influye al no hacer capacitaciones a tiempo a los empleados o que por indisciplina de los mismo no asistas o no presten atención a las indicaciones.

Retraso en Proceso de Virada de Cajas: Demoras no previstas en el proceso de virado de caja.

Retraso en el Proceso de Saneado de la Fruta: Demoras ocasionadas por falla en selección de fruta.

Retraso en el Proceso de Etiquetado: Demoras por las variables antes mencionadas en el Proceso de Etiquetado.

Falta de Material de Empaque: Escases en el aprovisionamiento de material para el empaque.

Daño de la Balanza: Avería no prevista de la balanza.

Para la operación de Pesado de la Caja existen diversas variables que inciden en el retraso de la misma, las cuales se detallan a continuación:

Capacitación del Personal: Es el desarrollo del personal en la actividad que desempeñen dentro de la organización, centrado en la mejora de aptitudes y actitudes del

mismo. Esta variable influye al no hacer capacitaciones a tiempo a los empleados o que por indisciplina de los mismo no asistas o no presten atención a las indicaciones.

Daño de la Balanza (Pesa): Avería no prevista de la balanza.

Para la operación de Paletizado y Trazabilidad existen diversas variables que inciden en el retraso de la misma, las cuales se detallan a continuación:

Falta de Material: Escases de material para realizar las labores de paletizado y trazabilidad.

Retraso en el Reempaque y Pesado: Demoras por las variables antes mencionadas en el Proceso de Reempaque y Pesado.

Falto de Personal: Escases del personal debido a acontecimientos no previstos.

Retraso en La Paletizada: Demoras por las variables antes mencionadas en el Proceso de Paletizado

Daño de La Pistola de Trazabilidad: Avería no prevista de la pistola de trazabilidad.

4.1.2. Tiempos improductivos

Una vez analizadas las variables que inciden en los cuellos de botella de cada una de las operaciones, se procede a calcular los tiempos improductivos que estas mismas generan, con el fin de conocer como estas afectan al desempeño de la producción y a su vez generar propuestas que ayuden a mantener un trabajo normado.

Tabla 22. *Tiempos improductivos en la Selección de fruta*

| <i>Selección de Fruta</i> | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Variabes | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Edad a Cosecha inadecuada | 60 | 12,50 |
| Escases de follaje de la cosecha | 60 | 12,50 |
| Daño de La Fruta | 60 | 12,50 |
| Grado inadecuado de La Fruta | 60 | 12,50 |
| Total | 240 | 50,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 23. *Tiempos improductivos en la Recibida de cajas de campo*

| <i>Recibida de Cajas de Campo</i> | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Variabes | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Lluvia | 60 | 12,50 |
| Condición de las Vías y Puentes | 40 | 8,33 |
| Mal Estado de los Vehículos | 44 | 9,17 |
| Total | 144 | 30,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 24. *Tiempos improductivos en el Etiquetado*

| <i>Etiquetado</i> | | |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Variables | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Humedad del Verde | 30 | 6,25 |
| Etiquetas con Fecha de Vencimiento | 46 | 9,58 |
| Aptitud del Personal | 80 | 16,67 |
| Indisciplina del Personal | 60 | 12,50 |
| Total | 216 | 45,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 25. *Tiempos improductivos en la Clasificación y Reempaque*

| <i>Clasificación y Reempaque</i> | | |
|--|--------------------------------|------------------------------|
| Variables | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Daño de la Fruta | 20 | 4,17 |
| Bajo Grado de la Fruta | 20 | 4,17 |
| Capacitación del Personal | 15 | 3,13 |
| Retraso en el Proceso de Saneamiento de la Fruta | 25 | 5,21 |
| Retraso en Proceso de Virada de Cajas | 25 | 5,21 |
| Retraso en el Proceso de Etiquetado | 216 | 45,00 |
| Falta de Material de Empaque | 20 | 4,17 |
| Daño de la Balanza o pesa | 19 | 3,96 |
| Total | 360 | 75,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 26. *Tiempos improductivos en el Pesado de la caja*

| <i>Pesado de la Caja</i> | | |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| Variables | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Capacitación del Personal | 46 | 9,58 |
| Daño de la Balanza (Pesa) | 50 | 10,42 |
| Total | 96 | 20,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 27. *Tiempos improductivos en el Paletizado y Trazabilidad*

| <i>Paletizado y Trazabilidad</i> | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Variables | Tiempo en 8 h/día (min) | Tiempo Porcentual (%) |
| Falta de Material | 30 | 6,25 |
| Falto de Personal | 25,6 | 5,33 |
| Retraso en el Reempaque y Pesado | 240 | 50,00 |
| Retraso en La Paletizada | 15 | 3,13 |
| Daño de La Pistola de Trazabilidad | 11 | 2,29 |
| Total | 321,6 | 67,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

4.2. Fase mejorar

4.2.1. Determinación de la capacidad de producción

Una vez realizado el balance de carga capacidad del proceso se encuentran las seis operaciones que poseen cuellos de botella debido a las variables antes mencionadas que generan retrasos, es por ello que se realiza una comparación entre el balance inicial y el actualmente propuesto.

Tabla 28. Interpretación de las métricas en la operación de selección de fruta

| Selección de Fruta | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible (CPD) | SKU1 | 34560 | 69120 |
| | SKU2 | 57600 | 115200 |
| | SKU3 | 115200 | 230400 |
| | SKU4 | 57600 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,50 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 29. Interpretación de las métricas en la operación de Recibida de Cajas de Campo

| Recibida de Cajas de Campo | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible (CPD) | SKU1 | 13824 | 69120 |
| | SKU2 | 23040 | 115200 |
| | SKU3 | 46080 | 230400 |
| | SKU4 | 23040 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,2 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 30. Interpretación de las métricas en la operación de etiquetado

| Etiquetado | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible. (CPD) | SKU1 | 17280 | 69120 |
| | SKU2 | 28800 | 115200 |
| | SKU3 | 57600 | 230400 |
| | SKU4 | 28800 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,25 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 31. Interpretación de las métricas en la operación de clasificación y reempaque

| Clasificación y Reempaque | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible. (CPD) | SKU1 | 17280 | 69120 |
| | SKU2 | 28800 | 115200 |
| | SKU3 | 57600 | 230400 |
| | SKU4 | 28800 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,25 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 32. Interpretación de las métricas en la operación de pesado de la caja

| Pesado de la Caja | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible. (CPD) | SKU1 | 34560 | 69120 |
| | SKU2 | 57600 | 115200 |
| | SKU3 | 115200 | 230400 |
| | SKU4 | 57600 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,50 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 33. Interpretación de las métricas en la operación de paletizado y trazabilidad

| Paletizado y Trazabilidad | | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Descripción | Nomenclatura | Inicial | Final |
| Capacidad productiva disponible. (CPD) | SKU1 | 23040 | 69120 |
| | SKU2 | 38400 | 115200 |
| | SKU3 | 76800 | 230400 |
| | SKU4 | 38400 | 115200 |
| Coefficiente de correspondencia para determinar si existe cuellos de botellas | bj | 0,33 | 1,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Analizando las tablas comparativas se puede visualizar como existe una mejora de aprovechamiento del tiempo en cada una de las operaciones, además de que da lugar a que se realice un trabajo estandarizado con el fin de mantener la producción igualada en cada una de las operaciones sin que exista pérdida de capacidad o cuellos de botella.

4.2.2. Trabajo estandarizado

Para que las operaciones se mantengan con una capacidad igualada en todo el proceso productivo y sin que exista cuellos de botella, es necesario la implementación de indicadores que ayuden a tener el trabajo estandarizado tanto para el proceso total como para las operaciones que presentan retrasos por tiempos improductivos

4.2.2.1 Indicadores por operación

En las siguientes tablas se muestra los indicadores que ayudan a corroborar cómo se comportan las operaciones (ver Anexo 3). En estos mismo se detalla tanto la parte inicial y la parte final correspondiente a la mejora.

Tabla 34. *Indicadores de la Selección de fruta*

| <i>Selección de Fruta</i> | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,5 | 1,00 | 0,50 |
| por ciento de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 12,5 | 25,00 | 12,50 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 35. *Indicadores de la Recibida de cajas de campo*

| Recibida de Cajas de Campo | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,2 | 1,00 | 0,80 |
| Porcentaje de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 5,00 | 1,00 | 4,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 75,00 | 375,00 | 300,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 36. *Indicadores del Etiquetado*

| Etiquetado | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,25 | 1,00 | 0,75 |
| Porcentaje de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 4,00 | 1,00 | 3,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 120,00 | 480,00 | 360,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 37. *Indicadores de la Clasificación y Reempaque*

| Clasificación y Reempaque | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,25 | 1,00 | 0,75 |
| Porcentaje de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 4,00 | 1,00 | 3,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 31,25 | 125,00 | 93,75 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 38. *Indicadores de Pesado de la caja*

| Pesado de la Caja | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,5 | 1,00 | 0,50 |
| Porcentaje de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 120,00 | 240,00 | 120,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 39. *Indicadores de Paletizado y Trazabilidad*

| <i>Paletizado y Trazabilidad</i> | | | | |
|---|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
| Porcentaje de eficiencia de la operación | Eficiencia | 0,33 | 1,00 | 0,67 |
| Porcentaje de utilización de la capacidad | Utilización de la Capacidad | 3,00 | 1,00 | 2,00 |
| Producción por hora | Cantidad por hora | 120,00 | 360,00 | 240,00 |

Elaborado por: Samuel Montoya

4.2.2.2. Indicadores por el proceso total

También se diseñó indicadores para analizar el proceso productivo de cada una de las demandas que presenta la empresa en relación al plátano de 50lb.Naked. Para comprender como este se comporta se realiza indicadores para cada una de las demandas y se hace una comparación entre antes de aplicar la mejor y después de aplicarla.

Para mantener el proceso estandarizado se diseñó indicadores que permitan mantener la calidad, así como la capacidad de producción para las cuatro demandas. En la Tabla 40 se puede apreciar la comparación inicial y final de las demandas SKU1, SKU2 y SKU3, mientras que en la Tabla 41 se aprecia la comparación del SKU4.

Tabla 40. *Indicadores de la demanda SKU1, SKU2 y SKU3*

| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
|--------------------------------------|-----------|---------|-------|--------------------|
| Capacidad del proceso | Cp | 1,12 | 1,23 | 0,11 |
| Defectos Por Millón de Oportunidades | DPMO | 308000 | 66000 | 242000 |
| Calidad sigma | Six sigma | 2,07 | 2,21 | 0,14 |

Elaborado por: Samuel Montoya

Tabla 41. *Indicadores de la demanda SKU4*

| DENOMINACIÓN | INDICADOR | INICIAL | FINAL | RECURSO OPTIMIZADO |
|--------------------------------------|-----------|---------|-------|--------------------|
| Capacidad del proceso | Cp | 1,20 | 1,26 | 0,06 |
| Defectos Por Millón de Oportunidades | DPMO | 308000 | 34000 | 274000 |
| Calidad sigma | Six sigma | 2,02 | 2,12 | 0,10 |

Elaborado por: Samuel Montoya

4.2.3. Planes de acción de mejora

4.2.3.1. Plan de capacitación

Lo que se busca con la capacitación es que los trabajadores puedan ayudar a identificar las variables de improductividad, además de mejorar su rendimiento en su puesto de trabajo (ver Anexo 5). La capacitación consta de los siguientes pasos:

- Detectar las variables que generan tiempos improductivos para mejorar el rendimiento y la efectividad del trabajo.
- Presentación de la metodología DIMAIC para que entiendan como esta puede disminuir desperdicios y tiempos improductivos
- Mantenimiento preventivo de la maquinaria

- Dar uso de los indicadores en el plan de producción para conocer los factores de éxito y las variables de improductividad que no se han erradicado.

4.2.3.2. Mantenimiento preventivo

Para mantener la integridad de la maquinaria se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo (ver Anexo 4) por lo menos dos veces al mes, con lo cual, lo primero es la preparación del personal, donde el mismo deberá realizar un diagnóstico de la situación actual de la máquina, acompañado de otras acciones para el correcto funcionamiento durante el proceso productivo:

- Limpieza de la máquina, tanto externa como interna.
- Lubricación de piezas internas.
- Apriete de tuercas y tornillos
- Recambio de componentes desgastados
- Análisis de componentes eléctricos

4.3. Fase controlar

Aplicar los indicadores anteriormente propuestos tanto en el proceso productivo total como por operación para de esta forma controlar que variables improductivas persisten y cuáles ya se están erradicando, además de realizar tareas más arduas en la cosecha, mejorando la comunicación con los proveedores para asegurar que el producto tenga el mejor cuidado posible.

Aplicar hojas de control de defectos en las operaciones de selección de fruta, recibida de cajas de campo, etiquetado, clasificación y reempaque, pesado de la caja de exportación y paletizado – trazabilidad para analizar que variables de improductividad aún se encuentran presentes y en qué medida se han disminuido (ver Anexo 6).

Realizar el ajuste de los indicadores al plan de trabajo aplicando la estandarización del proceso buscando que la mejora se aplique y se mantenga controlando las variables que más inciden en generar los cuellos de botella.

CONCLUSIONES

- Con la metodología Six Sigma acompañada de la estadística y herramientas del control estadístico de operaciones como es las gráficas de control, permite definir medir, analizar y controlar las fallas o errores que se presenten en los procesos productivos, de una forma rápida y eficaz.
- Para la realización del diagnóstico de la organización empleando la metodología DMAIC y el control estadístico de operaciones, acompañada de análisis como es el balance de carga capacidad para conocer si existen cuellos de botella en las operaciones que conforman el proceso productivo en la fase medir. En esta misma se encontró que existen seis operaciones con cuellos de botella que generan retraso en el proceso, mientras que en la fase analizar se hallaron las causas raíz emplean los cinco ¿por qué? Donde las principales causas que influyen en la no calidad del producto son los climas cambiantes y el exceso de precipitaciones, es por ello que se deben analizar las variables que influyen en cada operación para de esta forma eliminarla mediante métodos de control.
- Para realizar la mejora se eliminan los tiempos improductivos, los cuales surgen por las variables de no calidad que generan retrasos y cuellos de botella en las operaciones de selección de fruta, recibida de cajas de campo, etiquetado (ya sea dedo a dedo o por virado), clasificación y reempaque, pesado de la caja de exportación y paletizado – trazabilidad, lo que elimina el 80% de pérdida de capacidad. Al generar los indicadores tanto por operación como por el proceso productivo se realiza una mejora y optimización. En las demandas relacionadas al SKU1, SKU2 y SKU3 existen mejoras de optimización, siendo en la capacidad de 11%, se redujo los defectos por millón de oportunidades en 242000 y hubo una mejora en la calidad de 14%. Por otro lado, en la demanda correspondiente al SKU4 se optimizó la capacidad en un 6%, se

redujo los defectos por millón de oportunidades en 274000 y hubo una mejora en la calidad de 10%. Por otro lado, al generar los indicadores existe una ayuda para mantener un control tanto en las operaciones antes descritas como en el proceso productivo total, encontrando que al generar la propuesta de mejora se puede realizar un estándar del proceso que norma las operaciones y permitan eliminar cuellos de botella.

RECOMENDACIONES

- Realizar un seguimiento de las propuestas planteadas en el proceso productivo para comprobar que exista una disminución de las variables de improductividad, además de reducir los defectos y mantener la satisfacción del cliente.
- Implementar la metodología DIMAIC en los demás productos de la empresa para conocer como el proceso se desenvuelve y que cuellos de botella se generan. También es indispensable actualizar los indicadores periódicamente y aplicarlos en los procesos productivos de todos los productos.
- Se sugiere realizar un estudio de movimientos bimanuales a todos los operarios para la disminución de movimientos innecesarios además de aumentar la producción por operario.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Ramón, R. R. (2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008-2013 (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8766>
- Aquilano, N., Chase, R., & Jacobs, R. (2009). Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. Duodécima Edición-McGraw Hill.
- Arango Serna, M. D., Campuzano Zapata, L. F., & Zapata Cortes, J. A. (2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), 221-233.
- Andrade, J. W. A., Loor, J. W. A., & Loor, J. A. A. (2017). SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE EMPRESAS PRODUCTORAS DE BANANA.
- Barron, F. (2003). Implementación del control estadístico de proceso (gráficas de control) en el área de corte de ensamblés eléctricos (Doctoral dissertation, Tesis) Nuevo León, México. 54-65).
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Productividad y competitividad.
- Céspedes, C. (2004). Calidad de fruta en banano de exportación: algunas implicaciones de manejo (No. C046. 037). Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Crotte, I. R. R. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Tiempo de educar, 12(24), 277- 297. <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
- Estrada-Herrera, I. R., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro-Garza, H., & Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. Agrociencia, 51(8), 813-831. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800813&script=sci_arttext
- García, J. G. (2011). Estadística básica para estudiantes de ciencias. Recuperado de: <http://190.57.147.202:90/xmlui/handle/123456789/996>
- García, M., Ráez, L., Castro, M., Vivar, L., & Oyola, L. (2003). Sistema de indicadores de calidad I. Industrial data, 6(2), 63-65. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81660210.pdf>
- Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 22, 19-35. <https://www.redalyc.org/pdf/2331/233148815002.pdf>
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México DF: Mc Graw Hill Education.

- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K., & Osuna, M. A. G. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro (Vol. 10). Mexico City, Mexico: Pearson.
- Luna González, A. C. (2015). Proceso administrativo. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/39415>
- Marin-Garcia, J. A., Bautista-Poveda, Y., & Garcia-Sabater, J. J. (2014). Etapas en la evolución de la mejora continua: Estudio multicaso. *Intangible capital*, 10(3), 584-618. <https://www.redalyc.org/pdf/549/54932488008.pdf>
- Martínez Ruiz, Héctor (2012). Metodología de la investigación. CENGAGE learning.
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2010). Introducción a la probabilidad y estadística. 13^a. Edición. Recuperado de: <https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/estad2/libros/book5e2.pdf>
- Moreda, P. E. (2020). Ingeniería de Manufactura. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/97916/Documento_completo.pdfPDF_A.pdf?sequence=1
- Navarro, C. E., Merino Gutiérrez, A., Sarmiento, E., & Troncoso Palacio, A. H. (2020). Capacidad de Proceso: Una herramienta de decisión Empresarial en el armado de vallas metálicas. *Boletín de innovación, logística y operaciones*.
- Orozco, R. V. (2017). El impacto del comercio del Banano en el desarrollo del Ecuador. *Revista Afese*, 53, 53. Recuperado de: <https://www.afese.com/img/revistas/revista53/comerbanano.pdf>
- Paz, C., & Gómez, G. (2012). Muestreo de Aceptación. Administración de las Operaciones. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Pazán, E. G., & Flores, J. R. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas y el Uso del Paquete Estadístico R en la Interpretación de las Gráficas de Control. *Espiraes Revista Multidisciplinaria De investigación*, 3(26), 81-87. <https://doi.org/10.31876/re.v3i26.462>
- Pérez Aldáz, G. L. (2017). Control de calidad en el sector del calzado en la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Carrera Organización de Empresas).
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*, 9(76-8). <https://homepage.cem.itesm.mx/amaya.arribas/diferenciascualti-cuant.pdf>
- Presencia, J. (2004). Calidad total y logística. Marge Books.
- Polania Price, J. D. (2019). Realizar un análisis del control de capacidad de proceso en líneas de producto de la empresa manufacturera-Cali. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11742/T08886.pdf;jsessionid=31C4D1F8AF4A41CB15A4B7FBC43AD6C4?sequence=7>

- Ramírez Guanoluisa, V. M. (2010). Estandarización de las Líneas de Ensamble de Productos de la Empresa Metaltronic SA (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2010).
- Rodríguez-Balza, M. Y., Machado-Torrealba, W. S., & Villamarin-Oliveros, A. J. (2019). Muestreo para el control de calidad en el proceso de elaboración de envases metálicos para alimentos. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 20(2), 0-0.
- Rodríguez, J. M. P., & Cotilla, Z. R. (2012). CONSIDERACIONES SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD EN LA INDUSTRIA. UNA EXTENSIÓN A LOS SERVICIOS. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, (2012_10).
- Salazar, C., & Castillo, S. D. (2018). Fundamentos básicos de estadística.
- Suárez Barraza, M. F. (2009). El Kaizen-GP: la aplicación y sostenibilidad de la mejora continua de procesos en la gestión pública. México, D.F, Mexico: Editorial Miguel Ángel Porrúa. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/38230?page=24>.
- Unidad de Planificación Institucional. (2015). DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y MAPA DE PROCESOS. Recuperado de https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/transparencia/procesos_institucionales/descripcion_del_mapa_de_procesos.pdf
- Urrego, M. L. P., Zúñiga, J. S. P., & García, A. C. (2014). La capacidad de procesos como métrica de calidad para características cualitativas. In IX Encuentro internacional de investigadores de la red latinoamericana de cooperacion Universitaria.
- Uribe-Gómez, J. A., & Quintero-Ramírez, S. (2017). Aplicación de los modelos de simulación en entornos productivos bajo la metodología de teorías de las restricciones (Application of Simulation Models Based on the Theory of Constraints in Production Environments). *Revista CEA*, 3(6). Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3519489
- Zambrano-Silva, D., Soto-Chávez, L., & Ugalde-Vicuña, J. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento*, 6(11), 398-411. Recuperado de: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3277/7277>

ANEXO

Anexo 3. Indicadores

| INDICADOR | DENOMINACIÓN | PERIODICIDAD | RESPONSABLE | FÓRMULA | UNIDAD DE MEDIDA |
|------------------------------------|---|--------------|------------------------------|--|------------------|
| Eficiencia | Porcentaje de eficiencia de la operación | Semanal | Supervisor de campo y acopio | $Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva} * 100$ | % |
| Utilización de la Capacidad | porcentaje de utilización de la capacidad | Semanal | Supervisor de campo y acopio | $\%UC = \frac{1}{bj} = \frac{Carga}{fondo\ productivo\ disponible}$ | % |
| Cantidad por hora | Producción por hora | Semanal | Supervisor de campo y acopio | $Cantidad\ por\ hora = \frac{Cant\ producida}{1\ hora}$ | Unidades/hora |
| Cp | Capacidad del proceso | Semanal | Supervisor de campo y acopio | $Cp = \frac{ES - EI}{6\sigma}$ | Variación |
| DPMO | Defectos Por Millón de Oportunidades | Semanal | Director de calidad | $DPMO = \frac{Num.\ total\ de\ uni.\ con\ defector * 1000}{Num.\ de\ uni.\ en\ la\ muestra * Num.\ de\ oportunidades}$ | Cantidad |
| Six sigma | Calidad sigma | Semanal | Director de calidad | $Nivel\ Sigma = \min\left(\frac{LES - Promedio}{\sigma}, \frac{Promedio - LEI}{\sigma}\right)$ | Cantidad |

Anexo 4. Ficha de mantenimiento

| MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | |
|---|-------------|------------------------|
| Agrocaribe S.A. | | Reporte Técnico No. |
| | | Fecha: |
| | | Responsable: |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | |
| NOMBRE: | MARCA: | MODELO: |
| DIAGNÓSTICO | | |
| HORA INICIO: | HORA FINAL: | DURACIÓN: |
| FALLA ENCONTRADA | | |
| | | |
| DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS | | |
| | | |
| CAMBIOS DE PARTES O REPUESTO | | |
| Cantidad | Descripción | Observación |
| | | |
| OBSERVACIONES | | |
| | | |

Anexo 5. Plan de capacitación

| PLAN DE CAPACITACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---------------|
| N.º | TEMAS | PERSONAL DIRIGIDO | SEMANAS | | | | | | | | | | | | Observaciones |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 1 | Detectar las variables que generan tiempos improductivos para mejorar el rendimiento y la efectividad del trabajo. | Todo el personal del acopio | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | Presentación de la metodología DIMAIC para que entiendan como esta puede disminuir desperdicios y tiempos improductivos | Todo el personal del acopio | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 3 | Mantenimiento preventivo de la maquinaria | Operarios | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 4 | Dar uso de los indicadores en el plan de producción para conocer los factores de éxito y las variables de improductividad que no se han erradicado. | Todo el personal del acopio | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |

Anexo 6. Control de operaciones

| HOJA DE CONTROL DE VARIABLES IMPRODUCTIVAS | | | | | | | | |
|---|------------------|----------------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| Operación | | | | Fecha | | | | indicador |
| Demanda | | | | Responsable | | | | |
| N.º | Variables | TIEMPO IMPRODUCTIVO | | | | | | OBSERVACIONES |
| | | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | TOTAL | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |