

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE
UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

Bach. CAMAYO GARCIA JUAN DANIEL

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO – PERÚ

2021

MG. ANTHONY CHRISTIAN MONTERO ESTRELLA
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo mi madre que es la persona que me brinda el soporte para los logros y metas obtenidas a lo largo de mi existencia, a mis hermanos que me dieron el apoyo moral para poder concluir la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por iluminar y guiar mi vida y llegar a estas instancias.

A mis padres que, con la motivación y soporte, influyeron mucho para lograr mis metas y objetivos personales que he logrado y seguiré logrando.

A mi asesor por sus conocimientos y la buena disposición para la realización y culminación del presente trabajo.

El autor

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

MG. SAUL VALERIANO SANTIVANEZ BERNARDO
JURADO

ING. JORGE FRANKLIN GARCIA CUBA
JURADO

ING. SANDRO ENRIQUE RUIZ BUSTAMANTE
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

1. PORTADA.....	i
2. HOJA CON EL NOMBRE DE LOS ASESORES.....	ii
3. DEDICATORIA.....	iii
4. AGRADECIMIENTO.....	iv
5. HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO.....	v
6. ÍNDICES.....	vi
7. RESUMEN	x
8. ABSTRACT	xi
9. INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I.....	15
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación.....	19
1.3.1. Práctica.....	19
1.3.2. Científica.....	20
1.3.3. Metodológica.....	20
1.4. Delimitaciones.....	21
1.4.1. Espacial.....	21
1.4.2. Temporal.....	21
1.4.3. Económica.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23

2.1. Antecedentes.....	23
2.2. Marco conceptual.....	28
2.3. Definición de temimos	41
2.4. Hipótesis.....	45
2.5. Variables	45
2.5.1 Definición conceptual de la variable.....	45
2.5.2 Definición operacional de las variables	46
2.5.3 Operacionalización de la variable	50
CAPÍTULO III.....	51
METODOLOGÍA	51
3.1. Método de investigación	51
3.2. Tipo de investigación	51
3.3. Nivel de investigación	51
3.4. Diseño de la investigación	52
3.5. Población y muestra	53
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.7. Procesamiento de la información.....	54
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	55
3.9. Desarrollo de la implementación.....	55
3.9.1 Etapa: definir	55
3.9.2 Etapa: medir.....	61
3.9.3 Etapa: mejorar.....	71
3.9.4 Etapa: controlar.....	82
CAPÍTULO IV.....	83
RESULTADOS.....	83
4.1. Análisis descriptivo	83
4.2. Análisis inferencial	86
CAPÍTULO V.....	90
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA N° 01:** Lista de causas de la baja productividad
- TABLA N° 02:** Énfasis en six sigma y lean para el procesamiento de hipotecas
- TABLA N° 03:** Medida del nivel six sigma
- TABLA N° 04:** Frecuencia de fallas en el área de producción
- TABLA N° 05:** Diagrama de Análisis del proceso productivo
- TABLA N° 06** Número de unidades producidas
- TABLA N° 07** Tiempos de ciclo por procesos
- TABLA N° 08** Tiempo de ciclo de la actividad número 3
- TABLA N° 09** Porcentaje de tiempo no utilizado
- TABLA N° 10:** Demoras en el proceso productivo
- TABLA N° 11** Demoras inevitables por semana
- TABLA N° 12** Cálculo de la productividad antes de la mejora
- TABLA N° 13** Cantidad de productos defectuosos antes de la mejora
- TABLA N° 14** Descripción de unidades defectuosas
- TABLA N° 15:** Tiempo de ciclo después de la mejora
- TABLA N° 16** Diagrama de Análisis de Proceso Productivo
- TABLA N° 17** Cantidad de unidades producidas después de la mejora
- TABLA N° 18** Cálculo de cantidades en base al tiempo nuevo de ciclo
- TABLA N° 19** Porcentaje de tiempo no utilizado
- TABLA N° 20** Resultados de la productividad después de la mejora
- TABLA N° 21** Porcentaje de mejora de las unidades producidas
- TABLA N° 22** Descripción de unidades defectuosas
- TABLA N° 23:** Gráfico de control de después de la mejora
- TABLA N° 24:** Análisis estadístico de la variable productividad
- TABLA N° 25:** Análisis estadístico - dimensión eficiencia
- TABLA N° 26:** Análisis estadístico - dimensión eficacia
- TABLA N° 27** Análisis estadístico para la hipótesis general
- TABLA N° 28** Análisis estadístico para la hipótesis específica 01
- TABLA N° 29** Análisis estadístico para la hipótesis específica 02

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA N° 01:** Participación de productos en las ventas de la empresa
- FIGURA N° 02:** Diagrama de Ishikawa del área de producción
- FIGURA N° 03:** Énfasis en six sigma y lean para el procesamiento de hipoteca
- FIGURA N° 04:** Estructura de las herramientas lean six sigma
- FIGURA N° 05:** Ejemplo de mapa de flujo valor
- FIGURA N° 06:** Cuadrante de la productividad
- FIGURA N° 07:** Organigrama de la empresa
- FIGURA N° 08:** Mapa de flujo de valor del proceso de harina de maca
- FIGURA N° 09:** Diagrama de Pareto del área de producción
- FIGURA N° 10:** Plano de la planta
- FIGURA N° 11:** Gráfico de control de unidades defectuosas
- FIGURA N° 12:** Implementación de maquinaria
- FIGURA N° 13:** Plano de la planta después de la mejora
- FIGURA N° 14:** Gráfico de Análisis de Regresión Lineal
- FIGURA N° 15:** Índice de productividad
- FIGURA N° 16:** Gráfico del resultado de la variable productividad
- FIGURA N° 17:** Gráfico del resultado de la eficiencia
- FIGURA N° 18:** Gráfico del resultado de la eficacia

RESUMEN

La investigación responde al siguiente problema general: ¿De qué manera influyó la metodología lean six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial? Siendo el objetivo general: Determinar de qué manera influyó la metodología lean six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial y la hipótesis que se debe contrastar es: La metodología Lean Six Sigma influyó significativamente para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial, así también se utilizó el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel explicativo con un diseño no experimental de corte longitudinal. La población estuvo conformada por la producción de la harina de maca durante los 3 meses de estudio en la empresa agroindustrial, la muestra fue de tipo no probabilístico por conveniencia y estuvo conformada de igual manera de las 13 semanas de producción de la empresa, de esta manera de acuerdo al cuadro estadístico de productividad, se puede mostrar que la media de la productividad antes de la aplicación de la metodología lean six sigma fue de 0.8404 y esta esa línea la media después a la aplicación de la metodología obteniendo un valor de 0.9320, aceptando que la metodología Lean Six Sigma influye significativamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Palabras claves: Lean Six Sigma, Productividad, Producción.

ABSTRACT

The research responds to the following general problem: How does the lean six sigma methodology influence to increase productivity in the production area of an agro-industrial company? The general objective being: To determine how the Lean Six Sigma methodology influences to increase productivity in the production area of an agro-industrial company and the hypothesis that must be contrasted is: The Lean Six Sigma methodology significantly influences to increase productivity in the production area of an agro-industrial company.

The scientific method is used, the type of research is applied, explanatory level with a non-experimental design of longitudinal cut. The population is made up of 10 employees from the production area of the Moliavila company, the sample is non-probabilistic for convenience and is made up of 10 employees from the production area.

Keywords: Lean Six Sigma, Productivity, Production.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones del sector industrial han ido evolucionando a través del tiempo con la finalidad de mantenerse y ser cada vez más competitivos en el mercado. De esta manera han ido mejorando su productividad, y para lograr ello, las empresas desarrollan e implantan diferentes técnicas y metodologías que mejoren no solo la cantidad de producción sino también la calidad de los productos o servicios que ofrecen, una de estas herramientas más importantes y relevantes que generan resultados efectivos es la metodología lean six sigma. Su aplicación reside en la reducción de costos, reducción de tiempos y movimientos y fidelización de los clientes los cuales son parte fundamental de toda organización. De esta manera las empresas agroindustriales, logran mejorar sus procesos, optimizar sus recursos y reducir desperdicios en el área de producción.

Por ello el objetivo de la metodología es determinar cómo influye la metodología lean six sigma en la mejora de la productividad del área de la empresa agroindustrial, empresa en la cual se puede ver como los problemas de productividad genera retrasos y no conformidades en la producción, por lo cual se aplica la metodología lean six sigma, utilizando las herramientas necesarias para solucionar los problemas identificados

La presente investigación está desarrollada en cinco capítulos:

CAPITULO I: Se describe la realidad problemática y se formula el problema, así como la delimitación, justificación, y objetivos de este estudio.

CAPITULO II: Se presenta el marco teórico de la investigación que incluye los antecedentes tanto nacionales como internacionales, de la misma manera las bases teóricas y el marco conceptual que contienen todas las teorías y conceptos de autores relacionadas a la metodología estudiada.

CAPITULO III: Se especifica la metodología empleada, método, tipo, nivel y diseño, así como la población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

CAPITULO IV: Se presenta en esta sección los resultados de la investigación.

CAPITULO V: Esta sección comprende la discusión de resultados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

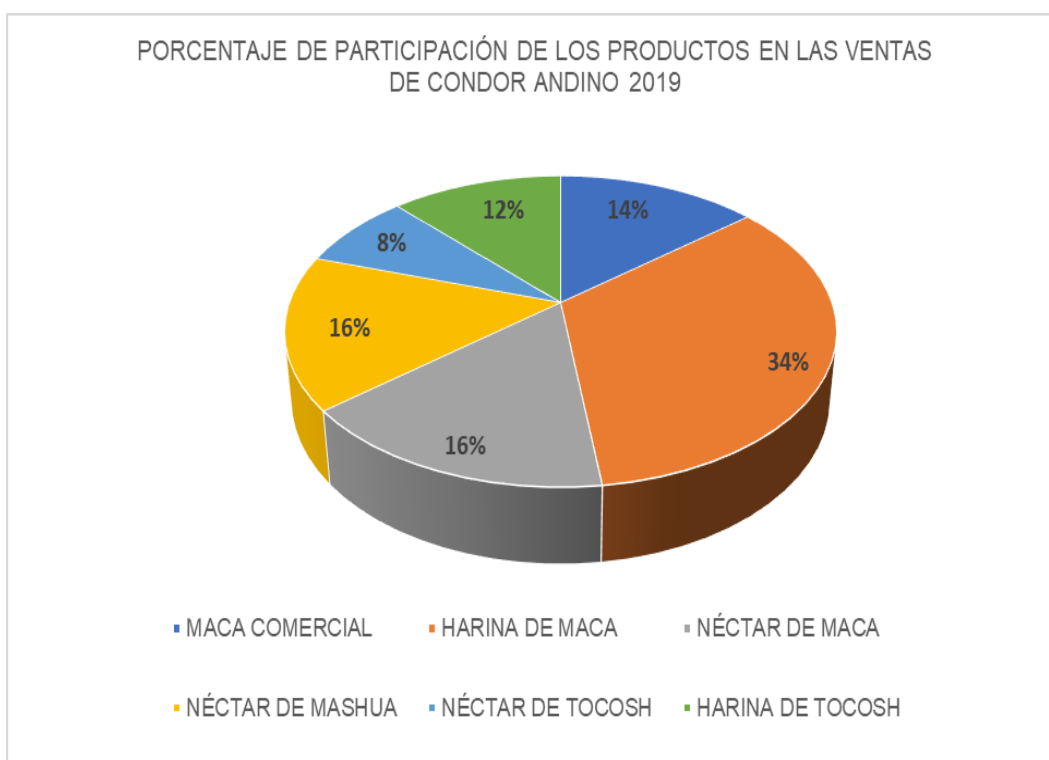
1.1. Planteamiento del problema

Actualmente las empresas adoptan formas y tamaños distintos de acuerdo con distintos factores como son; la satisfacción de sus clientes, demanda de sus productos o servicios, disponibilidad de recursos, procesos y materias primas. Estas empresas buscan resaltar sobre la competencia en un mercado muy competitivo, por esta razón buscan la mejora continua dentro de todos sus procesos para obtener competitividad y rentabilidad en un mercado nacional e internacional que día a día es más agresivo. Por esta razón las empresas están obligadas a utilizar diversos tipos de estrategias y metodologías para obtener beneficios, dado que las condiciones de trabajo cambian constantemente en un mercado globalizado. Lean six sigma es una de las metodologías más valoradas a nivel mundial, porque puede influir de manera directa en la productividad de una empresa, utilizando herramientas idóneas de acuerdo con el problema identificado en la organización, debido a que se puede actuar de manera veloz y eficiente sobre los problemas detectados, con acciones correctivas en procesos determinados con previo análisis.

La empresa agroindustrial Moliavila inicia sus labores en el año 1999 en el departamento de Junín, distrito de Carhuamayo que es considerado como la capital de genética y mundial de la maca, la cual es la materia prima de los productos que ofrece la empresa al mercado local y nacional. En la actualidad

la empresa viene desarrollando sus actividades en la ciudad de Huancayo, con 10 trabajadores distribuidos en las áreas de logística, producción, administración y finanzas. Ofreciendo al público diversos productos derivados de la maca como son maca comercial, harina de maca, néctar de maca, néctar de tocosh y néctar de mashua. Moliavila tiene como producto estrella a la harina de maca debido a que genera más ventas a comparación de los otros productos y por ende genera mayores ganancias para la empresa, durante el año 2019 obtuvo el 34% de las ventas totales (ver figura N° 01).

FIGURA N° 01: Participación de productos en las ventas del año 2019

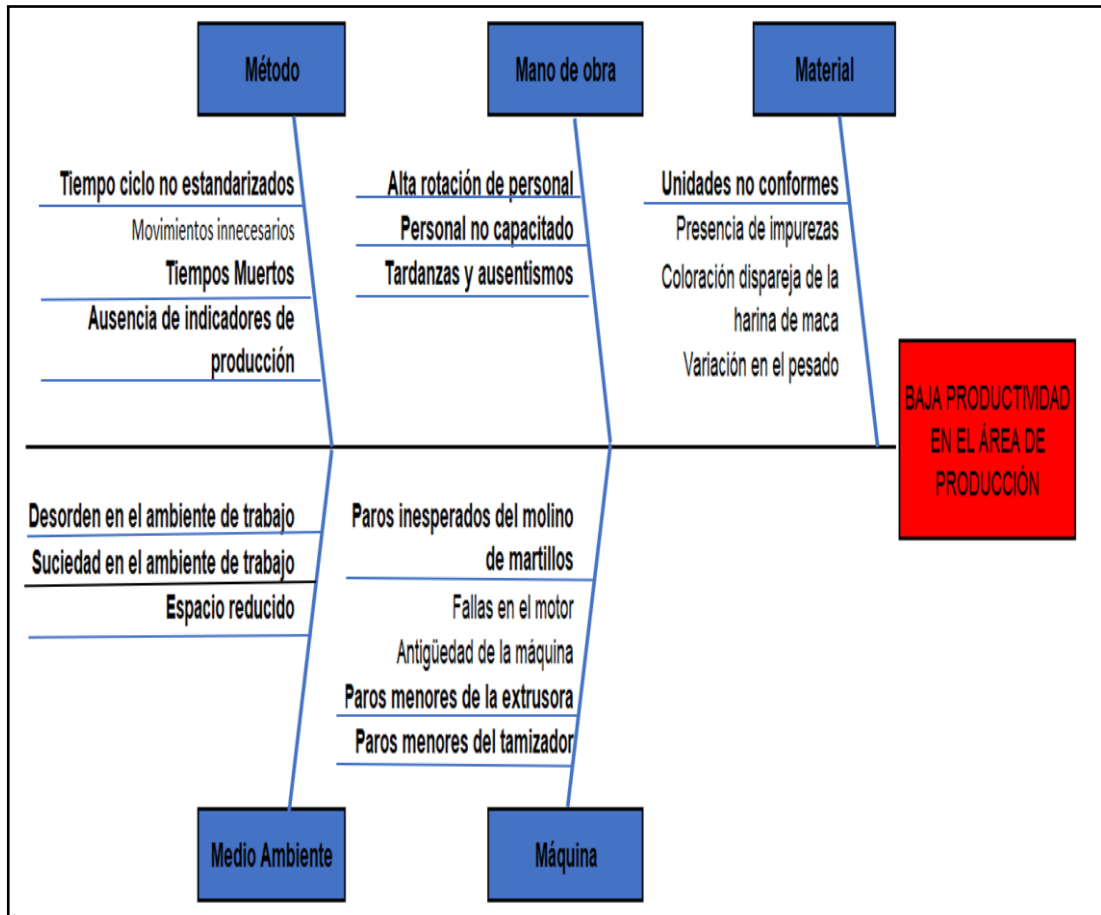


Fuente: Elaboración propia

Específicamente en la línea de producción de la harina de maca se puede evidenciar una baja productividad, a pesar de que este producto genera mayores ventas e ingresos para la empresa. Para el diagnóstico y determinación de los problemas se utilizó el diagrama de Ishikawa junto con

el método de las 5 M dónde se evaluó cómo la mano de obra, método, material, medio ambiente y máquina, que influyen y afectan a la productividad en el área de producción (ver figura N° 02).

FIGURA N° 02: Diagrama de Ishikawa del área de producción



Fuente: Elaboración propia

Como observa en la figura en la figura N° 02 se llegó a identificar las causas de la baja productividad bajo el análisis del diagrama de Ishikawa que se utilizó para identificar los problemas, los cuales se le asigna un código y la descripción que se presentan en la tabla N° 01.

TABLA N° 01: Lista de causas de la baja productividad

Código	Descripción de las causas	Efecto
Ca.1	Falta de estandarización de tiempos de producción	Baja productividad
Ca.2	Tiempos Muertos	
Ca.3	Ausencia de indicadores de producción	
Ca.4	Alta rotación de personal	
Ca.5	Tardanzas y ausentismos	
Ca.6	Personal no capacitado	
Ca.7	Unidades no conformes	
Ca.8	Desorden en el ambiente de trabajo	
Ca.9	Suciedad en el ambiente de trabajo	
Ca.10	Espacio reducido	
Ca.11	Paros inesperados del molino de martillos	
Ca.12	Paros menores de la extrusora	
Ca.13	Paros menores del tamizador	

Fuente: Elaboración propia

De esta manera la empresa aplicó la metodología lean six sigma con la finalidad de reducir la frecuencia de las causas que origina la baja productividad en el área de producción utilizando las herramientas idóneas para obtener resultados que generan rentabilidad y competitividad a la empresa.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la metodología lean six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿En qué medida influye la metodología lean Six sigma en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial?
- ¿En qué forma influye la metodología lean Six sigma en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial?

1.3. Justificación

La empresa molinera, en busca de la mejora continua dentro de todos sus procesos productivos, viene realizando estudios de tiempos y movimientos y evaluación de costos en los diferentes procesos de sus distintos productos y en especial la producción de maca comercial, con el fin de optimizar sus procesos productivos, cumpliendo con las metas de la empresa; para de esta manera incrementar los niveles productivos. Es por ello por lo que en el presente estudio se realizará una evaluación de los diferentes procesos productivos de la empresa en mención, en especial el proceso de tostado de maca con la finalidad de reducir los costos de producción.

1.3.1. Práctica o Social

La presente investigación, es de carácter netamente aplicativo, es decir las organizaciones pueden utilizar las herramientas establecidas en la presente investigación y de esta manera generar un beneficio social común entre las empresas y trabajadores, socialmente permite demostrar que estas técnicas ayudan a mejora a las empresas que se dedican a la producción de bienes y

que para solucionar problemas dentro de sus procesos y de esta manera generar rentabilidad, utilizando los recursos de manera óptima y adecuada.

1.3.2. Científica o Teórica

Mediante la investigación realizada se refuerza los conceptos ya establecidos en el lean six sigma, en este caso se hace uso de herramientas que permitieron brindar ciertas mejorías en los diversos procesos en las empresas agroindustriales, con la aplicación de la metodología lean six sigma buscó determinar las causas inmediatas que generan una baja productividad del área de producción, es por esto, que esta investigación buscará mejorar los procesos de producción de la harina de maca, de acuerdo a los problemas encontrados se aplicaran las herramientas de la metodología lean six sigma.

1.3.3. Metodológica

La presente investigación propuso una metodología apropiada en el manejo de herramientas establecidas en el lean six sigma, como por ejemplo se trabajó la reducción de tiempos a través de herramientas lo cual permitió tener un fundamento científico y metodológico, así también elaboración de presente trabajo permitirá el uso de métodos científicos y situaciones que pueden ser corroboradas por la ciencia como el estudio de tiempos y movimientos, después de haber demostrado su efectividad podrán ser utilizados por otros trabajos de investigación sobre mejoras en el proceso productivo y la reducción de costos de producción.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se llevó a cabo en la empresa agroindustrial Moliavila que se encuentra ubicado en Huari, en la ciudad de Huancayo.

1.4.2. Temporal

La investigación dará comienzo desde el mes de mayo del año 2020 hasta finales del mes octubre del 2020, encontrando el problema de la investigación y planteando las mejoras respecto a la producción de harina de maca.

1.4.3. Económica

La investigación será financiada por el investigador y se contará con el apoyo de la gerencia de la empresa molinera.

1.5. Limitaciones

En el desarrollo de la tesis se presentaron dificultades por la falta de disposición de los encargados de la empresa, para brindar información ya sea por sus ocupaciones laborales, por el poco interés o confiabilidad en los resultados de la investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera influye la metodología lean six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Demostrar en qué medida influye la metodología lean six sigma en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.
- Verificar de qué forma influye la metodología lean six sigma en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

Narvaez (2019), en su tesis *“Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en lean six sigma a la empresa D’ Max Sports S.A.S fabricante de calzado”* Universidad Autónoma de Occidente – Colombia.

Su objetivo fue aplicar un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas lean six sigma para una empresa fabricante de calzados masculino en la ciudad de Cali. La investigación fue de tipo aplicada y de nivel pre-experimental. La investigación concluye que la productividad aumento de 90 unidades a 113 unidades con un tack time de 4,08 minutos por unidad logrando aumentar la productividad, con la utilización de la herramienta layout en el área de desbaste, para un mejor flujo de materiales entre áreas de trabajo y condiciones de trabajo para los colaboradores.

Guerra (2019), en su tesis *“Mejora de procesos mediante metodología lean six sigma aplicada a una línea de manufactura de amortiguadores electromagnéticos”* Universidad Nacional Autónoma de México – Ciudad de México.

El objetivo de esta investigación fue de dar solución a la baja productividad y controlar los procesos de la empresa Thyssenkrup Bilstein Of America con la aplicación de la metodología lean six sigma. La investigación concluye con

una reducción del 67.86% de pérdida de tiempo lo cual mejora la productividad en la organización.

Pilla (2019), en su tesis *“Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálicas Pillapa”* Universidad Técnica de Ambato – Ecuador.

Su objetivo fue realizar una mejora de los procesos productivos aplicando la metodología six sigma en la empresa metálicas Pillapa. La investigación fue de tipo aplicada y de nivel pre – experimental, además de ello se trabajó con una muestra de 12 carrocerías terminadas en 4 meses. La investigación concluye en qué la línea de producción de carrocerías se mejoró en un 15% con la metodología six sigma eliminando tiempos muertos y desperdicios en el proceso de armado de estructura y en el proceso de forado exterior.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Espinoza y Lequernaque (2019), en su tesis *“Aplicación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de crudo Panafoods S.A.C.”* Universidad Cesar Vallejo – Perú.

Su objetivo fue aplicar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de crudo de la empresa Panafoods S.A.C. El tipo de investigación es aplicada y de nivel pre experimental con pre – prueba y post – prueba, la muestra es la línea de producción de crudo de la empresa Panafoods, en un espacio de 3 meses de pre – prueba y 3 meses de post – prueba. La investigación concluye que se logró la mejora de la productividad, por medio del diagnóstico de despilfarros o actividades que no generan valor

y la aplicación de las herramientas con el objetivo de mejorar el proceso continuamente, los indicadores de productividad incrementaron de 3.99 cajas/hora a 6.16 cajas/hora.

Huaman (2017) en su tesis “Implementación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. Ate 2017.” Universidad Cesar Vallejo – Perú.

El objetivo de la investigación fue determinar que la implementación de la metodología lean manufacturing mejora la productividad en el área de fabricación de la empresa Resemin S.A., el tipo de investigación es aplicada, el nivel es descriptivo y el diseño es pre experimental con pre – test y post – test, la población está conformada por la producción semanal de 12 semanas y la muestra es igual a la población. La investigación concluye que antes de la implementación la empresa producía 53.7 piezas en 12 semanas, con la implementación de la metodología lean manufacturing se incrementaron a 65.9 piezas, lo que se traduce en un incremento de 30% en la productividad.

Calderón (2020) en su tesis “Implementación de la metodología lean six sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos” Universidad Ricardo Palma – Perú.

El objetivo de la investigación fue implementar la metodología lean six sigma para la mejora de la productividad en una empresa de plásticos. El tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es descriptivo y el diseño cuasi – experimental, la población está conformado por el registro de

productividad de la empresa del año 2018 y la muestra es el registro de la productividad de la línea de la planta de plásticos del año 2018. La investigación concluye con el uso de la herramienta DMAIC, 5s y trabajo estándar se logró mejorar la productividad, teniendo una productividad inicial de 0.90 kg en producto/kg de MP a 0.96 kg en producto/kg de MP con un ahorro de 60 gr lo cual al mes se traduce en 11,112.94 kg de materia prima en ahorro.

2.1.3 Antecedentes locales

Díaz (2018) en su tesis “Lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción de calzados de cuero” Universidad Peruana los Andes – Junín.

El objetivo de la investigación fue determinar de qué manera influye la metodología lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Valores Industriales S.R.L. La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño pre experimental, la población está compuesta por 650 modelos de calzados de la empresa Valores Industriales S.R.L. y la muestra fue seleccionada al criterio de la investigadora, lo cual este compuesto por 30 modelos. La investigación concluye que la implementación de a metodología lean manufacturing influye significativamente para mejorar la productividad de la empresa de calzados de 73% a un 93% con la aplicación de la herramienta

Soto (2016) en su tesis “Diagnóstico de productividad en la línea de producción de hojuelas de la empresa Glisep S.A.C. utilizando la metodología

six sigma” Universidad Continental – Junín.

El objetivo de la investigación fue determinar la relación entre el indicador de efectividad y el nivel six sigma en la empresa Glisep S.A.C. La investigación es de tipo aplicada, y el nivel de investigación es correlacional con una población de 3 unidades de producción y la muestra que es la cantidad de producción semanal de hojuelas en la empresa. La investigación concluye que el indicador de productividad y el nivel sigma se relacionan de manera directa, la toma de tiempos demuestra que ambas variables son dependientes.

Caballero (2017) en su tesis “Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Rif Nike Jauja, 2017” Universidad Continental – Junín.

El objetivo de la investigación fue implementar la metodología 5s para mejorar la productividad en la empresa Rif Nike, la investigación es de tipo aplicada, el nivel es explicativo y el diseño pre experimental, la población del estudio está conformado por 25 trabajadores de la empresa Rif Nike y la muestra es de 15 trabajadores del área de producción. La investigación concluye que la aplicación de la metodología 5s incrementó la productividad en un 20% el área de producción de la empresa Rif Nike, todo esto con el compromiso y participación no solo de gerencia sino también de todos los trabajadores del área operativa.

2.2 Marco conceptual

Lean six sigma

Existen muchas definiciones de la metodología lean six sigma, a continuación, entre las definiciones más resaltantes podemos describir los siguientes:

Según Socconini (2015, p.10) define que lean six sigma es una filosofía de trabajo que se enfoca en la satisfacción de los clientes, utilizando herramientas estadísticas y administrativas para mejorar favorablemente los productos y servicios de una organización.

Según Rajesh y Philip (2008, p. 55) menciona que anteriormente lean y six sigma eran metodologías en competencia, debido a que six sigma no actúa sobre la velocidad, flujo continuo y mudas en los procesos, mientras que lean no es capaz de resolver problemas de variabilidad en los procesos, es por esto que es necesario la combinación de estos dos enfoques para un flujo continuo de los procesos, calidad y a menor costo de producción para mayor rentabilidad de las organizaciones a través de sus fases DMAIC

Según Madariaga (2013, p.8) define como una metodología que se utiliza para la eliminación de desperdicios que son hallados en los procesos productivos de una empresa con un nuevo modelo de organización y gestión para la mejora continua de procesos persiguiendo el aumento de la calidad, eficiencia y eficacia, actuando directamente sobre las personas, máquinas, materiales y métodos de trabajo.

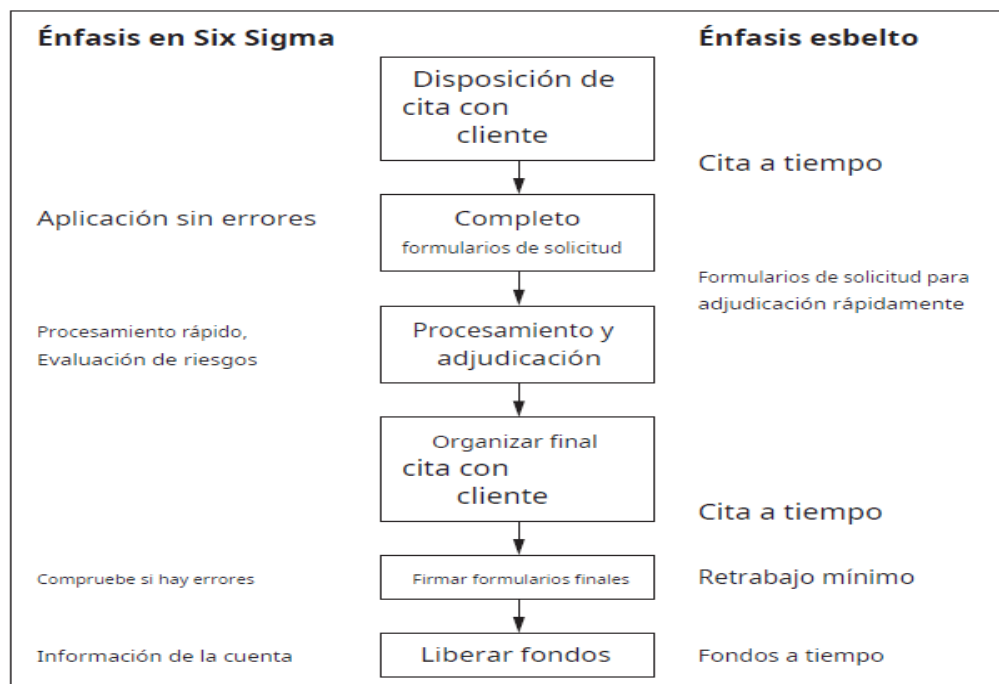
Según Bruce (2005, p.9) lo define como un proceso continuo y sistemático de diagnóstico y eliminación de variaciones y desperdicios en las actividades que

no agregan valor en los procesos de producción de una empresa con las herramientas idóneas de acuerdo con el problema identificado.

Importancia de la metodología lean six sigma

De acuerdo con Alastair (2005, p.11) la importancia de la metodología lean six sigma reside en que las herramientas six sigma está enfocado en corregir los procesos, reduciendo las fallas o defectos de los productos o servicios. Mientras que el enfoque lean se centra en agilizar los procesos. La importancia de estos dos enfoques se puede resumir como: “Reducir el tiempo de entrega de los productos o servicios que ofrece una empresa sin fallas o defectos para el cliente”. A continuación, se muestra un ejemplo de la interconexión de ambos enfoques en la Figura N°03.

FIGURA N° 03: Énfasis en six sigma y lean para el procesamiento de hipotecas



Fuente: (Alastair, 2005)

Estructura de la metodología lean six sigma

Según Vizán y Hernández (2013, p.17) afirma que la estructura de la metodología lean six sigma es un sistema con diferentes dimensiones que se enfoca principalmente en la eliminación de desperdicios con la aplicación de técnicas y métodos para acciones de mejora de sistemas de producción como se puede verificar en la tabla N° 2.

TABLA N° 02: Énfasis en six sigma y lean para el procesamiento de hipotecas

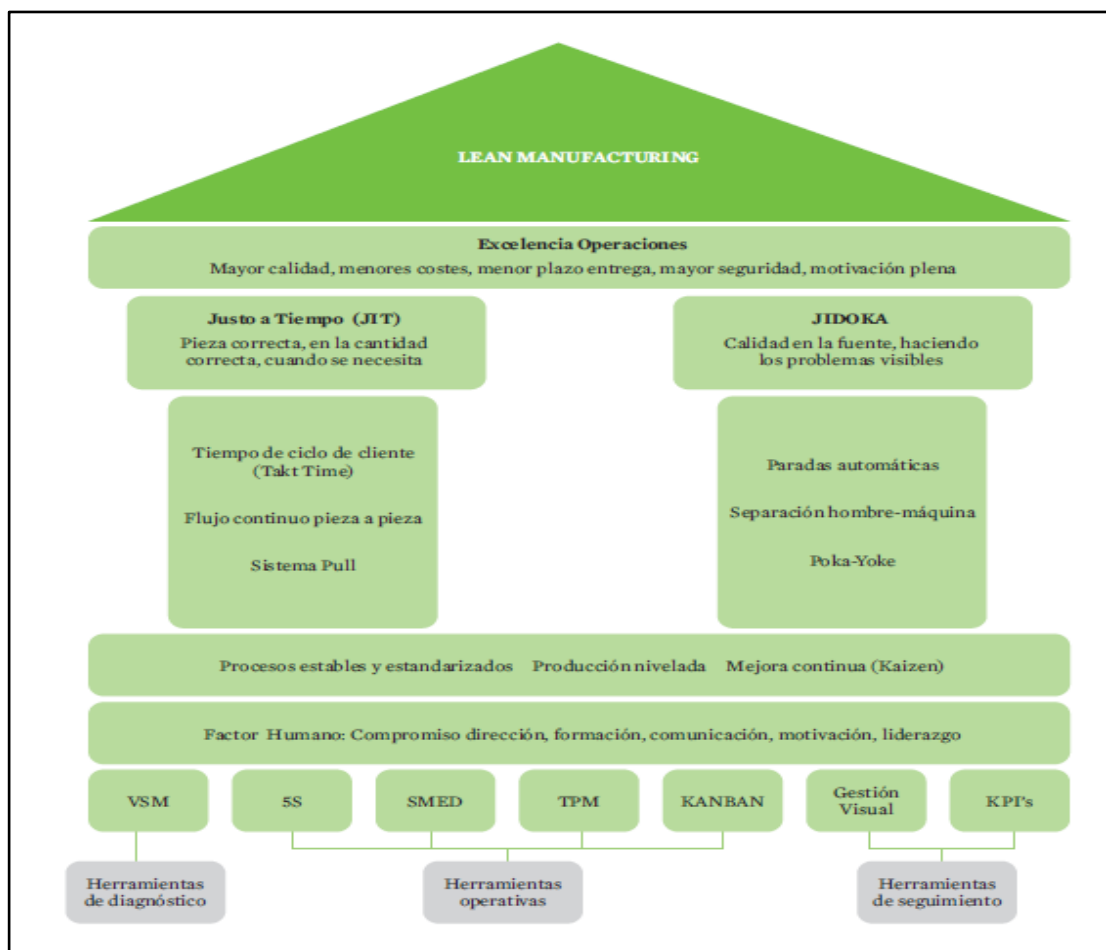
TABLA 2 Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos	
• Las 5 S	• Orientación al cliente
• Control Total de Calidad	• Control Estadístico de Procesos
• Círculos de Control de Calidad	• Benchmarking
• Sistemas de sugerencias	• Análisis e ingeniería de valor
• SMED	• TOC (Teoría de las restricciones)
• Disciplina en el lugar de trabajo	• Coste Basado en Actividades
• Mantenimiento Productivo Total	• Seis Sigma
• Kanban	• Mejoramiento de la calidad
• Nivelación y equilibrado	• Sistema Matricial de Control Interno
• Just in Time	• Cuadro de Mando Integral
• Cero Defectos	• Presupuesto Base Cero
• Actividades en grupos pequeños	• Organización de Rápido Aprendizaje
• Mejoramiento de la Productividad	• Despliegue de la Función de Calidad
• Autonomación (Jidoka)	• AMFE
• Técnicas de gestión de calidad	• Ciclo de Deming
• Detección, Prevención y Eliminación de	• Función de Pérdida de Taguchi

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Técnicas lean six sigma

Según Vizán y Hernández (2013, p.34) afirma que lean six sigma se materializa con una amplia diversidad de técnicas las cuales son diferentes y se han implementado con mucho éxito en empresas de distintos sectores y tamaños. Las técnicas de esta metodología pueden implementarse de manera individual, complementaria o conjunta de acuerdo con el problema de cada caso. La implementación debe de ejecutarse de acuerdo con un previo diagnóstico y posterior a ello con una hoja de ruta de idónea, entre las técnicas o herramientas más destacadas podemos mencionar la figura N°4.

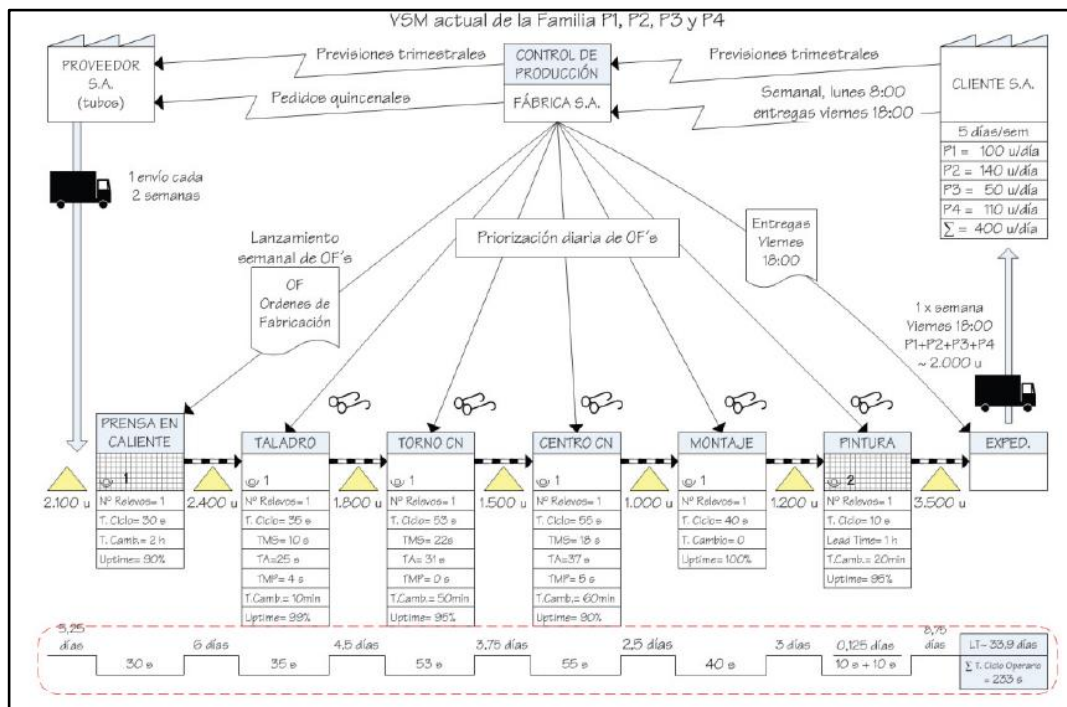
FIGURA N° 04: Estructura de las herramientas lean six sigma



Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Mapa de flujo valor: Es la metodología que sirve para el diagnóstico y definición la hoja de ruta de la implementación de la metodología lean six sigma, sirve para identificar cadenas de valor y fallas en los procesos productivos, facilita la identificación de actividades que no generan valor con el fin de eliminarlas y generar la productividad, a continuación, se muestra un ejemplo de la herramienta en la figura N° 5.

FIGURA N° 05: Ejemplo de mapa de flujo valor



Fuente: (Madariaga Neto, 2013)

5 S: Técnica que hace referencia a la implantación de los principios de orden y limpieza en la organización de manera metodológica, esta herramienta se define por cinco palabras: eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar y generar

hábitos, para crear una cultura de orden, limpieza, higiene y seguridad en la empresa.

SMED: Es una metodología que componen un conjunto de técnicas cuyo objetivo es reducir tiempos de preparación de máquinas, lo cual se logra estudiando a detalle los procesos e incluyendo cambios en la máquina, materia prima, herramientas entre otros, para disminuir los tiempos de preparación, todo esto para la eliminación de ajustes y estandarización de las operaciones.

Mantenimiento productivo total TPM: Es una herramienta dirigida a eliminar averías en los equipos y maquinaria de una organización, para esto TPM se propone como objetivos; maximizar la eficacia de las maquinarias, desarrollar un mantenimiento productivo implicando de manera activa a todas las áreas y talento humano de la empresa.

Six sigma: Es una herramienta de calidad que se utiliza para la mejora de procesos o productos, su objetivo es eliminar o reducir las fallas o defectos de los productos o servicios, como máximo 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), cabe resaltar que el valor six sigma equivale a una tasa de eficiencia de 99,99966%, solucionando problemas de variabilidad desde su origen, para ello aplica cinco etapas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Kanban: Es un sistema de control basado en tarjetas para señalar un flujo de producción estandarizado, es una herramienta para asegurar la alta calidad y producción de un lote justo y en el momento oportuno. La aportación de esta

herramienta es conseguir reaprovisionamiento de los productos vendidos, para así evitar stocks no deseados.

Estandarización: Esta herramienta tiene como objetivo la eliminación de despilfarros y la reducción de variaciones en los procesos, sirve para mejorar la eficiencia, estableciendo estándares de trabajo para realizar tareas repetitivas. Se centra en la interacción del operario con la máquina, los materiales y el tiempo.

Es una herramienta indispensable para controlar los movimientos cíclicos de los operarios en el cual se controla la variable del tiempo.

Just in time: Esta herramienta sirve para fabricar la cantidad que se necesite en el momento en que se necesite, utilizando el mínimo de materia prima, insumos y mano de obra para evitar la sobre producción que puede traducirse en pérdidas para la empresa, en conclusión, esta herramienta busca cumplir con los pedidos de los clientes, teniendo en cuenta la demanda del mercado.

Etapas de la metodología lean six sigma

Herrera y Fontalvo (2011, p.9) afirma que para la implementación de la metodología lean six sigma se debe de involucrar las necesidades del cliente, identificar procesos y sus relaciones, para ello se requiere de las siguientes etapas:

Definir:

En esta etapa inicial se realiza un diagnóstico del proceso productivo para identificar las actividades críticas que afectan a la productividad, esto ayuda a

definir los objetivos y el alcance de la implementación, para ello se utilizarán herramientas como: la ficha de fallas y defectos, diagrama de Pareto y mapa de flujo valor.

Medir:

En esta etapa se realiza la recolección de datos de los procesos productivos de la empresa para una mejor evaluación cuantitativa de la principal variable que es la productividad, y tomar de referencia y punto de partida las posibles mejoras, para esta etapa se utilizaron la ficha de toma de tiempos y ficha de unidades producidas.

Mejorar:

En esta etapa se debe de mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso productivo, con el desarrollo de nuevas técnicas que sean efectivas para la optimización de los recursos de la empresa. En esta etapa se utilizarán las herramientas propias de la metodología lean six sigma, las cuales son el six sigma, TPM y estandarización.

Controlar:

En esta etapa permite verificar la eficacia de los diferentes cambios que sufre el proceso a través de la etapa anterior que es la mejora, utilizando los indicadores que muestren el nivel de desempeño del proceso productivo, para ello se utiliza los gráficos de control, además se medirá la productividad, que

es igual a la eficiencia por la eficacia, esto servirá para medir el resultado de la influencia de la metodología lean six sigma sobre la productividad.

En resumen sobre las etapas lean six sigma, en primera instancia, se definen los procesos productivos, analizando las causas que originan una baja productividad, en segunda instancia, se mide los problemas que se han identificado en la etapa anterior, tercero, se implementa las herramientas de la metodología lean six sigma de acuerdo a los problemas detectados del proceso productivo los cuales generan una baja productividad y por último se controlará los resultados del anterior proceso con la ayuda de indicadores de la herramienta six sigma.

Productividad

Según Gutiérrez y De la Vara (2009, p.7) define a la productividad como la relación de la producción entre los medios empleados, es el cociente de los resultados entre los recursos utilizados.

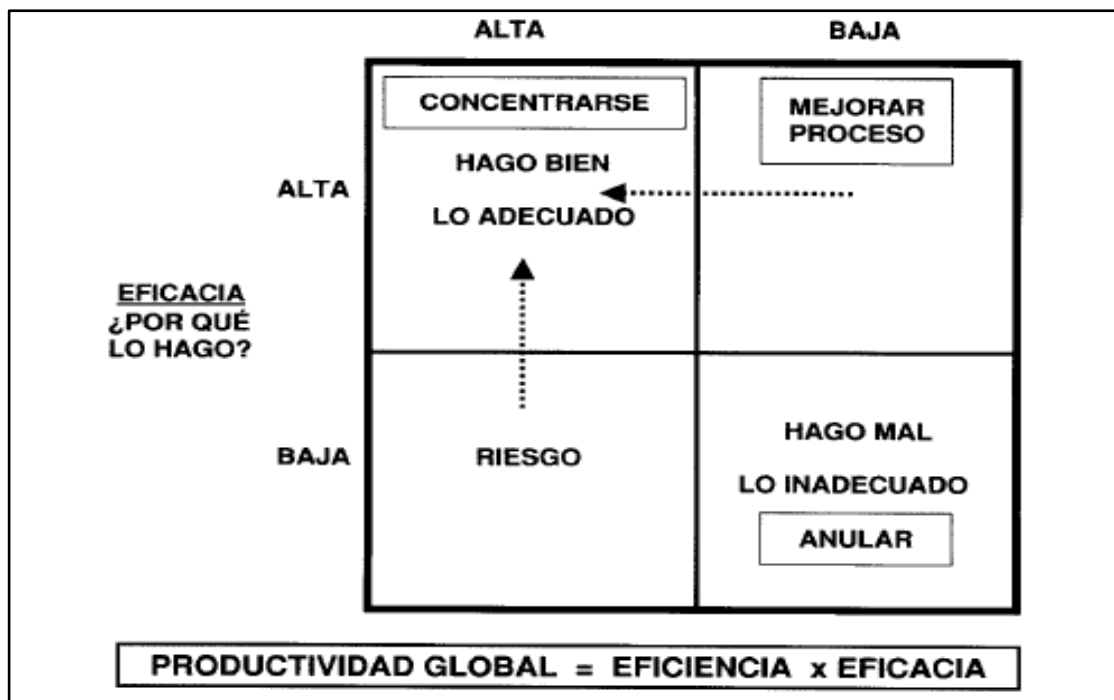
De acuerdo con Niebel (2009, p.2) define a la productividad desde un punto de vista económico e industrial como la cantidad de bienes y servicios producidos entre los factores utilizados, que pueden ser mano de obra, materia prima, equipos y maquinaria, todo ello durante un tiempo determinado.

Según Reyes (2014, p.13) define que es la producción entre los insumos utilizados, se puede usar para valorar y realizar la medición para extraer cierto producto o servicio de los insumos de una empresa. La medición de la

productividad es muy importante para entender el desempeño de los procesos operativos de una organización.

De acuerdo con Pérez (2004, p.127) define a la productividad como lo que se produce entre la menor cantidad de recursos consumidos para contribuir a los objetivos de una empresa, también es el producto de la eficiencia por la eficacia, a continuación, se puede ver la interacción de estos dos factores en la figura N° 6.

FIGURA N° 06: Cuadrante de la productividad



Fuente: (Pérez Fernández de Velasco, 2004)

Eficiencia

Según Gutiérrez y De la Vara (2009, p.7) es la relación entre los productos terminados y los recursos utilizados. Se puede mejorar optimizando recursos

y reduciendo tiempos muertos por fallas en el equipo, falta de insumos, retrasos, entre otros factores.

Según Pérez (2004, p127) define a la eficiencia como las salidas por las entradas de un proceso es igual a la relación entre la cantidad de producción y los recursos consumidos, menciona que un proceso es eficiente cuando se optimiza los recursos utilizados para producir bienes o servicios.

Eficacia

Según Gutiérrez y De la Vara (2009, p.7) es el nivel con el cual las actividades planeadas son ejecutadas y los productos o servicios pronosticados se obtienen, la mejora de la eficacia se obtiene con la reducción de fallas o defectos en los procesos.

Según Pérez (2004, p.127) define a la eficacia como el nivel de aporte a los objetivos de la organización, una acción eficaz es cuando se logran objetivos tácticos, se identifica con la contribución para la gestión de la calidad y la satisfacción de los clientes de las empresas

Medida del nivel six sigma

Según Herrera y Fontalvo (2011, p.17) afirman que la medida del nivel six sigma en una empresa, nos expresa la variabilidad de un proceso con respecto a los parámetros de la empresa o por los requerimientos establecidos por los clientes. En la tabla N° 3 se puede determinar el nivel sigma de acuerdo con el rendimiento obtenido del proceso, antes de ello se tendrá que encontrar el resultado de los defectos por oportunidad, y posterior a ello se podrá ubicar

en la tabla de conversión sigma de acuerdo al rendimiento del proceso productivo.

TABLA N° 03: Medida del nivel six sigma

Rendimiento	Nivel del Sigma	DPMO
6.680	0.00	933200
8.455	0.13	915450
10.56	0.25	894400
13.03	0.38	869700
15.87	0.50	841345
19.08	0.63	809200
22.66	0.75	773400
26.59	0.88	734050
30.85	1.00	691462
34.50	1.10	655422
38.20	1.20	617911
42.10	1.30	579260
46.00	1.40	539828
50.00	1.50	500000
69.10	2.00	308538
84.10	2.50	158655
93.30	3.00	66807
94.79	3.13	52100
95.99	3.25	40100
99.40	4.00	6210
99.98	5.00	233
99.99966	6.00	3.4

Fuente: (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011)

Medida de desempeño del nivel six sigma

Según Herrera y Fontalvo (2011, p.19) nos indican que el cálculo del nivel sigma, indica la cantidad de defectos que tiene el proceso productivo de la organización por cada millón de oportunidades, además de ellos también indicará el número de sigma que corresponde el cual está en el intervalo del 0σ al 6σ al cual pertenece el proceso productivo de acuerdo con la proporción

que muestra la tabla N° 3. Para poder realizar el cálculo del nivel sigma, se requiere de las siguientes fórmulas:

- Cantidad de DPO (defectos por oportunidad):

Donde:

D= Cantidad de defectos observados en la muestra

U= Cantidad de unidades en la muestra

O= Oportunidad de defectos por unidad

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

- Yield %: Para determinar el desempeño del proceso productivo se necesita el resultado de la fórmula DPO, después de obtener ese resultado, se puede realizar la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Yield \%} = (1 - DPO) \times 100$$

El resultado de esta fórmula se asocia a la columna del rendimiento de la tabla N° 3, de acuerdo con el rendimiento obtenido se determinará el nivel sigma para el proceso productivo.

2.3 Definición de términos

Productividad:

Según Agustín (2021, p. 80) define como una administración eficiente de los recursos de una organización en la producción de bienes o servicios, desde el enfoque industrial, no solo se considera los productos o servicios terminados, sino también considera la satisfacción de los clientes, lo cual se refleja en la calidad del producto o servicio que ofrece la organización en el mercado.

En los procesos de fabricación de productos intervienen materiales y tiempos de ejecución que son necesarios para ejecutar los procesos de transformación de la materia prima a un producto terminado, en el cual también interviene la mano de obra, equipos y maquinaria industrial.

Como indicador se puede afirmar que la productividad es una ratio que mide el nivel de aprovechamiento de todos los factores que están involucrados a la hora de darle el valor agregado a la materia prima, para ello es necesario controlar la productividad, si la productividad de una empresa es mayor, menores serán los costos de producción, por lo tanto, se generará el aumento de la rentabilidad y a la vez mayor competitividad dentro del mercado.

En la productividad de una organización, intervienen una gran cantidad de factores, algunos factores están fuera de su control, mientras que otros factores si están controlados por ella, siendo estos últimos factores en los que

se deben actuar para lograr incrementar la rentabilidad de la empresa en un periodo establecido.

Uno de los recursos más importantes de una empresa es el factor mano de obra, es indispensable estudiar la actividad humana para definir los patrones de cada puesto de trabajo, además de estandarizar procedimientos y normas para controlar una producción eficiente en la empresa.

Eficiencia

Según Gutiérrez y De la Vara (2009, p. 25) define: Qué la palabra eficiencia tiene origen en el término del idioma latino *efficientia* y hace referencia la capacidad de obtener resultados óptimos

La eficiencia, está asociado a los recursos disponibles de una organización de manera óptima para obtener un resultado. Se trata de la capacidad de llegar un objetivo establecido en el menor tiempo posible y utilizando la cantidad de recursos necesarios para el proceso, lo que se traduce en una optimización de los procesos de una organización.

La idea de eficiencia se encuentra en distintos ámbitos y materias. En la Física, por ejemplo, la eficiencia está asociada con el vínculo entre la energía que se utiliza y la energía que se aprovecha en un proceso o sistema.

Principalmente el concepto de eficiencia hace referencia a aquellos recursos que se utilizan para lograr objetivos, los cuales se clasifican en recursos humanos, materiales, técnicos o tecnológicos y financieros, la forma en la que estos recursos que son empleados y los resultados a los que se han obtenido,

si estos recursos hayan sido aprovechados de manera óptima, mayor será la eficiencia del proceso.

La eficiencia se puede definir de acuerdo con el rubro de la organización en la que se aplica. Si se aplicará en la ingeniería industrial hace referencia al uso correcto y menor cantidad de recursos para obtener un objetivo determinado, este indicador viene a ser la relación $E=(RA/RE)$, donde; E=eficiencia, RA=recurso asignado y RE=recurso empleado.

Eficacia

Según Reyes (2015, p. 61) define: el término eficacia se centra en el logro de metas y objetivos desde el enfoque interno de una empresa. Consiste en completar las actividades de los procesos productivos de una empresa en un tiempo establecido, también se puede decir que es la relación entre los esfuerzos y los resultados obtenidos.

En lo general toda empresa buscará obtener los mejores resultados para una mayor rentabilidad y competitividad, para ello no solo se debe de tomar en cuenta a la eficiencia que es el máximo aprovechamiento de los recursos, sino también se debe tomar en cuenta la importancia de la eficacia que se centra en la calidad del producto o servicio que ofrece la empresa, esto se traduce en productos conformes que cumplan con los parámetros de calidad establecidos por el área de producción, por lo tanto, la eficacia también aporta a la competitividad a la empresa frente al mercado.

Tiempo útil: Según Madariaga (2020, pág. 80) afirma que es el tiempo utilizado para generar la producción de un servicio o producto terminado, sin

tomar en cuenta los tiempos que no generan valor al proceso productivo de la empresa.

Calidad: Según Madariaga (2020, pág. 25) define a la calidad como un conjunto de características de los productos o servicios de una empresa, el parámetro de calidad tiene en cuenta los aspectos de seguridad y fiabilidad que ofrece la empresa frente a los competidores del mercado.

Optimizar: Según Madariaga (2020, pág. 166) afirma que es la forma de obtener mejores resultados en un proceso, con mayor eficiencia y eficacia en el desempeño de una actividad.

Variabilidad: Según Ishikawa (1994, pág. 144) define que son las causas que afectan a los procesos y ocasionan variación en el producto o servicio, se puede decir que la variabilidad controlada cuando el producto o servicio cumple con los parámetros establecidos por la organización

Estudio de tiempos: Según Niebel (2009, pág. 350) afirma que es el establecimiento de un tiempo estándar, esto puede determinarse mediante el uso mediciones de trabajo, estimaciones y registros históricos, anteriormente los profesionales en el rubro tenían más confianza en las estimaciones y cálculos empíricos como un medio de determinación de estándares, sin tomar en cuenta registros históricos de producción y mucho menos la técnica de medición de trabajo en el cual se incluye, no solo el tiempo para realizar una tarea sino también los suplementos y holguras por retrasos del personal y la fatiga que conlleva el trabajo a diario.

Los estándares de tiempos y movimientos establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia de los procesos, de lo contrario conducirá a la empresa a costos altos, inconformidades en el personal y posiblemente fallas a nivel general de la empresa.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La metodología Lean Six Sigma influye significativamente para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- La metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.
- La metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

2.5 Variables

2.5.1 Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X):

Metodología lean Six sigma

Herrera & Fontalvo (2011, pág. 4) definen al lean six sigma como un conjunto de herramientas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño, logrando que la organización comprenda las necesidades de los clientes, identificando

y eliminando aspectos críticos que afectan a los procesos, de esta manera se podrá reducir los defectos a la mínima parte por millón.

Variable dependiente (Y):

Productividad

Según Niebel (2009, pág. 2) afirma que la productividad es la relación entre la cantidad de producción y los recursos utilizados dentro de los procesos para obtener el producto final de acuerdo con las horas de trabajo que invierte una empresa.

2.5.2 Definición operacional de las variables

Variable independiente (X):

Metodología lean Six sigma

Neuman & Cavanagh (2002, pág. 16) define al lean six sigma como una medida del nivel de defectos de la producción. Mientras el nivel sigma de un proceso sea mayor, la calidad de los productos o servicios serán mejores.

Dimensiones:

Definir

Se contarán las fallas encontradas en el área de producción y se utilizará la fórmula de frecuencia de fallas sobre la sumatoria total de frecuencia de fallas.

$$\frac{\text{Frecuencia de fallas}}{\sum \text{total de frecuencias de fallas}} \times 100\%$$

Medir

Se medirá el porcentaje del tiempo empleado del proceso productivo que no se utiliza, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{TR - TU}{TR} \right) \times 100\%$$

TU: Tiempo utilizado

TR: Tiempo real

Analizar

La productividad se calculará hallando la eficiencia y eficacia del proceso, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Fuente: (Niebel , 2009)

Para calcular el nivel sigma se requiere del DPO y se hallará con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel Sigma} = (1 - \text{DPO}) \times 100\%$$

Fuente: (Neuman & Cavanagh, 2002)

Mejorar

Para hallar el porcentaje de mejora se requiere determinar la cantidad de unidades producidas antes y después de la mejora con la siguiente formula:

$$\left(\frac{UPDM - UPAM}{UPAM} \right) \times 100\%$$

UPDM: Unidades producidas mejoradas después de la mejora

UPAM: Unidades producidas antes de la mejora

Controlar

Con el objetivo de verificar la cantidad de variación de la productividad después de la mejora de la implementación, se hallará el nuevo porcentaje de productividad, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Desperdicio} = \text{prod. Defect.} / \text{prod. Total} \times 100$$

Fuente: (Niebel , 2009)

Variable dependiente (Y):

Productividad

El indicador de productividad se obtiene del producto de la eficiencia y la eficacia del proceso.

$$\text{Productividad} = (\text{Eficiencia}\% \times \text{Eficacia}\%)$$

Fuente: (Niebel , 2009)

Dimensiones

Eficiencia

La eficiencia del proceso se calculará obteniendo los datos de los tiempos empleado y real, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$$

Fuente: (Niebel , 2009)

Eficacia:

La eficacia se hallará con los datos de las unidades conformes y unidades producidas, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades producidas}} \times 100\%$$

Fuente: (Niebel , 2009)

2.5.3 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA	(Socconini, 2015) definen al lean six sigma como al conjunto de herramientas que busca eliminar los aspectos críticos del proceso para la reducción de desperdicios en el área de producción.	(Bruce,2005) define al Six sigma como las cantidades de defectos y desperdicios que se encuentran en los procesos, para su reducción o eliminación.	DEFINIR	% de Frecuencia de fallas	$\frac{\text{Frecuencia de fallas}}{\sum \text{total de frecuencias}}$	%
			MEDIR	% de tiempo no utilizado	$\left(\frac{TR - TU}{TR} \right) \times 100\%$ TU = Tiempo utilizado TR = Tiempo real	%
				Nivel Sigma	Nivel Sigma = (1 - DPO) x100% DPO = Defectos Por Oportunidad	%
			MEJORAR	% de mejora	$\left(\frac{UPDM - UPAM}{UPAM} \right) \times 100\%$ UPDM= Unidades Producidas Después de la Mejora UPAM= Unidades Producidas Antes de la Mejora	%
			CONTROLAR	Productividad	(Eficiencia x Eficacia)	%
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	(Niebel , 2009) Define a la productividad como el nivel de eficiencia que tienen los recursos invertidos en la producción.	(Niebel , 2009) Es el Indicador obtenido del producto de eficiencia y eficacia.	EFICIENCIA	eficiencia	$\frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$	%
			EFICACIA	eficacia	$\frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades producidas}} \times 100\%$	%

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación

El Método Científico, que consiste en formular cuestiones o problemas sobre la realidad, con base en la observación de la realidad y la gestión de la calidad, en anticipar soluciones a estos problemas y en contrastarlas o verificar con la misma realidad estas soluciones a los problemas, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis. El método de investigación es por observación científica ya que es por percepción directa del objeto a investigar para conocer la realidad mediante la percepción, además es consistente y está orientada hacia un objetivo.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada ya que se encuentra orientada a resolver un problema, a través de los conocimientos adquiridos en este campo de la investigación y deberá ser aplicable en este sector de la industria. Cabe resaltar que la mayoría de las investigaciones industriales son de este tipo.

3.3 Nivel de investigación

La investigación es de carácter explicativo, ya que utilizará conocimientos ya aplicados en una realidad particular. En cuanto al nivel de la investigación esta será Descriptivo-explicativo.

3.3.1 Nivel Descriptivo

Por tener como propósito describir, exactamente las actividades y procesos productivos de la empresa agroindustrial de manera sistemática, completa y cuantitativa con el fin de mejorarlas o determinar que procesos u operaciones pueden ser optimizados.

3.3.2 Nivel explicativo

Por tener relación causal ya que no solo busca describir el problema sino también encontrar las causas, con el propósito de explicar un fenómeno y la verificación de las hipótesis causales y explicativas. Respondiendo la pregunta ¿por qué? Con la finalidad de explicar el comportamiento de la variable productividad en función a la variable lean six sigma; aquí se planteará una relación de causa efecto, cumpliendo criterios de causalidad, con un control metodológico y estadístico.

3.4 Diseño de investigación

Para el diseño de la investigación, se empleó una investigación pre experimental ya que se utilizó las variables de manera directa, es decir no se realizó algún tipo de modificación a la variable, más si se manejó o aplico de acuerdo con la naturaleza de la investigación, por tal razón se encontró una relación entre ambas variables que permitió demostrar su influencia correspondiente.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

En esta investigación la población es finita, por lo tanto, está conformada por toda la producción de harina de maca empaquetada de la empresa Agroindustrial en los 6 meses de estudio.

3.5.2 Muestra

Se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, tomando en cuenta los periodos comprendidos después de la mejora realizada, es decir 13 semanas en calidad de muestra.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La unidad por medir fue la variable dependiente es decir la productividad antes de la implementación de la metodología en mención, los cuales se consiguieron con la información proporcionada por la empresa agroindustrial, también fue necesario comparar la productividad después de la implementación, para lo cual se hizo uso de la información de la empresa ya antes mencionada, para lo cual fue necesario realizar un estudio de tiempos, una lista de verificación, un diagrama de análisis y procesos.

3.6.1 Instrumento de análisis documental

Para obtener los datos de los tiempos de producción antes de la implementación, como para después de la implementación de la metodología se utilizará:

- Ficha de estudio de tiempos
- Tablas de Excel
- Formatos de supervisión

3.7 Procesamiento de la información

Primero se realizará una observación detenida a las diferentes áreas de producción de la empresa agroindustrial para luego realizar el estudio adecuado respecto a los procedimientos y sus respectivos procesos.

El instrumento que se utilizará será fundamentalmente el estudio de tiempos para posteriormente hacer la evaluación de la producción.

El estudio de tiempos es un formato creado para realizar la toma de tiempos en los diversos procesos de cualquier tipo de industria con la finalidad de optimizar los diversos procesos productivos.

Una vez elaborado el estudio de tiempos en las diferentes áreas de la empresa podremos determinar cuál o cuáles serán las opciones óptimas para la mejora respecto a los procesos productivos de la empresa.

Con los datos y la información recopilada, se procedió a analizar los mismo, para realizar las respectivas gráficas de las tablas y ver los resultados obtenidos y comprobar las hipótesis de la investigación.

3.8 Técnicas y análisis de datos

Primero se procederá con la descripción y resumen de los datos obtenidos después de la evaluación de todas las áreas del proceso productivo de la empresa.

Con las muestras de los datos obtenidos se analizará la evaluación de la producción. Se midió la influencia entre las variables, posteriormente se realizó un análisis de estas.

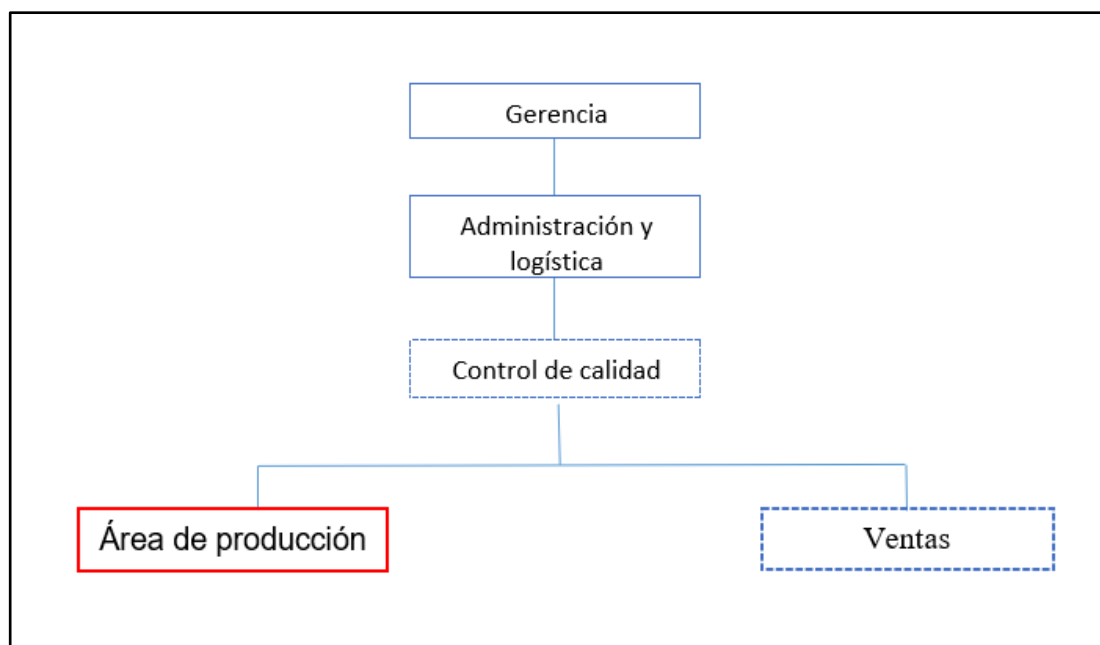
3.9 Desarrollo de la metodología lean six sigma

3.9.1 Etapa: Definir

En este primer paso del desarrollo de la metodología lean six sigma se realizó el área de aplicación de la empresa agroindustrial, se muestra el organigrama, dónde se detalla las áreas de la empresa y se seleccionó el área dónde mayor influencia tiene la baja productividad, ya que la metodología lean six sigma se enfoca en la mejora del proceso, la reducción de tiempos y movimientos, además de la mejora de la calidad del producto final.

En la figura N° 7 se muestra las áreas de la empresa agroindustrial y las áreas que la componen, en el recuadro rojo se menciona el área de producción, que es el área que se seleccionó para la implementación de la metodología lean six sigma.

FIGURA N° 07: Organigrama de la empresa

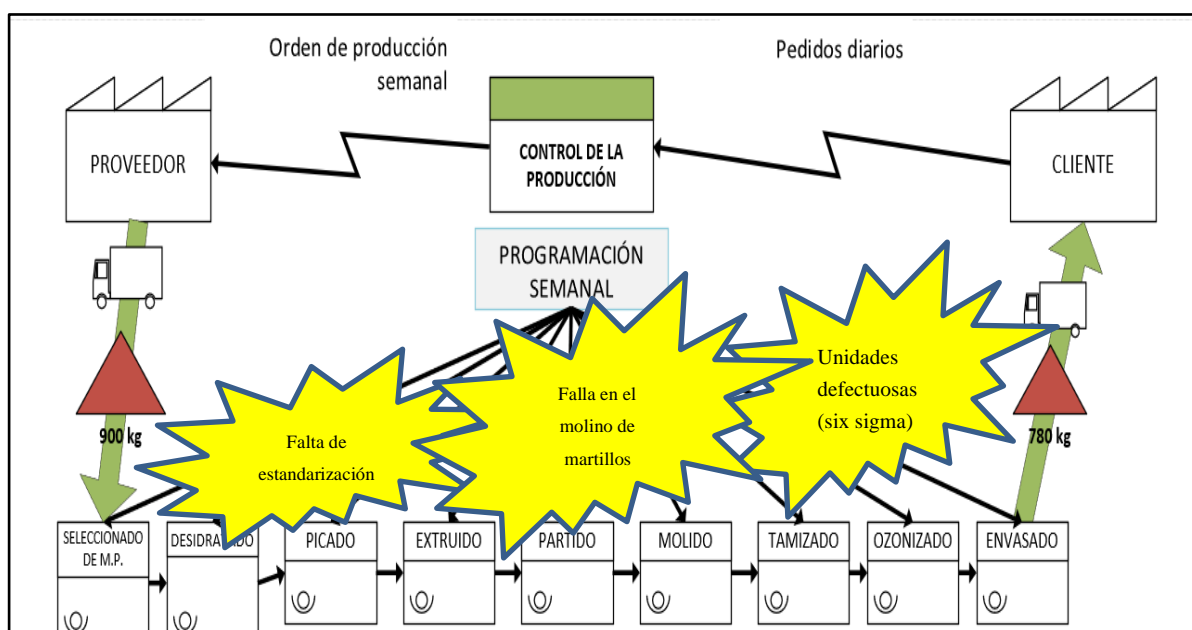


Fuente: Elaboración Propia

Proceso productivo

Se esquematizó las actividades que desarrolla la empresa en el área de producción, dónde se desarrolló el proceso de la harina de maca en el cual se representó de manera gráfica las actividades que la empresa agroindustrial ejecuta para obtener el producto final, utilizando la herramienta lean six sigma el cual es el mapa de flujo de valor, ver la figura N° 7, herramienta que ayudó a graficar e identificar en que actividad se encuentran la causas que generan la baja productividad, para posteriormente actuar sobre los problemas identificados con las herramientas la metodología lean six sigma.

FIGURA N° 08: Mapa de flujo de valor del proceso de harina de maca



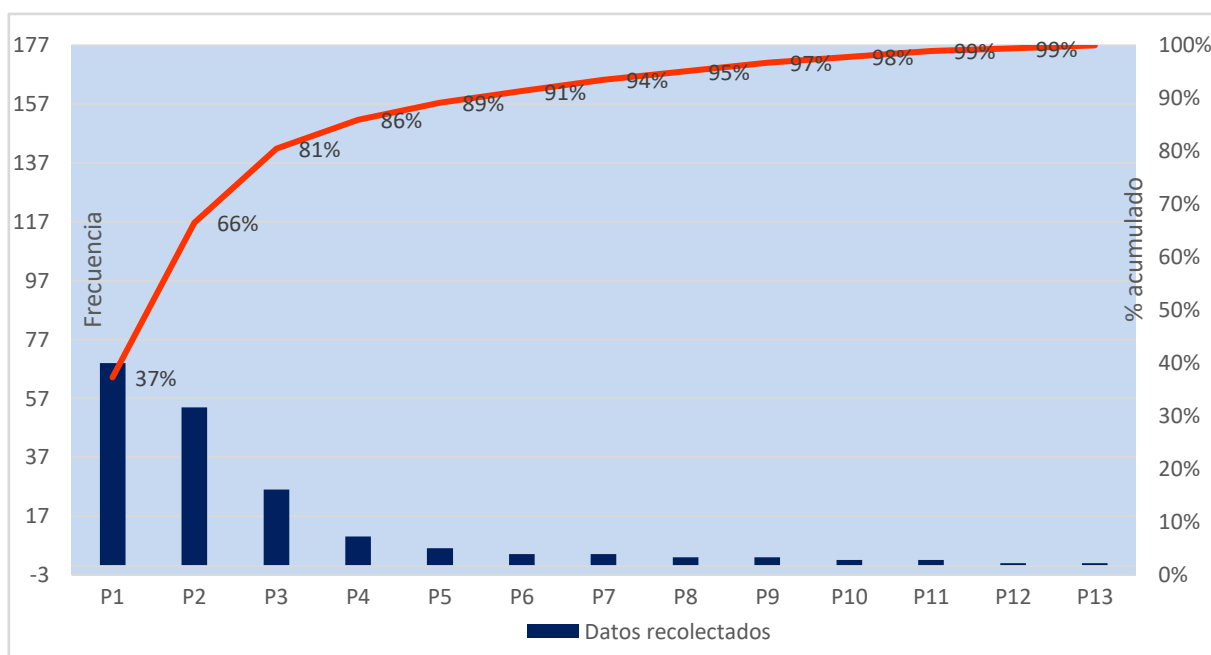
Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 04: Frecuencia de fallas en el área de producción

Problema	Descripción	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulado
P1	Falta de estandarización de tiempos ciclo	69	69	37,3%	37,3%
P2	Falla en el molino de martillos	54	123	29,2%	66,5%
P3	Unidades defectuosas	26	149	14,1%	80,5%
P4	Ausencia de indicadores de producción	10	159	5,4%	85,9%
P5	Alta rotación de personal	6	165	3,2%	89,2%
P6	Personal no capacitado	4	169	2,2%	91,4%
P7	Paros inesperados en los molinos	4	173	2,2%	93,5%
P8	Desorden en el ambiente de trabajo	3	176	1,6%	95,1%
P9	Suciedad en el ambiente de trabajo	3	179	1,6%	96,8%
P10	Paros menores de la extrusora	2	181	1,1%	97,8%
P11	Paros menores del tamizador	2	183	1,1%	98,9%
P12	Tardanzas y ausentismos	1	184	0,5%	99,5%
P13	Espacio reducido	1	185	0,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 09: Diagrama de Pareto del área de producción



Fuente: Elaboración propia

También en esta etapa se aplicó la ficha de producción, fallas y defectos, el cuál sirvió para realizar el registro de las fallas en el proceso productivo de la harina de maca (ver tabla N° 4), con ello se logró identificar los problemas más críticos del proceso productivo en el diagrama de Pareto (ver figura N° 9), para posteriormente realizar las mejoras correspondientes en la etapa de mejorar del presente capítulo.

Posteriormente en esta etapa se desarrolló el diagrama de análisis del proceso productivo antes de la mejora y aplicación de la metodología lean six sigma ver tabla N° 5, el diagrama consta de 30 actividades para obtener el producto final, además de ello se midió utilizando un cronómetro para la medición de cada actividad del proceso productivo de la harina de maca, de esta manera se pudo verificar el resultado posterior a la mejora.

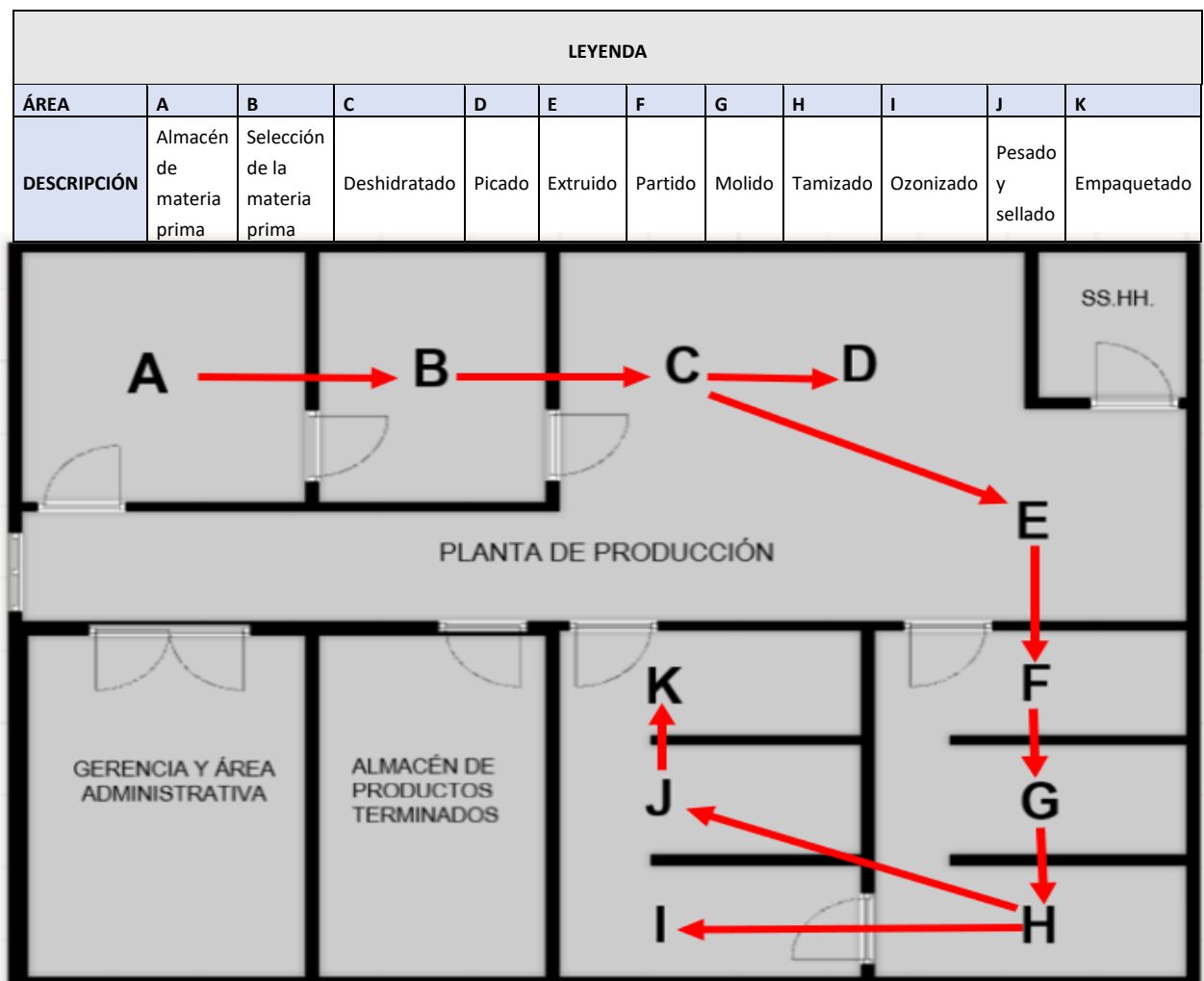
TABLA N° 05: Diagrama de Análisis del proceso productivo

Proceso	Harina de maca	Actividad		Actual
Área	Producción	Operación		21
Fecha	16/12/2020	Transporte		8
		Demora		0
		Inspección		0
		Almacenamiento		1
		Opr. Combinada		1
N°	Descripción	Tiempo (min)	Símbolos	
			● → ◐ ◑ ◒ ◓ ◔	
1	Almacenado de materia prima	0.22		
2	Pesado de materia prima	0.24		
3	Traslado a la deshidratadora	0.23		
4	Vaciado d en el horno	0.82		
5	Deshidratado	13.45		
6	Retira de la maca del horno en bandeja	1.45		
7	Revisión y retirado de impurezas	1.67		
8	Llenado en costales	0.92		
9	Traslado a la picadora	0.14		
10	picado de la maca	0.15		
11	Llenado de la maca picada en costales	1.35		
12	Traslado a la extrusora	0.19		
13	extruido de la maca	7.89		
14	Traslado a la mesa	0.17		
15	Vaciado de la maca	0.45		
16	Partido de la maca	7.02		
17	Vaciado y picado de la maca	1.67		
18	Traslado al molino	0.23		
19	molido de la maca	1.73		
20	Llenado de la maca molida en costales	0.89		
21	Traslado a una mesa	0.15		
22	Vaciado y tamizado de la maca	11.23		
23	Llenado de la maca	1.62		
24	Traslado al ozonizador	1.22		
25	Vaciado de la maca	0.56		
26	Ozonizado	11.03		
27	Traslado al área de pesado	0.15		
28	Pesado y sellado de las bolsas de maca	2.45		
29	Embalado	1.05		
30	Almacenado	0.11		
Total		70.45		

Fuente: Elaboración propia

Por último, en esta etapa se graficó el plano de la planta de producción, que es más conocido como layout, herramienta que fue útil para tener un mejor entendimiento de la distribución de la planta y obtener una perspectiva holística de los tiempos y movimientos del proceso productivo para obtener el producto final. En la figura N° 10 nos muestra el plano de la planta dónde cada letra representa la actividad y el lugar donde se realiza el proceso dentro de la planta, por el plano mostrado se pudo determinar que hay movimientos innecesarios entre las letras H, I, y J, los cuáles serán tratados en las siguientes etapas.

FIGURA N° 10: Plano de la planta



Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Etapa: Medir

En esta etapa se recolectaron los datos con la ficha de producción con la finalidad de ver el estado actual de las cantidades de materia prima que ingresa al proceso, y la cantidad de harina de maca que se obtiene al finalizar el proceso productivo durante las 13 semanas.

TABLA N° 06: Número de unidades producidas

CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
Semana	Unidades (8 kg)	Total entrada	Total salida
		Kilogramos de maca	
Semana 1	75	890	600
Semana 2	74	890	592
Semana 3	78	890	624
Semana 4	80	890	640
Semana 5	79	890	632
Semana 6	77	890	616
Semana 7	82	890	656
Semana 8	68	890	544
Semana 9	78	890	624
Semana 10	78	890	624
Semana 11	84	890	672
Semana 12	78	890	624
Semana 13	83	890	664
Total	1014	890	8112 kg

Fuente: Elaboración Propia

Tiempo de ciclo del proceso:

La empresa al no tener un tiempo ciclo estandarizado en la producción de la harina de maca presenta cierta incertidumbre en el tiempo que se necesita para ejecutar cada actividad del proceso, los trabajadores realizan sus tareas sin plazos determinados, haciendo que en ciertas ocasiones no cumplan con las metas de producción programados. Se obtuvo el tiempo real de cada actividad con la aplicación de la ficha de producción de toma de tiempos del proceso de harina de maca en la tabla N° 07, haciendo uso de un cronómetro, esta medición sirvió como punto de partida para comparar los resultados después de las mejoras aplicadas,

Demora en el picado de la maca:

En el tiempo ciclo hallado, se pudo determinar que hay una demora notable en la actividad N° 3 que es el picado de la maca el tiempo de la actividad es de 2.92 min. por cada 30 kg que se procesa, el equivalente de una semana en el que se produce 900 kg se tendría 87.6. min. de demora, en el tiempo total del estudio realizado, dónde se analizó la acumulación de 1138.8 min. Esta condición disminuye notablemente la productividad debido a que la máquina picadora, presenta fallas constantes, antes y durante su uso por falta de mantenimiento preventivo y cumplimiento de vida útil de la maquinaria.

TABLA N° 07: Tiempos de ciclo por procesos

N°	Actividad	Tiempo	Tiempo de ciclo por actividad	Tiempo de ciclo por proceso
1	Selección de maca	Min.	3.98	4.13
		Min.	0.15	
2	Deshidratado de la maca	Min.	0.79	18.88
		Min.	13.45	
		Min.	2.31	
		Min.	1.68	
		Min.	0.65	
3	Picado de la maca	Min.	1.25	3.01
		Min.	1.76	
4	Extruido de la maca	Min.	1.56	1.56
5	Partido de la maca extruida	Min.	7.34	13.9
		Min.	0.69	
		Min.	5.87	
6	Picado de la maca partida	Min.	0.56	2.23
		Min.	1.67	
7	Molido de la maca	Min.	1.24	3.11
		Min.	1.87	
8	Tamizado	Min.	0.98	11.03
		Min.	10.05	
9	Ozonizado	Min.	0.89	13.43
		Min.	12.54	
10	Pesado	Min.	1.67	1.67
11	Empaquetado	Min.	1.23	1.23
T.C. total				74.18

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 08: Tiempo de ciclo de la actividad número 3

Demora	Tiempo de demora	Cantidad (kg)	Numero de ciclos	Tiempo total de reproceso (min)	Tiempo total de reproceso (horas)
Por ciclo	2.92	30	1	2.92	0.05
Semana	2.92	900	30	87.6	1.46
4 semanas	2.92	3600	120	350.4	5.84
8 semanas	2.92	7200	240	700.8	11.66
13 semanas	2.92	11700	390	1138.8	18.98

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 09: Porcentaje de tiempo no utilizado

Comparación del tiempo actual y el tiempo hallado							
Periodo	Cantidad producida	Horas a la semana	Tiempo real	Tiempo de ciclo hallado	Tiempo empleado	Horas de diferencia	% de tiempo no utilizado
Periodo 1	900	45	42.22	1.25	37.5	4.72	11.17%
Periodo 2	3600	180	168.88	1.25	150	18.88	11.17%
Periodo 3	7200	360	337.76	1.25	300	37.76	11.17%
Periodo 4	11700	585	548.86	1.25	487.5	61.36	11.17%

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo observar la comparación del tiempo establecido por la empresa (Horas por semana) y el tiempo actual trabajado (Tiempo utilizado), se

determinó que no se emplea un 11.17% del tiempo y se desperdicia cuando se desarrolla el proceso productivo de la harina de maca, todo esto es ocasionado porque no se tiene estandarizado un tiempo ciclo en la producción, ver tabla N° 09

Demoras en el proceso productivo

Las demoras mencionadas en la tabla N° 10, se encontraron presentes a lo largo de todo el proceso productivo de la maca, esto se midió haciendo uso de un cronómetro para detallar, cuanto tiempo disminuye las horas disponibles de trabajo, debido a que estas demoras son inevitables y están antes durante y después del proceso, como se observa en la tabla N°11.

TABLA N° 10: Demoras en el proceso productivo

ITEM	Demoras inevitables	Tiempo minutos	
1	Llegada al puesto de trabajo	4	Diario
2	Preparación de insumos y herramientas	5	
3	Orden, limpieza y desinfección	5	
4	Arranque de las máquinas	4	
5	Llenado y traslado de materia prima para el proceso	3	1 vez por semana
6	Pre prueba de la picadora	10	

Fuente: Elaboración propia

Demoras del proceso productivo por semana

TABLA N° 11: Demoras inevitables por semana

Frecuencia	Tiempo de demora	Total por semana
Diario	18	126
Una vez por semana	17	17
Total		143

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la productividad

La productividad del proceso se halló con los siguientes indicadores:

Eficacia:

Este indicador se calculó con las tomando en cuenta a las unidades conformes, es decir el producto final sin ninguna variación en los parámetros establecidos por la empresa, en cuanto a peso, sellado, coloración y presencia de impurezas.

Eficiencia:

El indicador de eficiencia se obtuvo de dividir los tiempos ciclo y disponible del proceso productivo.

TABLA N° 12: Cálculo de la productividad antes de la mejora

Cálculo de la productividad							
Semana	Unidades producidas	Unidades conformes	Eficacia	Tiempo empleado	Tiempo utilizado	Eficiencia	Productividad
1	80	80	100%	41.22	37.5	88.82%	88.82%
2	80	73	91%	41.22	37.5	88.82%	81.05%
3	80	75	94%	41.22	37.5	88.82%	83.27%
4	80	75	98%	41.22	37.5	88.82%	83.27%
5	80	78	98%	41.22	37.5	88.82%	86.60%
6	80	74	93%	41.22	37.5	88.82%	82.16%
7	80	74	93%	41.22	37.5	88.82%	82.16%
8	80	76	95%	41.22	37.5	88.82%	84.38%
9	80	75	94%	41.22	37.5	88.82%	83.27%
10	80	78	98%	41.22	37.5	88.82%	86.60%
11	80	76	95%	41.22	37.5	88.82%	84.38%
12	80	76	95%	41.22	37.5	88.82%	84.38%
13	80	77	93%	41.22	37.5	88.82%	82.16%
Total	1040	987	94.62%	548.86	487.5	88.82%	84.04%

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del nivel sigma

El nivel sigma del área de producción de la empresa agroindustrial se halló con el conteo de los productos no conformes o productos defectuosos, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la empresa, los cuales

para que cumplan el control de calidad, deben tener las siguientes características:

- **Peso:** para que el peso del producto final sea conforme el límite inferior del peso tiene que ser 10.05 kg y el límite máximo de 10.15kg.
- **Sellado:** debe ser consistente, no debe despegarse al momento de su traslado hasta el consumidor.
- **Selección y limpieza:** Se clasificará maca 80% de color amarillo o crema y 20% de color oscuro, se seguirá este estándar para evitar coloración dispareja, además de la eliminación de impurezas que puedan afectar al producto final.

En la tabla N° 13 se presentan los defectos encontrados durante las 13 semanas en las que se verificó la producción de la harina de maca, en total se pudo hallar 26 unidades defectuosas con las siguientes observaciones que menciona la tabla en mención.

TABLA N° 13: Cantidad de productos defectuosos antes de la mejora

Unidades defectuosas antes de la mejora			
Semana	Tamaño de muestra	Piezas defectuosas de cada muestra	% piezas defectuosas
Semana 1	78	4	15%
Semana 2	78	3	12%
Semana 3	76	5	19%
Semana 4	77	2	8%
Semana 5	78	5	19%
Semana 6	78	2	8%
Semana 7	79	1	4%
Semana 8	80	2	8%
Semana 9	76	0	0%
Semana 10	79	1	4%
Semana 11	78	1	4%
Semana 12	77	0	0%
Semana 13	80	0	0%
Total	1014	26	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 14 se presentan los defectos encontrados durante las 13 semanas en las que se verificó la producción de la harina de maca, en total se pudo hallar 24 unidades defectuosas con las siguientes observaciones que menciona la tabla en mención.

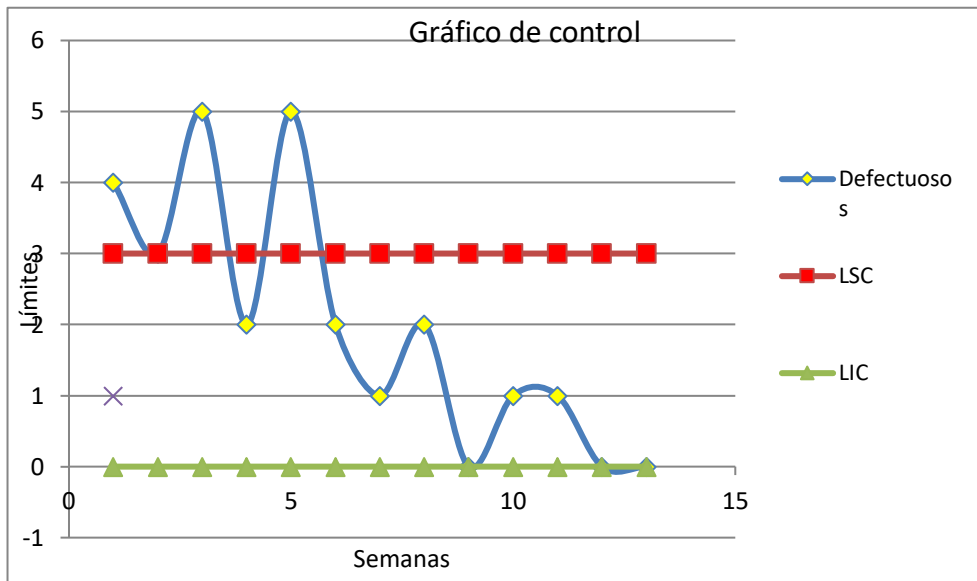
TABLA N° 14: Descripción de unidades defectuosas

Observación	Descripción	Unidades defectuosas
01	Variación en el peso	13
02	Sellado deficiente	8
03	Selección y limpieza deficiente	8
Total		26

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó un gráfico de control de productos defectuosos de acuerdo a las muestras y cantidad de productos defectuosos por muestra de la tabla N° , en el cual el límite superior es de 3 unidades, es decir, la empresa no puede permitirse superar 3 unidades defectuosas por semana, debido a que estos unidades defectuosas no solo afectan a la eficacia de la producción, sino también puede afectar al área de ventas, cabe resaltar que el límite inferior se considera 0 siendo el mejor de los casos como se puede ver el grafico N° 11 en las semanas 1, 2, 3 y 5 las cantidades de unidades defectuosas superaron el límite superior.

FIGURA N° 11: Gráfico de control de unidades defectuosas



Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla N° 14, se calculó el DPO del proceso de harina de maca:

$$\text{DPO} = 26 / (1014 \times 3)$$

$$\text{DPO} = 0.00854$$

Con este último resultado obtenido se pudo hallar el nivel sigma del proceso, el cual tuvo el siguiente resultado:

$$\text{Yield}\% = (1 - 0.00854) \times 100\%$$

$$\text{Yield}\% = 99.14\%$$

De acuerdo con el Yield obtenido, se obtuvo un nivel sigma de 3.9, lo cual significa que por cada millón de oportunidades se tiene 8190 defectos, este nivel sigma obtenido es bajo e ineficiente para la empresa.

3.9.3 Etapa: Mejorar

En esta etapa se trataron los problemas críticos que se seleccionaron en la primera etapa con el criterio del principio de Pareto o también conocido como la regla de 80-20. Los problemas detectados fueron la falta de estandarización de tiempos ciclos, la falla constante en el molino de martillos en la actividad de picado y las unidades defectuosas de los productos terminados. De acuerdo con estos problemas identificados que generan la baja productividad se implementó las herramientas de la metodología lean six sigma.

Implementación de la estandarización del tiempo ciclo

Para iniciar con la estandarización del tiempo ciclo del proceso, se requirió del reemplazo del molino de martillo, el cual se encontraba casi en estado obsoleto en pésimo estado por falta de un mantenimiento preventivo, además de que se pudo registrar una frecuencia de fallas de 54, por lo cual se demostró que este cuello de botella es un factor significativo que aporta a la baja productividad el cual se logró solucionar con la cotización e implementación de una nueva maquinaria para mejorar los tiempos de producción.

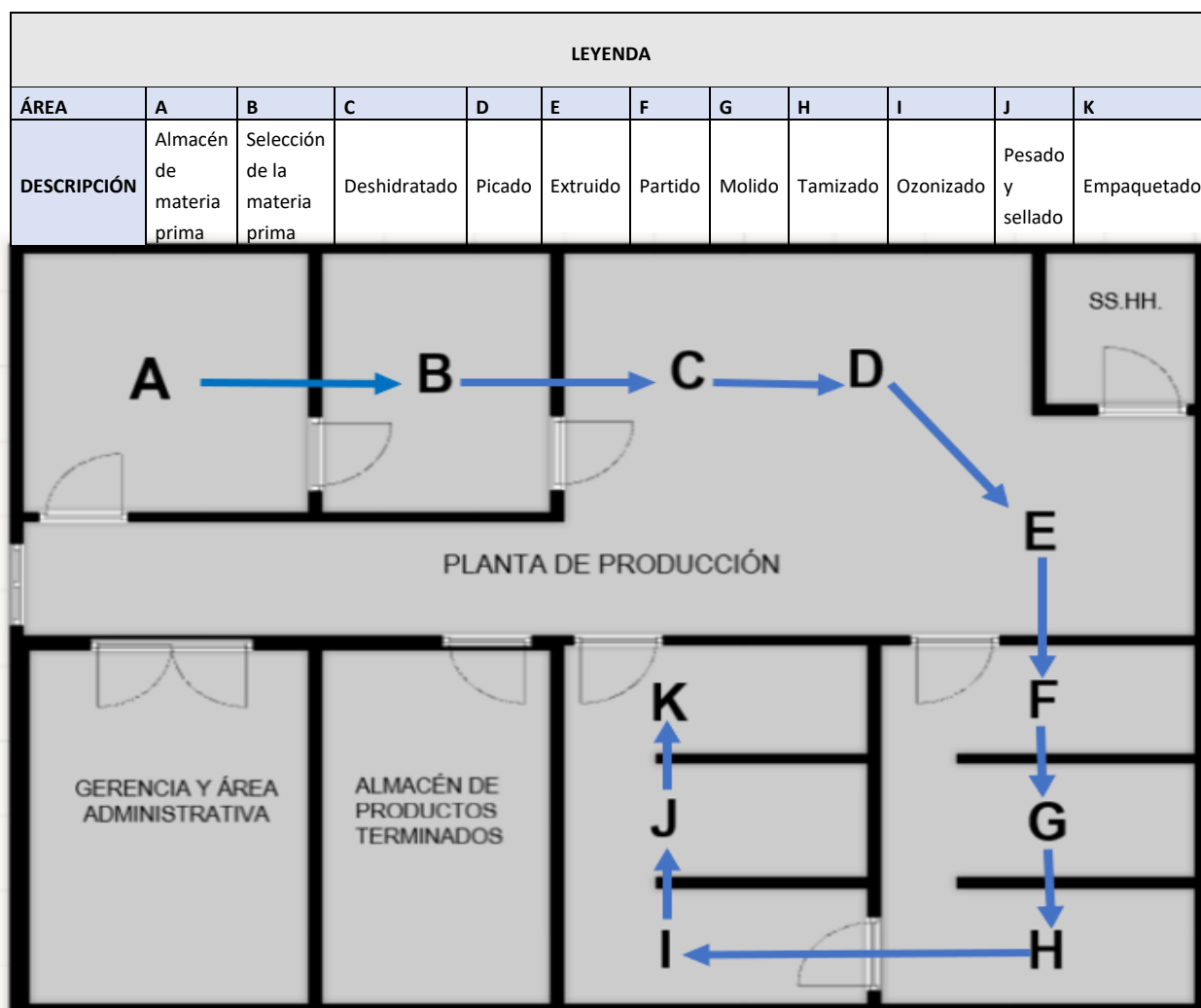
FIGURA N° 12: Implementación de maquinaria



Fuente: Elaboración propia.

Con la nueva adquisición de la empresa, mejora notablemente el tiempo ciclo, debido a que se eliminan movimientos innecesarios de los trabajadores además de paradas en el proceso productivo por fallas de la maquinaria antigua, con estos tiempos muertos causados por efecto de las fallas constantes del molino de martillos, mejora notablemente la producción.

FIGURA N° 13: Plano de la planta después de la mejora



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura N° 13 la mejora de la distribución de las actividades con la eliminación de movimientos innecesarios

Tiempo de ciclo después de la mejora

Al reducir tiempos con la implementación de la nueva maquinaria, mejora de procesos y distribución de planta, los tiempos de ciclo variaron favorablemente, este resultado fue de 1.18 horas por cada 30kg de harina de maca procesada, en la tabla N° 15 se visualiza el efecto del tiempo ciclo después de la mejora.

TABLA N° 15: Tiempo de ciclo después de la mejora

N°	Actividad	Tiempo	Tiempo de ciclo por actividad	Tiempo de ciclo por proceso
1	Selección de maca	Min.	2.98	4.13
		Min.	0.15	
2	Deshidratado de la maca	Min.	0.79	15.88
		Min.	11.45	
		Min.	1.31	
		Min.	1.68	
		Min.	0.65	
3	Picado de la maca	Min.	1.25	3.01
		Min.	1.76	
4	Extruido de la maca	Min.	1.56	1.56
5	Partido de la maca extruida	Min.	7.34	13.9
		Min.	0.69	
		Min.	4.87	
6	Picado de la maca partida	Min.	0.56	2.23
		Min.	1.67	
7	Molido de la maca	Min.	1.22	3.11
		Min.	1.87	
8	Tamizado	Min.	0.98	11.03
		Min.	10.05	
9	Ozonizado	Min.	0.89	13.43
		Min.	12.54	
10	Pesado	Min.	1.67	1.67
11	Empaquetado	Min.	1.23	1.23
T.C. total				69.16

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de análisis de operaciones

Se desarrolló el nuevo diagrama de análisis de operaciones, donde de acuerdo con los principios de la metodología lean six sigma se eliminaron traslados innecesarios en el molido y , también se agregó la tarea de

inspección para la reducción de unidades defectuosas el cual se reflejó en el nivel sigma.

TABLA N° 16: Diagrama de Análisis de Proceso Productivo (POST)

Proceso	Harina de maca	Actividad		Actual
Área	Producción	Operación		21
Fecha	16/12/2020	Transporte		6
		Demora		0
		Inspección		0
		Almacenamiento		1
		Opr. Combinada		1
N°	Descripción	Tiempo (min)	Símbolos	
1	Almacenado de materia prima	0.22		
2	Inspeccion de materia prima	1.24		
3	Traslado a la deshidratadora	0.23		
4	Vaciado d en el horno	0.82		
5	Deshidratado	11.45		
6	Retira de la maca del horno en bandeja	1.45		
7	Revisión y retirado de impurezas	1.67		
8	Llenado en costales	0.92		
9	Traslado a la picadora	0.14		
10	picado de la maca	0.15		
11	Llenado de la maca picada en costales	1.35		
12	Traslado a la extrusora	0.19		
13	extruido de la maca	7.89		
14	Vaciado de la maca	0.45		
15	Partido de la maca	7.02		
16	Vaciado y picado de la maca	1.67		
17	Traslado al molino	0.23		
18	molido de la maca	1.73		
19	Llenado de la maca molida en costales	0.89		
20	Vaciado y tamizado de la maca	10.23		
21	Llenado de la maca	1.62		
22	Traslado al ozonizador	1.22		
23	Vaciado de la maca	0.56		
24	Ozonizado	11.03		
25	Traslado al área de pesado	0.15		
26	Pesado y sellado de las bolsas de maca	2.45		
27	Embalado	1.05		
28	Almacenado	0.11		
Total		68.15		

Fuente: Elaboración propia

Cantidad De Unidades Producidas Después De La Mejora

TABLA N° 17: Cantidad de unidades producidas después de la mejora

CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
Fecha	Unidades producidas	Total de entrada	Total de salida
		Kilogramos de maca	
Semana 1	86	815	688
Semana 2	86	815	688
Semana 3	86	815	688
Semana 4	86	815	688
Semana 5	86	815	688
Semana 6	86	815	688
Semana 7	86	815	688
Semana 8	86	815	688
Semana 9	86	815	688
Semana 10	86	815	688
Semana 11	86	815	688
Semana 12	86	815	688
Semana 13	86	815	688
Total	1118	10595 kg	8994 kg

Fuente: Elaboración propia

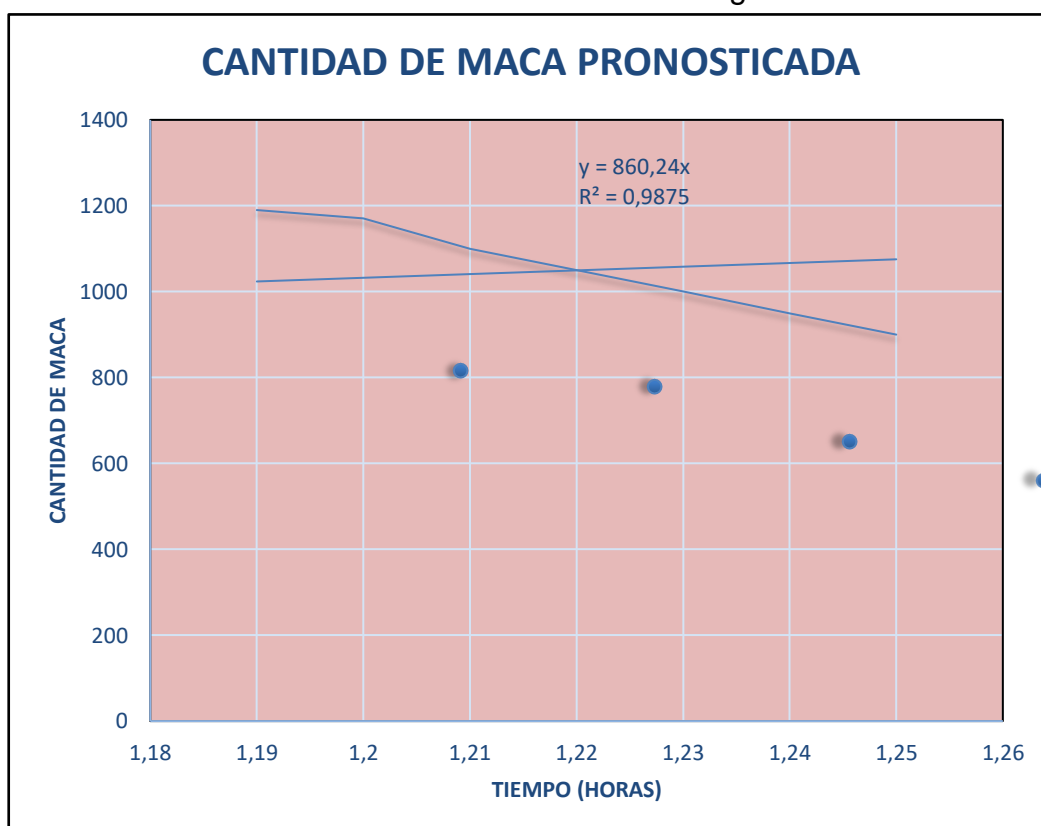
En la tabla N° 17 se puede ver a detalle la cantidad de producción después de la mejora.

TABLA N° 18: Cálculo de cantidades en relación del tiempo ciclo nuevo

TIEMPO (HORAS)	CANTIDAD MACA	PRONÓSTICO
1.25	900	1075.3
1.24	950	1066.6976
1.23	1000	1058.0952
1.22	1050	1049.4928
1.21	1100	1040.8904
1.2	1170	1032.288
1.19	1190	1023.6856
1.18		1015.0832

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 14: Gráfico de Análisis de Regresión Lineal



Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló el modelo matemático de regresión lineal, para obtener el cálculo de la maca producida con el nuevo tiempo ciclo de 1.18 horas, considerando la eliminación de tareas en la actividad de picado de maca, nueva distribución de planta e implementación de un molino de martillos, reduciendo notablemente el tercer proceso, aportando notablemente a la productividad del proceso productivo de la harina de maca.

Cálculo del tiempo no utilizado

TABLA N° 19: Porcentaje de tiempo no utilizado

Tiempo no utilizado							
Periodo	Cantidad producida	Horas a la semana	Tiempo empleado	Tiempo de ciclo hallado	Tiempo utilizado	Horas de diferencia	% de tiempo no utilizado
Periodo 1	1023	45	42.22	1.18	39.92	2.30	5.44%
Periodo 2	4060	180	168.88	1.18	159.69	9.19	5.44%
Periodo 3	8120	360	337.76	1.18	319.39	18.37	5.44%
Periodo 4	13195	585	548.86	1.18	519.00	29.86	5.44%

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar el porcentaje de tiempo durante las 13 semanas que se logró producir 86 unidades semanales, de acuerdo a las unidades conformes se determinó que la eficacia después de la mejora es 98.57% y la eficiencia es 94.55%, y por lo tanto la productividad del proceso para la producción de harina de maca es de 93.20% como se puede observar en la tabla N° 20.

TABLA N° 20: Resultados de la productividad después de la mejora

Porcentaje de productividad después de la mejora								
N°	Unidades producidas	Unidades conformes	Eficacia	Tiempo real	Tiempo de ciclo	Tiempo empleado	Eficiencia	Productividad
1	86	86	100.00%	42.22	1.18	39.92	94.55%	94.30%
2	86	84	97.67%	42.22	1.18	39.92	94.55%	92.25%
3	86	83	96.51%	42.22	1.18	39.92	94.55%	91.25%
4	86	86	100.00%	42.22	1.18	39.92	94.55%	94.10%
5	86	86	100.00%	42.22	1.18	39.92	94.55%	94.20%
6	86	84	98.67%	42.22	1.18	39.92	94.55%	92.35%
7	86	84	97.67%	42.22	1.18	39.92	94.55%	92.35%
8	86	84	97.67%	42.22	1.18	39.92	94.55%	92.35%
9	86	85	99.84%	42.22	1.18	39.92	94.55%	93.25%
10	86	85	98.84%	42.22	1.18	39.92	94.55%	93.20%
11	86	86	100.00%	42.22	1.18	39.92	94.55%	93.25%
12	86	84	98.67%	42.22	1.18	39.92	94.55%	92.20%
13	86	85	98.84%	42.22	1.18	39.92	94.55%	93.45%
Total	1118	1102	98.57%	548.86	15.34	518.96	94.55%	93.20%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla N° 20 con la implementación de la metodología lean six sigma se pudo obtener un 93.20% de productividad.

TABLA N° 21: Porcentaje de mejora de las unidades producidas

UNIDADES PRODUCIDAS		
Antes de la mejora	Después de la mejora	Porcentaje de mejora
80	86	9.16 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 21 se observa que antes de la mejora se producía 80 unidades y después de la implementación se produjo 86 y el efecto de mejora fue de 7,5%.

Cálculo del nivel sigma después de la mejora

Después de haber mejorado el diagrama de análisis de operaciones en el cual se agregó la inspección dentro del proceso productivo, tarea necesaria para corregir los defectos antes de obtener el producto final, se obtuvo el siguiente resultado:

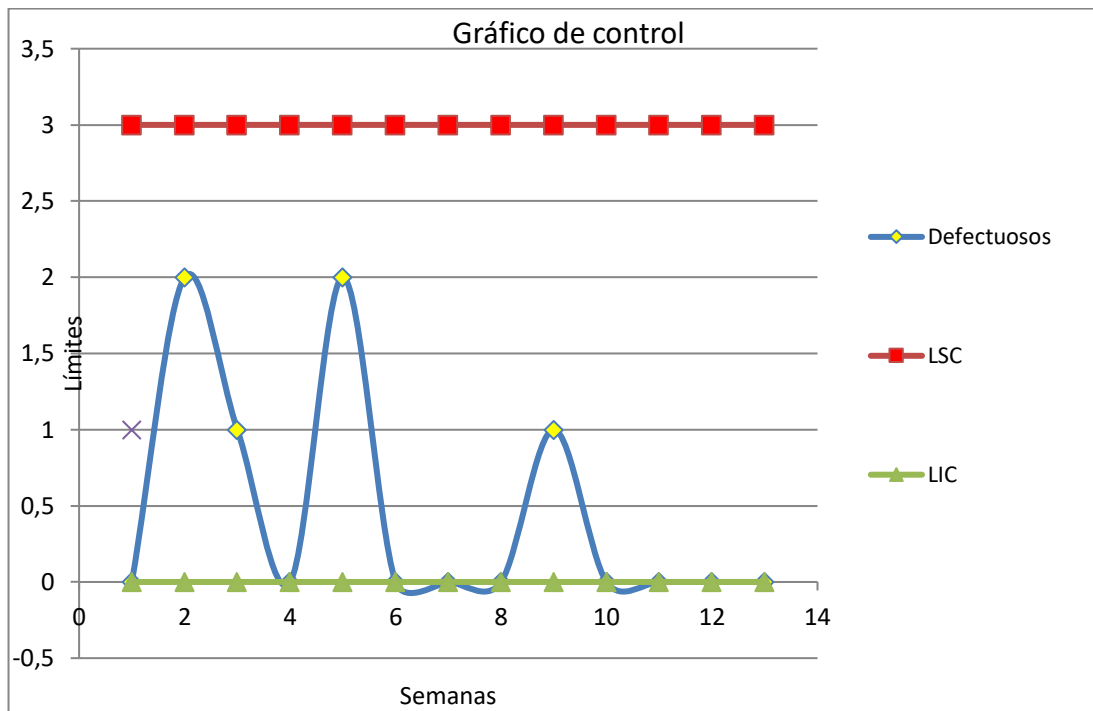
TABLA N° 22: Descripción de unidades defectuosas

Observación	Descripción	Unidades defectuosas
O1	Variación en el peso	2
O2	Sellado deficiente	2
O3	Selección y limpieza deficiente	2
Total		6

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó el gráfico de control de productos defectuosos después de la mejora tomando muestras durante 13 semanas después de la mejora dónde se redujo notablemente de 26 a 6 unidades defectuosas, tomando en cuenta el límite inferior y superior, en el siguiente gráfico de control de productos defectuosos se puede observar que la frecuencia de unidades defectuosas se encuentra dentro de los parámetros establecidos

TABLA N° 23: Gráfico de control de unidades defectuosas después de la mejora



Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla N° 22, se calculó el DPO después de la mejora del proceso de harina de maca:

$$\text{DPO} = 6 / (1118 \times 3)$$

$$\text{DPO} = 0.00178$$

Con este último resultado obtenido se pudo hallar el nivel sigma del proceso, el cual tuvo el siguiente resultado:

$$\text{Yield\%} = (1 - 0.00178) \times 100\%$$

$$\text{Yield\%} = 99.82\%$$

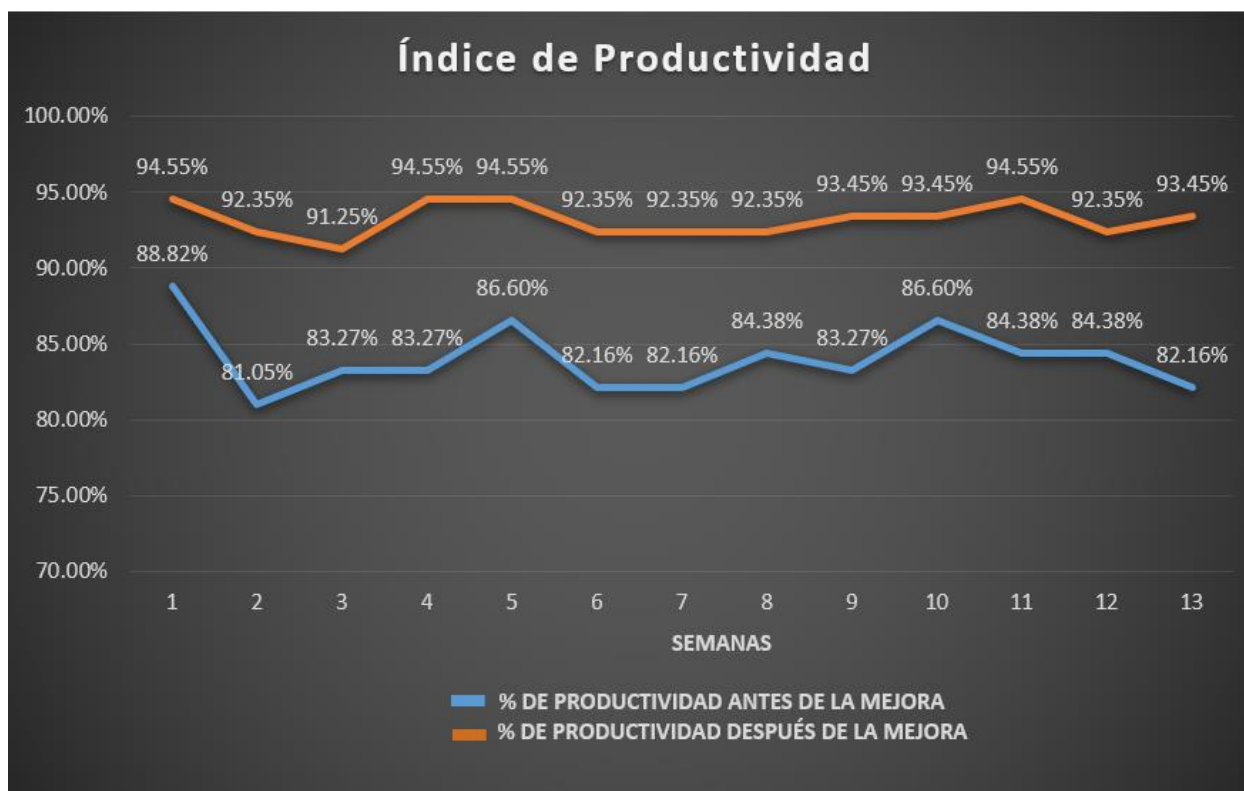
De acuerdo con el Yield obtenido, se obtuvo un nivel sigma de 4.4, lo cual significa que por cada millón de oportunidades se tiene 1860 defectos, por cada 100 000 de oportunidades se tiene 186 defectos.

3.9.4 Etapa: Controlar

Gráfico de control Índice de productividad

Como se puede apreciar se realiza la comparación del índice de productividad antes y después de la mejora, se observa un aumento de productividad gracias a la mejora implementada.

FIGURA N° 15: Índice de productividad



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

PRUEBA ESTADÍSTICA

4.1 Análisis descriptivo

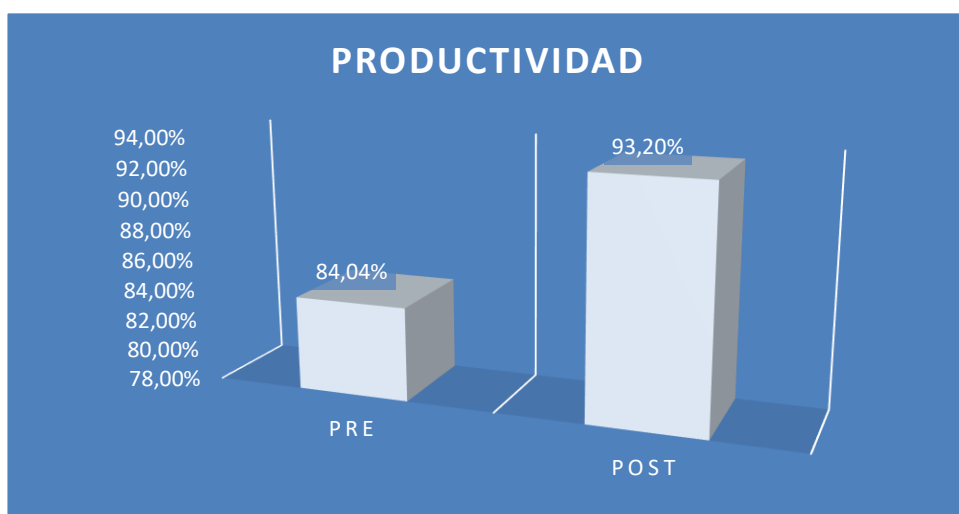
Análisis de la variable dependiente productividad:

TABLA N° 24: Análisis estadístico de la variable productividad

<i>Estadístico</i>		
<i>Productividad antes de la mejora</i>	Media	0,8404
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0,801
<i>Productividad después de la mejora</i>	Media	0,9320
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0,898

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 16: Gráfico del resultado de la variable productividad



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en el gráfico correspondiente, se evidencia que en la ejecución de la metodología lean Six sigma, existe un incremento significativo en la productividad, que oscila desde un 84.04% a un 93.20%, teniendo como resultado un incremento de 9.16%.

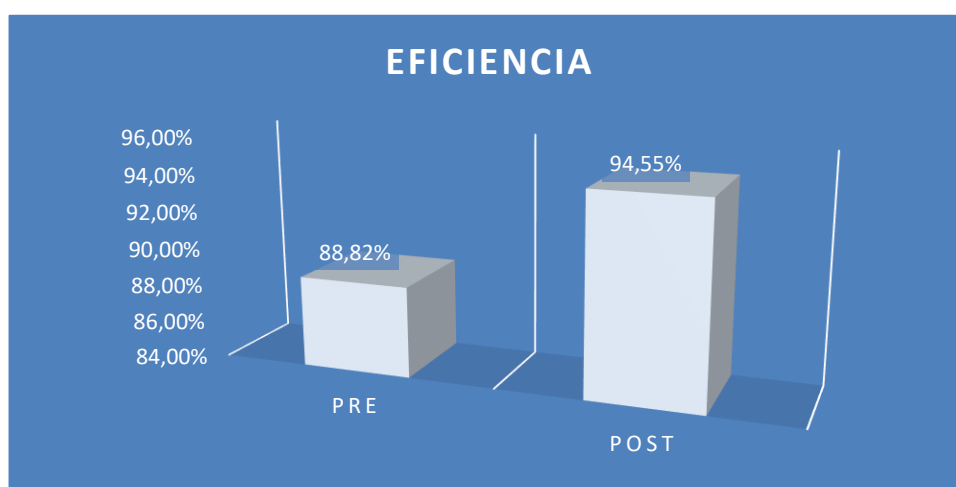
Análisis de la dimensión eficiencia

TABLA N° 25: Análisis estadístico - dimensión eficiencia

<i>Estadístico</i>		
<i>EFICIENCIA ANTES</i>	Media	0,8882
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0.8703
<i>EFICIENCIA DESPUES</i>	Media	0,9455
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0.6001

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 17: Gráfico del resultado de la eficiencia



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en el gráfico correspondiente, se evidencia que en la ejecución de la metodología lean Six sigma, existe un incremento significativo en la eficiencia, que oscila desde un 88.82% a un 94.55%, teniendo como resultado un incremento de 5.73%.

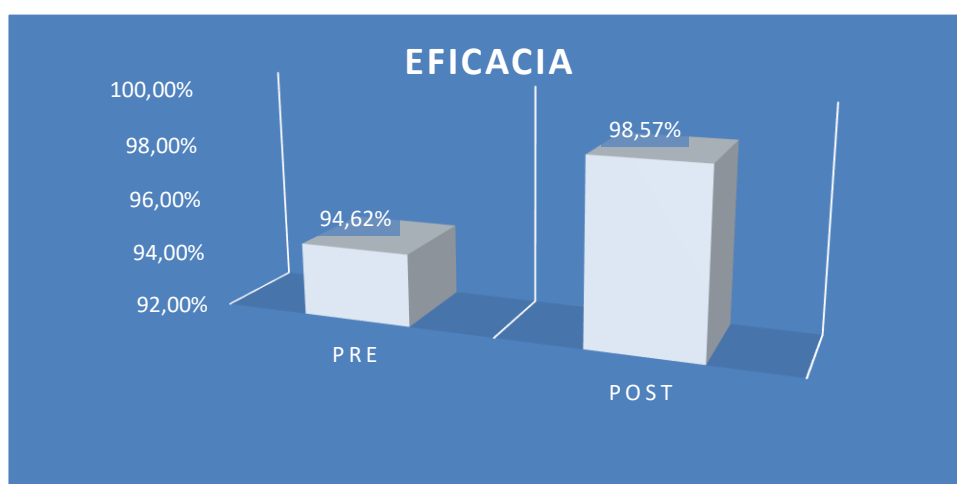
Análisis de la dimensión eficacia

TABLA N° 26: Análisis estadístico - dimensión eficacia

<i>Estadístico</i>		
<i>EFICACIA ANTES</i>	Media	0,9462
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0,1021
<i>EFICACIA DESPUES</i>	Media	0,9857
	Nivel de confianza	95%
	Desviación típica	0,248

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 18: Gráfico del resultado de la eficacia



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en el gráfico correspondiente, se evidencia que en la ejecución de la metodología Six sigma, existe un incremento significativo en la eficacia, que oscila desde un 94.62% a un 98.57%, teniendo como resultado un incremento de 3.95%.

4.2 Análisis inferencial

Resultados estadística inferencial

Hipótesis general

Ho: La metodología Lean Six Sigma no influye significativamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Ha: La metodología Lean Six Sigma influye significativamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Regla de decisión

Ho: Media de la productividad pre \geq Media de la productividad post

Ha: Media de la productividad pre $<$ Media de la productividad post

TABLA N° 27: Análisis estadístico para la hipótesis general

	N	Media	Desviación típica
<i>Productividad pre</i>	13	0.8404	0,801
<i>Productividad post</i>	13	0.9320	0,898

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro estadístico adjunto se muestra que la media de la productividad antes de la aplicación de la metodología Six sigma fue de 0.8404 y esta es menor en comparación a la media posterior a la aplicación obteniendo un valor de 0.9320, en ese sentido se acepta la hipótesis alterna, puesto que el valor pre de la productividad es menor en relación al dato post obtenido de la misma variable, aceptando lo siguiente: “La metodología Lean Six Sigma influye significativamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.”

Hipótesis específica 01

Ho: La metodología Lean six sigma no influye significativamente en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Ha: La metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Regla de decisión

Ho: Media de la eficiencia pre \geq Media de la eficiencia post

Ha: Media de la eficiencia pre $<$ Media de la eficiencia post

TABLA N° 28: Análisis estadístico para la hipótesis específica 01

	N	Media	Desviación típica
<i>Eficiencia pre</i>	13	0.8882	0.8703
<i>Eficiencia post</i>	13	0.9455	0.6001

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro mostrado se evidencia que la media de la eficiencia antes de la aplicación de la metodología fue de 0.8882 y esta es menor en comparación a la media posterior a la aplicación obteniendo un valor de 0.9455, en ese sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, puesto que el valor pre de la productividad es menor en relación al dato post obtenido de la misma variable, concluyendo lo siguiente: "El uso de la metodología Six sigma incrementa la eficiencia en el área de producción.

Hipótesis específica 02

Ho: La metodología Lean six sigma no influye significativamente en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Ha: La metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial

Regla de decisión

Ho: Media de la eficacia pre \geq Media de la eficacia post

Ha: Media de la eficacia pre $<$ Media de la eficacia post

TABLA N° 29: Análisis estadístico para la hipótesis específica 02

	N	Media	Desviación típica
<i>Eficacia pre</i>	13	0.9462	0,1021
<i>Eficacia post</i>	13	0.9857	0,248

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro mostrado se evidencia que la media de la eficacia antes de la aplicación de la metodología fue de 0.9462 y ésta es menor en comparación a la media posterior a la aplicación obteniendo un valor de 0.9857, en ese sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, puesto que el valor pre de la productividad es menor en relación al dato post obtenido de la misma variable, concluyendo lo siguiente: “La metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial”.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tal como se planteó como objetivo general en la presente investigación, la cual fue determinar de qué manera influyo la metodología lean six sigma en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial, de esta manera se pudo corroborar que con la aplicación de la metodología Lean Six sigma, se incrementó la productividad de la empresa agroindustrial, de un 84.04% a un 93.20%, dando como resultado una mejora en un 9.16%, de esta manera estos resultados obtenidos coinciden con la investigación de Huamán Marcelo Rubén, titulada Implementación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. Ate 2017, investigación donde la empresa llego a incrementar de 53.7 piezas a 65.9 piezas, lo que significa un incremento de 8.9% en la productividad. De esta manera también los resultados de la investigación de Díaz Cusi Milusca, titulada Lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción de calzados de cuero Huancayo 2018, en esta investigación se llegó a obtener un incremento de la productividad de 73% a un 93% en la producción de calzados. Por último, el resultado obtenido coincide con la investigación de Pilla Yanzapanta, Oscar, titulada Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálicas Pillapa, investigación donde después de aplicar las mejoras, eliminando tiempos muertos y desperdicios, como resultado se obtuvo un incremento de 15% en la productividad.

CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo principal propuesto se ha podido validar de manera estadística la variable productividad, en donde se muestra que el valor de la productividad antes de la aplicación de la metodología Lean Six sigma fue de 84,04% y esta es menor en comparación al valor posterior a la aplicación obteniendo un valor de 93,20%, en dicho sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, el cual fue que la metodología Lean Six Sigma si influye significativamente en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Como se ha podido evidencia los resultados de la eficiencia, se demostró que el valor de esta variable antes de la aplicación de la metodología fue de 88,82% y esta es menor en comparación al valor posterior a la aplicación obteniendo un valor de 94,55%, por lo cual se acepta la hipótesis alterna el cual tiene como postulado que el uso de la metodología Six sigma incrementa la eficiencia en el área de producción en una empresa agroindustrial

De acuerdo a los resultados mostrados se pudo evidenciar que la media de la eficacia antes de la aplicación de la metodología fue de 94,62% y ésta es menor en comparación a la media posterior a la aplicación obteniendo un valor de 98,57%, por lo cual se acepta la hipótesis alterna, puesto que el valor pre de la productividad es menor en relación al dato post obtenido de la misma variable, concluyendo que la metodología Lean six sigma influye significativamente en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la capacitación y motivación constante de los operarios de producción, puesto que son el eje fundamental del área de producción, estableciendo objetivos semanales, y de esta manera se pueda incrementar el indicador de la productividad de manera constante.

También se recomienda ir implementando las demás herramientas de la metodología lean six sigma que generen valor en términos de reducir tiempos muertos y optimizar los recursos que posee la empresa, todo esto para crear una cultura de mejora continua y competitividad en la empresa.

Además se recomienda realizar el seguimiento correspondiente a la implementación realizada por parte de los encargados del área, para mantener el control del indicador de productividad, y que de esta manera se pueda garantizar un funcionamiento correcto del proceso productivo.

Por último, de acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda dar a conocer los resultados de manera masiva a las empresas que se encuentran dentro del rubro o sector agroindustrial y así también su publicación en general como herramienta de investigación, de esta manera dar a conocer los resultados obtenidos en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agustín Cruelles, J. (2012). *Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan* (1ra ed.). Barcenola, España: Marcombo S.A.
2. Alastair, M. (2005). *Lean six sigma estadísticas, calcular la eficiencia del proceso proyectos proyectos intransaccionales* (1ra ed.). Calgary: Muir & Associates Consulting.
3. Bruce , W. (2005). *Six sigma for dummies* (1ra ed.). Indiana: Wiley Publishing.
4. Caballero León, A. (2017). Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Rif Nike Jauja, 2017. Universidad Peruana los Andes - Junín.
5. Calderón Carrillo, J. (2020). *Implementación de la metodología lean six sigma para mejorar la productividad en una empresa de plásticos*. Universidad Ricardo Palma - Perú.
6. Díaz Cusi, M. (2018). *Lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción de calzados de cuero*. Universidad Peruana los Andes - Junín.
7. Espinoza Huamani , J., & Lequernaque Quezada, L. (2019). *Aplicación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la línea de crudo Panafoods S.A.C*. Universidad Cesar Vallejo - Perú.
8. Guerra, S. M. (2019). *Mejora de procesos mediante metodología lean six sigma aplicada a una línea de manufactura de amortiguadores electromagnéticos*. Universidad Nacional Autónoma de Mexico - Ciudad de México.

9. Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (2da ed.). Ciudad de México: Interamericana editores.
10. Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación* (1ra ed.). Madrid: Escuela de organización industrial.
11. Herrera Acosta, R., & Fontalvo Herrera, T. (2011). *Seis sigma métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Eumed.

Huaman Marcelo, R. M. (2017). *Implementación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. Ate 2017*. Universidad Cesar Vallejo - Perú.
12. Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad*. Díaz de Santos.
13. Madariaga Neto, F. (2013). *Lean manufacturing, exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos* (Vol. 2da). New York: George Grantham Bain Collection.
14. Narvaez Romo, G. (2019). *Aplicación de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en lean six sigma a la empresa D' Max Sports S.A.S fabricante de calzado*. Universidad Autónoma de Occidente - Colombia.
15. Neuman, R., & Cavanagh, R. (2002). *Las claves de seis sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial* (1ra ed.). Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
16. Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseños de trabajo* (12va ed.). Ciudad de México: Mc Graw - Hill.

17. Pérez Fernández de Velasco, J. (2004). *Gestión por procesos: para mejorar la gestión de la organización* (1ra ed.). Madrid: Esic.
18. Pilla Yanzapanta, O. (2019). *Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálicas Pillapa*. Universidad Técnica de Ambato - Ecuador.
19. Rajesh, J., & Philip, S. (2008). *Diseño para lean six sigma: Un enfoque holístico del diseño y la innovación* (1ra ed.). New Jersey: John Wiley & Son Inc.
20. Reyes Vasquez, J. (2014). *Estudio del trabajo: aplicaciones en la industria ecuatoriana* (1ra ed.). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
21. Socconini, L. (2015). *Lean six sigma green belt para la excelencia en los negocios* (1ra ed.). Barcelona - España: Marge Books.
22. Soto, P. S. (2016). *Diagnóstico de productividad en la línea de producción de hojuelas de la empresa Glisep S.A.C. utilizando la metodología six sigma*. Universidad Continental - Junín.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE PRODUCCION DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Variable independiente:	DIMENSIONES Dimensiones:	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA	DEFINIR MEDIR ANALIZAR MEJORAR CONTROLAR	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo – explicativo Diseño de investigación: No experimental a nivel longitudinal, Dónde: G O1 X O2 G = Grupo experimental O1 = Pre test O2 = Post test X = Manipulación de la variable independiente Población Está conformada por la producción de todas las bolsas de maca durante 6 meses de la empresa. Muestra Tipo no probabilístico por conveniencia que será una muestra de 3 meses antes y 3 meses después Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Se utilizó la técnica de observación INSTRUMENTOS: • Ficha de estudio de tiempos • Tablas de Excel • Formatos de supervisión
Problema Especificos	Objetivo Especificos	Hipótesis Especificos	Variable dependiente:	Dimensiones:	PRODUCTIVIDAD
¿En qué medida influye la metodología lean six sigma en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial?	Demostrar en qué medida influye la metodología lean six sigma en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial	La metodología Lean Six Sigma influye para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.	La metodología Lean Six Sigma influye en la eficacia en el área de producción de una empresa agroindustrial.	EFICACIA	EFICACIA
¿En qué forma influye la metodología lean six sigma en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial?	Verificar de qué forma influye la metodología lean six sigma en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.	La metodología Lean six sigma influye en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.	La metodología Lean six sigma influye en la eficiencia en el área de producción de una empresa agroindustrial.	EFICIENCIA	EFICIENCIA

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 02: Área de selección y limpieza de materia prima



Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 03: Vista general del área de producción



Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 04: Recolección de datos del área de producción



Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 05: Implementación del nuevo molino de martillos



Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 06: Harina de maca procesada en costales




Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 07: Área de almacén de productos terminados



Fuente: Agroindustria Moliavila

Anexo N° 08: Ficha de toma de tiempos, fallas y defectos

Ficha de toma de tiempos, fallas y defectos												
	Estudiado por	Juan Camayo García					Área	Producción				
	Fecha	DD-MM-AA					Proceso	Harina de maca				
	Hora inicial						Hora final					
	Hora inicial											
N°	Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	N° de fallas y defectos	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												


Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 09: Vista general del área de producción

Ficha de producción							
	Estudiado por	Juan Camayo García			Producto	Harina de maca	
	Área	Producción			Comprobado por	-	
	Tipo de test	Pre test/Post test					
N°	Fecha	Unidades producidas (10kg)	Unidades defectuosas	Unidades conformes	Total de kg del proceso inicial	Total de kg del proceso final	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 11: Validación N° 2 del instrumento que mide la variable Lean six sigma



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN SIX SIGMA

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		Aportes/Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DEFINIR							
	Porcentaje de frecuencia de fallas	X		X		X		
2	MEDIR							
	Porcentaje de tiempo no utilizado	X		X		X		
	Nivel sigma	X		X		X		
3	MEJORAR							
	Porcentaje de mejora	X		X		X		
4	CONTROLAR							
	Porcentaje de productividad	X		X		X		


Observaciones (precisar si hay suficiencia) *SI HAY SUFICIENCIA.*

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (X)** **Aplicable después de corregir ()** **No aplicable ()**

Apellidos y Nombres del Juez validador. **Dr/Mg/Ing. VILCAPOTA GARCIA YUDITH Liz** DNI: 43923175

Especialidad del evaluador. *INGENIERIA AGRICOLA INDUSTRIAL* N° de CIP: 170884

D9 de Agosto del 2020




 Firmado del especialista

PERTINENCIA: El ítem pertenece al concepto teórico formulado
RELEVANCIA: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
CLARIDAD: Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem
NOTA: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 12: Validación N° 3 del instrumento que mide la variable Lean six sigma



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN SIX SIGMA

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		Aportes/Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DEFINIR							
	Porcentaje de frecuencia de fallas	X		X		X		
2	MEDIR							
	Porcentaje de tiempo no utilizado	X		X		X		
	Nivel sigma	X		X		X		
3	MEJORAR							
	Porcentaje de mejora	X		X		X		
4	CONTROLAR							
	Porcentaje de productividad	X		X		X		


Observaciones (precisar si hay suficiencia) ES APLICABLE

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: Dr Mg/Ing. JOSE LUIS PEREZ MARTINEZ DNI: 43244994

Especialidad del evaluador: N° de CIP: 290456


..... de AGOSTO del 2020.



Firma del especialista

PERTINENCIA: El ítem pertenece al concepto teórico formulado
RELEVANCIA: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
CLARIDAD: Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem
NOTA: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fuente: Elaboración propia



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		Aportes/Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	EFICIENCIA Porcentaje de eficiencia		X		X		X	
2	EFICACIA Porcentaje de eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		X		X		X		


Observaciones (precisar si hay suficiencia) *Si hay Suficiencia.*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador. *Dr/Mg/Ing. Elvó Quirope de la Cruz* DNI: *44993465*


Especialidad del evaluador: *Ingeniero Industrial* N° de CIP: *240618*

09 de agosto del 2020.


 Firma del especialista

PERTINENCIA: El ítem pertenece al concepto teórico formulado
RELEVANCIA: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
CLARIDAD: Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem
NOTA: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo N° 14: Validación N° 5 del instrumento que mide la variable productividad



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		Aportes/Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	EFICIENCIA							
	Porcentaje de eficiencia	✓		✓		✓		
2	EFICACIA							
	Porcentaje de eficacia	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia) *SI HAY SUFICIENCIA*

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (✓)** **Aplicable después de corregir ()** **No aplicable ()**

Apellidos y Nombres del Juez validador. Dr/Mg/Ing.: *VILCAPIÑA GARCIA YUDITH LIZ* DNI: *43923175*

Especialidad del evaluador: *INGENIERA EN CALIDAD INDUSTRIAL* N° de CIP: *176884*


[Firma]

 Firma del especialista

PERTINENCIA: El ítem pertenece al concepto teórico formulado
RELEVANCIA: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
CLARIDAD: Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem
NOTA: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 15: Validación N° 6 del instrumento que mide la variable productividad



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD


N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		Aportes/Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	EFICIENCIA Porcentaje de eficiencia	X		X		X		
2	EFICACIA Porcentaje de eficacia	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia) *ES APLICABLE*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) No aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador. Dr(Mg/Ing): *JOSE LUIS PEREZ MARTINEZ* DNI: *43244994*.

Especialidad del evaluador: N° de CIP: *290456*

10 de AGOSTO del 2020.

 Firma del especialista

PERTINENCIA: El ítem pertenece al concepto teórico formulado
RELEVANCIA: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
CLARIDAD: Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem
NOTA: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fuente: Elaboración propia