

Artículo:

Calidad y sostenibilidad en proceso de empaque de grano de garbanzo en comercializadora de granos

Quality and sustainability in chickpea grain packing process at a grain trader

Grace-Erandy Báez-Hernández¹, Juan-Héctor Alzate-Espinoza¹, Josué López-Gaxiola¹, Emilia-Estefana Saucedá-López¹

Revista Interdisciplinaria de
Ingeniería Sustentable y Desarrollo
Social (RIISDS)

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS de Guasave, Sinaloa, México.

* Autor corresponsal: juan-ae@guasave.tecnm.mx

Recibido: 31 de octubre de 2024
Aceptado: 19 de noviembre de 2024
Publicado: 20 de diciembre de 2024

Publicación anual editada por el
**Instituto Tecnológico Superior de
Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso
abierto distribuido bajo los términos y
condiciones de la licencia Creative
Commons
[https://creativecommons.org/licenses/b
y/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resumen: El estado de Sinaloa es la región productora de garbanzo más importante en México, este es muy apreciado por su tamaño en los mercados internacionales: una de las variedades de mayor importancia es el garbanzo blanco de Sinaloa (tipo Kabuli) también ofrece tamaños superiores a 13 y 14 mm. Como confiables proveedores de garbanzo conocemos el mercado de exportación las exigencias de las diferentes regiones de Europa y Medio oriente. (PROGRANOS, 2020). El objetivo es aplicar la calidad y sostenibilidad en el proceso de empaque de granos de garbanzo en una comercializadora de granos, La investigación fue mixta, con un análisis cuantitativo de variables de daño a los granos de garbanzo que no están en condiciones de venta, se aplicó la metodología de Seis Sigma desarrollando las 5 fases e identificar los indicadores sostenibles del proceso de empaque del grano de garbanzo, Se aplico un muestreo y se detectó la anomalía , medirla y analizar los datos. Como resultado se presentó una propuesta para implementación y monitoreo que beneficio en la reducción de daño al grano de garbanzo, estructurando un manejo y control de los indicadores de sostenibilidad a través de un programa de monitoreo, aportando de objetivos de desarrollo sostenible de las naciones unidas.

Palabras clave: Calidad, sostenibilidad, Seis Sigma, Garbanzo.

Resumen

El estado de Sinaloa es la región productora de garbanzo más importante en México, este es muy apreciado por su tamaño en los mercados internacionales: una de las variedades de mayor importancia es el garbanzo blanco de Sinaloa (tipo Kabuli) también ofrece tamaños superiores a 13 y 14 mm. Como confiables proveedores de garbanzo conocemos el mercado de exportación las exigencias de las diferentes regiones de Europa y Medio oriente. (PROGRANOS, 2020). El objetivo es aplicar la calidad y sostenibilidad en el proceso de empaque de granos de garbanzo en una comercializadora de granos, La investigación fue mixta, con un análisis cuantitativo de variables de daño a los granos de garbanzo que no están en condiciones de venta, se aplicó la metodología de Seis Sigma desarrollando las 5 fases e identificar los indicadores sostenibles del proceso de empaque del grano de garbanzo, Se aplico un muestreo y se detectó la anomalía , medirla y analizar los datos. Como resultado se presentó una propuesta para implementación y monitoreo que beneficio en la reducción de daño al grano de garbanzo, estructurando un manejo y control de los indicadores de sostenibilidad a través de un programa de monitoreo, aportando de objetivos de desarrollo sostenible de las naciones unidas.

Palabras clave: Calidad, sostenibilidad, Seis Sigma, Garbanzo

Abstract

The state of Sinaloa is the most important chickpea producing region in Mexico, this is highly appreciated for its size in international markets: one of the most important varieties is the white chickpea of Sinaloa (Kabuli type) also offers sizes above 13 and 14 mm. As reliable suppliers of chickpea, we know the export market requirements of the different regions of Europe and the Middle East (PROGRANOS, 2020). The objective is to apply the quality and sustainability in the chickpea grain packaging process in a grain trader. The research was mixed, with a quantitative analysis of variables of damage to chickpea grains that are not in sale conditions, the Six Sigma methodology was applied developing the 5 phases and identifying the sustainable indicators of the chickpea grain packaging process, a sampling was applied and the anomaly was detected, measured and analyzed the data. As a result, we presented a proposal for implementation and monitoring that benefits the reduction

of damage to the chickpea grain, structuring a management and control of sustainability indicators through a monitoring program, contributing to the sustainable development goals of the United Nations.

Keywords: Quality, Sustainability, Six Sigma, Chickpea

Introducción

El garbanzo es una leguminosa de importancia comercial en el Noroeste de México; Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, son los principales estados productores. Siendo una buena fuente de energía y proteínas (18-25%, bs); además, posee importantes cantidades de algunas vitaminas (niacina, tiamina, ácido ascórbico) minerales (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K, y Mg) y es una excelente fuente de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico). Es la quinta leguminosa en importancia sobre la base de producción mundial de grano, después de soya, cacahuete, frijol y chícharo. La producción nacional de garbanzo en 2014 fue de 171,665 Tonelada. (FAO STAT, 2017).

Sinaloa, una de las principales actividades económicas que genera altos ingresos, es la agricultura, los mayormente beneficiados en este sector son los inversionistas dedicados a la producción y la comercialización de grano, es importante mencionar que el sector industrial también se ve beneficiado gracias a esta actividad económica, ya que promueve la materia prima para la fabricación de alimentos (Ramos & Peñuelas G, 2013).

De acuerdo con el boletín publicado “Reporte sobre la Agricultura en Sinaloa al año 2020” por el Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa (CODESIN) señala que Sinaloa cultivó 1 millón 067 mil 526 hectáreas, las cuales produjeron 11 millones 803 mil 854 toneladas de alimentos con un valor de producción de 60 mil 874 millones de pesos. (CODESIN, 2021).

En el año 2020, la producción agrícola tuvo un valor en el mercado de 60,674 millones de pesos. Por tipo de producto, el valor de los granos fue de 26,016 mdp; Hortalizas 26,020 mdp; Leguminosas 4379 mdp; caña de azúcar 230mdp; Frutas 2,878 mdp; y otros cultivos 1,350 mdp. (CODESIN, 2021).

El estado de Sinaloa es la región productora de garbanzo más importante en México, este es muy apreciado por su tamaño en los mercados internacionales: una de las variedades de

mayor importancia es el garbanzo blanco de Sinaloa (tipo Kabuli) también ofrece tamaños superiores a 13 y 14 mm. Como confiables proveedores de garbanzo conocemos el mercado de exportación las exigencias de las diferentes regiones de Europa y Medio oriente. (PROGRANOS, 2020).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el 2015 donde se establecen 17 objetivos para mejorar nuestro mundo, el objetivo número 12 va dirigido a la producción y consumo responsable donde se aborda el tema de la concienciación sobre la necesidad de dar prioridad a las prácticas sostenibles en todos los sectores empresariales y el desperdicio de alimentos es indicio de consumo excesivo (ONU, 2015).

A raíz de este surgen diferentes estudios que marcan la referencia de la calidad y sostenibilidad en el proceso de producción a través de la aplicación de metodología de Seis Sigma para mejorar las practicas sostenibles y dirigir a una producción y consumo responsable. Algunos estudios indican que la aplicación de la metodología Seis sigma como (Molano; Materon, 2018) logra una disminución de tiempos de ciclo, para el incremento de la productividad, en la elaboración de concentrado para gallinas ponedoras, 2018. Tesis desarrollada para conseguir el título de Ingeniero Industrial. Universidad de San Buenaventura Santiago – Cali Colombia. La investigación estuvo basada en reducir el tiempo de ciclo y aumentar el rendimiento, en la producción de alimentos balanceados para las gallinas. Su objetivo fue satisfacer la demanda del mercado, mejorando la capacidad productiva instalada y su posicionamiento en el mercado. Un estudio experimental para determinar el efecto de aplicar el método Six Sigma en el proceso de fabricación. Se concluyó que el método Six Sigma se completó para mejorar las operaciones de la planta, reducir el tiempo de ciclo en un 5% y lograr el enfoque de objetivos comerciales. Al igual que (Kenedy, 2018) Con la aplicación de Six Sigma para Mejorar la Productividad en una Empresa Procesadora de Maca – 2018. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial Universidad Peruana Los Andes. Se aplico la metodología Six sigma para aumentar la productividad del área de producción de la empresa APROMAC VM en Huancayo. Su población comprende la producción de 1687 sacos de Maca en 5 meses, la muestra no tiene juicio directo, incluye la producción de 620 sacos de Maca en los últimos dos meses y 680 sacos de Maca en los dos meses siguientes aplicada la metodología six sigma. La conclusión

fundamental fue que, se aumentó la productividad de un 88.45% a un 95.59%, incrementándose en un 7.14%.

En Sinaloa existen muchas empresas comercializadoras de granos que empaqueta y envían granos a todo el país y el extranjero, uno de los factores importantes que tiene estas empresas es la calidad, porque busca producir y satisfacer a los clientes, accionistas y necesidades de mercados. Es por ello que dentro de los factores determinantes del presente trabajo busca la calidad y sostenibilidad en el proceso de empaque de granos de garbanzo en comercializadora de granos, a través de la aplicación de la calidad para disminuir el desperdicio, la reducción de la variación de los procesos y las prácticas sostenibles para tener un mejor manejo de los residuos y desempeño en los procesos y productos de la empresa. Este trabajo se realizará en una comercializadora de granos de garbanzo en la ciudad de Guasave Sinaloa, donde se aplicará la metodología six sigma en el proceso de los trenes de limpia del grano de garbanzo, e identificar los indicadores sostenibles del proceso, desarrollando 5 etapas: definir, medir, analizar, mejorar, controlar. Con la finalidad de mejorar la calidad del grano de garbanzo que se empaqueta para entrega a los clientes. Durante el proceso de empaque se ha detectado un porcentaje mayor al daño del grano de garbanzo, y por ello se requiere la aplicación de la metodología Six sigma para lograr un porcentaje mejor de daño en el garbanzo y así reducir la posibilidad de ser devuelto por el cliente. La empresa tiene un registro del porcentaje de daños del grano de garbanzo que refleja un porcentaje de daño total más elevado, alrededor de 3% (aceptable) y por ello un menor porcentaje de exportación al cliente entre 97 y 98%. Cabe señalar que la compañía con estos números está funcionando bien, pero lo que se busca es mejorar esta anomalía y presentar prácticas sostenibles en el proceso de empaque. La metodología que se abordará para solucionar los inconvenientes detectados es la metodología Seis Sigma utilizando como base la técnica de DMAIC que implementa 5 fases que logra el ciclo de mejora basado en datos obtenidos. (Lara Hernández, Pulido Lara, Olivares Cruz, & Rodríguez Gómez, 2023).

Los indicadores de sostenibilidad en el proceso de empaque de granos son esenciales para evaluar el impacto ambiental y social de las prácticas realizadas en el proceso. Es por ello considerar los indicadores más relevantes: Materiales de empaque, Eficiencia energética, Reducción de residuos, Huella de carbono, Impacto en el agua, condiciones laborales,

transporte y logística, durabilidad y protección, certificaciones y normativas, educación y conciencia. (Waisberg & Calero Pastor, 2024).

Materiales y métodos

En este estudio se realizará una investigación mixta, es el conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de la investigación (Hernández Sampieri , Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2006). Esta se desarrollará en la empresa comercializadora de granos de la ciudad de Guasave Sinaloa, donde se generará un diagnóstico de la situación del grano de garbanzo, analizando e identificando las necesidades y problemas existentes en el área de empaque de la empresa.

1. Definir el proceso y los métricos del problema, para identificar las entradas y salidas del proceso para conocer los críticos de calidad y aspectos de mayor importancia para el cliente.
2. Realizar el mapa de procesos, y análisis de sistemas de medición con el fin de cuantificar los errores asociados a la métrica.
3. Medir el desempeño del proceso, mediante algunas herramientas estadísticas, plan de muestreo y definir la línea base como resultado de la planificación inicial con el fin de utilizarse como orientación del proyecto.

El plan de muestreo se utilizará un muestreo aleatorio simple, con una población finita y se aplicó la fórmula para determinar el número de muestras siendo 50 costales, de estos se seleccionando 50 gramos de cada costal, generando un costal con una muestra total de 2000 gramos, sobre ese total se seleccionan 5 muestraran con el mismo procedimiento y son enviadas al área de análisis para validar la calidad del grano.

Una vez en el área de análisis, la técnica empleada para analizar es la observación, para la toma de 1000 gramos de cada muestra y se prosigue a separar los diversos tipos de daños que puede presentar el grano de garbanzo. Una vez identificados los daños se pesan individualmente y se registran en una lista de verificación. Por último, se suman todos los daños y se obtienen el porcentaje total de daños para la exportación.

Tabla 1. Plan de muestreo

Medición	Factores de estratificación	Definición operacional	Tamaño de muestra	Fuente de información	Método de recopilación	Quién recopila los datos
-Cantidad de daño de garbanzo (porcentaje)	-Materia prima -Procesos	-Peso en gramos	-2000 gramos	-Bascula (resolución gramos)	-Hoja de recopilación de datos	-Analista

4. Identificar las practicas sostenibles dentro del proceso de empaque a través de la identificación los principios de la ISO 14001.
5. Determinar las críticas del proceso, encontrando las variables que en condiciones anormales por tiempo prolongado que causa descontroles y determinar los modos y efectos de falla.
6. Determinar las mejoras a través de las nuevas condiciones del proceso de operación, aprobando por el encargado. Se identifica una posible falla en la propuesta para ajustarla.
7. Implementa y verifica los cambios al proceso, y se estandarizan los nuevos métodos.

Resultados y discusión

Durante la investigación se realizaron las actividades a través de la metodología Seis Sigma para mejorar la calidad del grano de garbanzo, así como los indicadores de sostenibilidad dentro del área del empaque de la empresa.

En la etapa de Definir se determinó el métrico a evaluar, este es referente a la calidad, que busca medir el porcentaje de quebrado de garbanzo y se tiene como línea base para la investigación el 8% de grano de garbanzo dañado, mismo que se busca reducir con la propuesta. Para ello Se presenta un mapa de procesos SIPOC.

Tabla 2. Mapa de procesos SIPOC

SIPOC					
	Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
LIMPIA DE GARBANZO	<ul style="list-style-type: none"> Productores CFE Truper 	<ul style="list-style-type: none"> Garbanzo Electricidad Lentes Tapones auditivos 	<ul style="list-style-type: none"> Cribadora Precalibradora Despedradora Mesa magnética Mesa de gravedad Calibradora Ensacadora 	<ul style="list-style-type: none"> Garbanzo pequeño Pedazos de garbanzo Basura (palillos y terrones) Garbanzo de calidad (limpio) 	<ul style="list-style-type: none"> Ganaderos de la región Compradores Internacionales

SIPOC Es una representación gráfica del proceso de limpia de garbanzo. Esta herramienta nos permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas: Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes. (Gutierrez, Gutierrez Pulido, & De la Vara Salazar, 2014).



Figura 1. Diagrama de procesos

El proceso de producción inicia cuando el grano pasa de silo pulmón a la maquina cribadora para la limpieza del grano, después pasa a la pre calibradora la cual separa el grano

chico del grano deseado, a su vez continua con la depredadora, esta se encarga de separar y eliminar del proceso la piedra más gruesa, luego pasa a la mesa magnética la cual se encarga de quitar metales y/o piedras que aun estén en el proceso, continuamos con la mesa de gravedad encargada de separar el grano quebrado, grano mitad, grano pequeño y también palillos que estén aún en el proceso, luego tenemos la calibradora encargada de profundizar en la separación de granos mitad y grano chico para luego pasar a la ensacadora ya teniendo el grano con la calidad deseada, esta ensacadora llena los sacos o costales de manera automática según el peso que se la haya programado. Por último, el personal cose el costal y lo estiban en una tarima (una tonelada de peso por tarima).

Se establece un plan de muestreo que consta de seleccionar 50 gramos de cada costal que se ensaca (producto terminado) generando un costal con una muestra total de 2000 gramos, sobre ese total se seleccionan 5 muestras con el mismo procedimiento y son enviadas al área de análisis para validar la calidad del grano. Con las muestras en el área de análisis la técnica empleada para analizar es la observación. A través de este método visual se toma 1000 gramos de cada muestra y luego se prosigue a separar los diversos tipos de daño que puede presentar el grano de garbanzo. Una vez identificados los daños se pesan individualmente y se registran en una lista de verificación. Por último, se suman todos los daños y se obtiene el porcentaje total de daños para la exportación.

Tabla 3. Porcentaje Total de Daños

PORCENTAJE TOTAL DE DAÑOS						
Verdes	Lisos	Manchados	Mitades	Mord. Gusano	Pelados	Quebrados
0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.1%	0.3%	0.8%

Tabla 4. Plan de muestreo

Medición	Factores de estratificación	Definición operacional	Tamaño de muestra	Fuente de información	Método de recopilación	Quién recopila los datos
-Cantidad de daño de garbanzo (porcentaje)	-Materia prima -Procesos	-Peso en gramos	-2000 gramos	-Bascula (resolución gramos)	-Hoja de recopilación de datos	-Analista

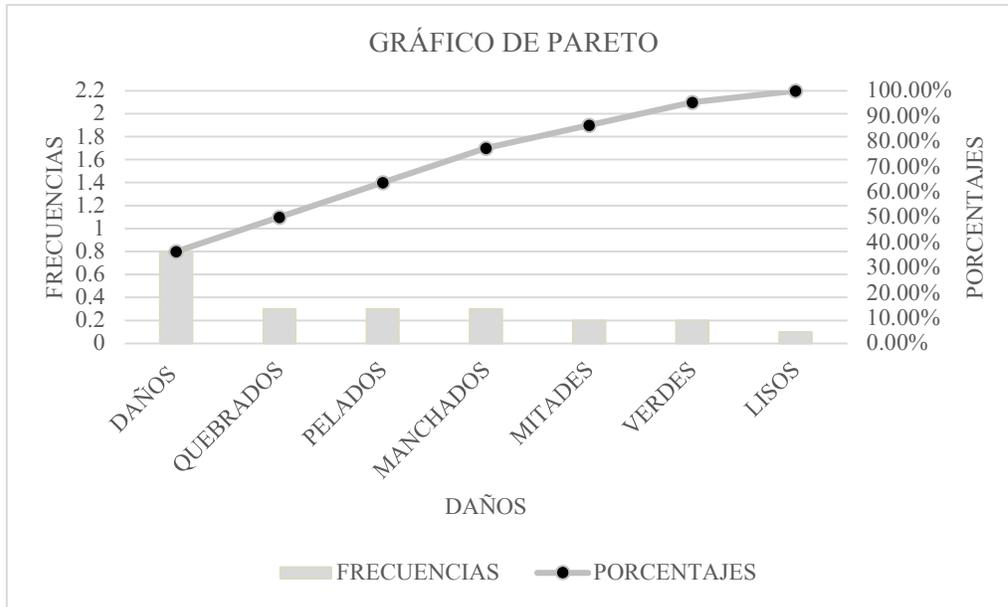


Figura 2. Diagrama de Pareto

En la Figura 2 se observa claramente que el daño que se presenta con mayor porcentaje de frecuencia es “quebrados” con un 36% del daño total.

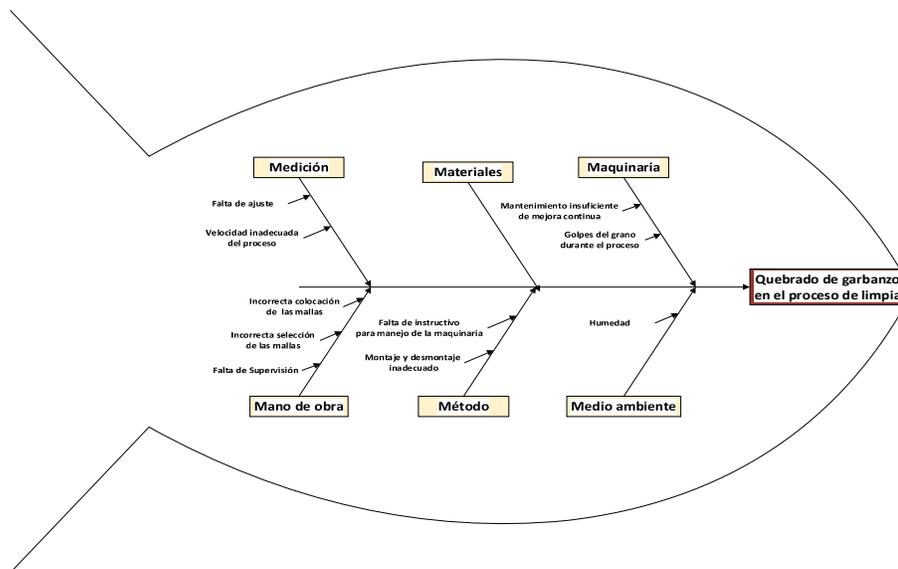


Figura 3. Diagrama causa efecto

Se realizó un diagrama causa-efecto con el objetivo de conocer las posibles causas que ocasionan el quebrado del garbanzo en el proceso.

Se aplicó la herramienta AMEF en el proceso de limpia de garbanzo presenta la existencia de 7 distintas entradas del proceso, de las cuales la atención se centra en aquellas con un NPR

(Nivel de Prevención de Riesgo) superior a 150, es un buen indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. Al terminar el AMEF se puede destacar solo 1 NPR superior a los 150.

En la sección de “calibradora” cuenta con un NPR de 160 con el modo de falla potencial de que el grano se quiebre por la falta de una correcta calibración y por golpe en la tolva al llegar el grano con velocidad de su anterior proceso.

Con base a los resultados obtenidos en la herramienta AMEF se tiene dos posibles soluciones para implementar.

1. Compra e instalación de nitrilo sanitario blanco especial para reducir la intensidad del golpe del grano en la tolva. (última área del proceso).
2. Programación de monitoreo constante de la maquinaria y su ajuste.

Se implementan las dos soluciones:

La primera solución nos habla de la compra de nitrilo sanitario blanco, se observó que el proveedor tenga practicas sostenibles para la distribución y entrega del producto, y es un producto que tiene uso de la certificación ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental, Este estándar internacional proporciona directrices sobre la gestión ambiental, relevante a las prácticas de empaque así como la prevención de riesgos ambientales, como el uso de envases reciclables, y las instrucciones para un buen manejo de uso de residuos. (ISO 14001, 2015)

La segunda posible es la programación, monitoreo y ajuste de la maquinaria. Se presenta el plan de control para la calibración, monitoreando Y programación de la máquina, así como las prácticas sostenibles que se deben de realizar para uso y manejo de energía de la máquina como lo indica la certificación ISO 50001 Sistema de Gestión de la Energía. (ISO 50001, 2018).

Tabla 5. Plan de control de calibración

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	AJUSTE	FRECUENCIA DE AJUSTE
Cribadora	Primera limpieza de grano	Aire: 20%	60 min
Precalibrador	Separación de grano chico	N/D	60 min
Despedradora	Separación y eliminación de la piedra más gruesa	Aire: 40% Inclinación: 20% Vibración: 45%	60 min
Mesa magnética	Separación de metales y/o piedras que aun estén en el proceso	Vibración: 50% Velocidad 50%	60 min
Mesa de gravedad	Separación del grano quebrado, grano mitad, grano pequeño y también palillos que estén aún en el proceso	Inclinación lateral: 15% Inclinación frontal: 20% Aire: 30% Vibración: 40%	60 min
Calibradora	Separación de granos mitad y grano chico	N/D	60 min
Ensacadora	Llenado de sacos o costales de manera automática según el peso programado	Peso estimado	60 min

Una vez definidas las soluciones, se procedió a realizar la implementación y monitoreo con las mejoras aplicadas en el proceso.

Tabla 6. Tabla con total de daño de nuevo muestreo

PORCENTAJE TOTAL DE DAÑOS						
Quebrados	Pelados	Manchados	Mitades	Verdes	Lisos	Mord. Gusano
0.6%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.2%	0.1%

Se observa que a través la implementación de las dos posibles soluciones se logró reducir de un 8% a un 6% el grano quebrado total, teniendo así un 2% mejoría.

Con base a esto se analiza que las soluciones que se estructuran reflejando una mejoría del 2% en el quebrado del grano de garbanzo, logrando un aprovechamiento del recurso.

Los indicadores de sostenibilidad nos sirven para llevar un control de los residuos que se desarrollan en el área de empaque y control de la energía que se establece en las máquinas.

Conclusiones

Este proyecto impacta directamente el Objetivo de desarrollo sostenible 12: Producción y consumo responsable, con las acciones de mejora se logra aportar en la meta 12.3: “De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en la cadena de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.” Con las acciones aplicadas en el proceso de empaque se determina una mejora significativa porque se puede reducir el desperdicio de alimentos y contribuir a un consumo responsable logrando un grano de garbanzo con mayor calidad.

Se aplicó la metodología Seis Sigma para mejorar la calidad del grano de garbanzo en el área de empaque de la empresa, logrando nuevas prácticas de calidad para medir la eficiencia de los procesos y tener un control del mismo, logrando una reducción de porcentaje de daños de quebrado en el grano de garbanzo en un 2% en kilogramo.

Establecer indicadores asociados a los factores claves para la sostenibilidad, Las empresas necesitan estandarizar e integrar aspectos relacionados con la calidad o mejora continua. Especialmente los relacionados con la participación de las personas, la formación y los indicadores de seguimiento tanto de los resultados del sistema como del propio sistema.

Se recomienda que la empresa siga investigando en la aplicación de los sistemas de mejora, para analizar con más detalle los factores asociados al éxito y sostenibilidad de los mismos. En concreto es necesario proponer y documentar indicadores asociados a los procesos, Por último, sería útil indagar en las razones por las que las empresas no han integrado en el proceso de empaque de grano de garbanzo. Replicar este estudio por más de 6 meses para tener un dato histórico y hacer las propuestas de mejora para lograr una medición de las mismas.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa a grupo de empresarios de la comercializadora de granos del municipio de Guasave Sinaloa y al TECNM-Instituto Tecnológico Superior de Guasave por su apoyo para realizar esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Apaza, R. (2012). *Fundamentos sobre Gestión de la Producción y Operaciones*. La Paz, Bolivia: Biblioteca virtual.
- Avedaño, G. (2014). *Optimización de procesos en ingeniería*. Bogotá: Universidad EAN.
- CODESIN. (Junio de 2021). *CODESIN-Sinaloa en Números 2020*. Obtenido de <https://www.sinaloaennumeros.codesin.mx/wp-content/uploads/2021/06/Reporte-29-del-2021-de-Agricultura-en-sinaloa-2020.pdf>
- Figuera, P. (2017). *Optimización de productos y procesos industriales*. Mexico: Gestión 2000.
- Gutierrez, Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2014). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill .
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México : Mc Graw Hill .
- ISO 14001. (2015). ISO. *Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- ISO 50001. (2018). Energy management. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:pub:PUB100400>
- kume, H. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Bogotá: Norma.
- Lab-Volt (Quebec) Ltda. . (2004). *Fundamentos del control de procesos*. Canadá: Lab-Volt.
- Landeta, J. M. (2004). *Las 7 herramientas básicas de la calidad*. San Luis Potosí: Universitaria Potosina.
- Lara Hernández, O., Pulido Lara, E., Olivares Cruz, J., & Rodriguez Gomez , J. A. (2023). Implentación de la metodología Six sigma para optimizar el servicio al cliente en una carnicería. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social* , 197-213.
- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Pacheco, J. N. (2010). *Medicion y Control de Procesos Industriales*. México: Trillas Sa De Cv.

PROGRAMOS. (2020). *PROGRAMOS*. Obtenido de PROGRAMOS:
<https://progranos.com.mx/garbanzo.html>

Pulido, H. G. (2008). *Analisis y diseño de experimentos*. México : McGraw-Hill.

Ramos, & Peñuelas G. (2013). Las empresas Comercializadoras de Granos en Sinaloa, un acercamiento a sus características y la problemática actual. *XVII Congreso Internacional de Ciencias Administrativas, Universidad de Atemajac, México*. Atemajac México.

Scott, E. (2019). *Seis Sigma: Una Guia Esencial Para Principiantes Seis Sigma*. Los Angeles: Independently Published.

Socconini, L. (2015). *CERTIFICACIÓN LEAN SIX SIGMA GREEN BELT*. Barcelona: MARGE books.

Vargas, H. (2014). *Manual de implementación del programa de las 5's*. México: Corporación Autónoma Regional de Santander.

Waisberg, S. V., & Calero Pastor, M. (2024). Propuesta para la adaptación del sector de envases de uso agroalimentario a los requisitos de economía circular de la unión europea. Valencia , España : Universidad Europea Valencia .