

José Enrique Calito Rodríguez

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Carlos Moisés Hernández González.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Enrique Calito Rodríguez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado
en Ingeniería industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
Énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

PRÓLOGO

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática por bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, e incluye los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Pantaleón s.a., Siquinalá, escuintla. Esto conlleva a que la maquinaria que posee la empresa no presente las condiciones adecuadas para desempeñar correctamente su funcionalidad en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), esto afecta en gran manera el desempeño y la rentabilidad en dicho ingenio y afecta grandemente al final de zafra.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Fortalecimiento de la unidad ejecutora; Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.; Se cuenta con Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Estos resultados permitirán se eleva el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y a la vez se soluciona el efecto en un 90%.

PRESENTACIÓN

Estudio de tesis titulado, “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”, fue realizada durante los meses de febrero a diciembre del año dos mil veintidós, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó el problema central es inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla., lo que ocasiona bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

La intención principal de este proyecto, es la contribución con dicha empresa, para mejorar su organización y dotar de conocimientos sobre los perfiles académicos necesarios para la contratación de un nuevo personal que sea el adecuado para desempeñar las diferentes actividades que se realicen en dicha empresa.

La investigación, ejecución y elaboración del estudio permite poner en práctica los conocimientos adquiridos, durante toda la formación y desarrollo de la carrera.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados los cuales son: a) Fortalecimiento de la unidad ejecutora. B) Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. c) Se cuenta con Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

ÍNDICE GENERAL

| Nº. | Contenido | Página |
|-------|-------------------------------------|--------|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I.1 | Planteamiento del problema..... | 2 |
| I.2 | Hipótesis..... | 3 |
| I.3 | Objetivos..... | 3 |
| I.3.1 | General..... | 4 |
| I.3.2 | Específico..... | 4 |
| I.4 | Justificación..... | 4 |
| I.5 | Metodología..... | 5 |
| I.5.1 | Métodos..... | 5 |
| I.5.2 | Técnicas..... | 8 |
| II | MARCO TEÓRICO..... | 11 |
| III | COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... | 91 |
| IV | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 98 |
| IV.1 | Conclusiones..... | 98 |
| IV.2 | Recomendaciones..... | 99 |
| | Bibliografía | |
| | Anexos | |

ÍNDICE DE CUADROS

| Nº. | Contenido | Pagina |
|-----|--|--------|
| 1. | Personas que conocen sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 92 |
| 2. | Personas que conocen el tiempo que existe bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 93 |
| 3. | Personas que conocen el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 94 |
| 4. | Personas que conocen sobre Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 95 |
| 5. | Personas que apoyan la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 96 |
| 6. | Personas que conocen sobre la Necesidad de la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 97 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| N°. | Contenido | Pagina |
|-----|--|--------|
| 1. | Principales países de destino del azúcar de Guatemala en 2020..... | 18 |
| 2. | Grafica de azúcar exportada en 2020 | 19 |
| 3. | Grafica del consumo per cápita de azúcar a nivel mundial | 26 |
| 4. | Grafica de la participación del azúcar en el PIB | 28 |
| 5. | Grafica de la posición del azúcar en la generación de divisas ... | 29 |
| 6. | Personas que conocen sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla | 92 |
| 7. | Personas que conocen el tiempo que existe bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla | 93 |
| 8. | Personas que conocen el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla | 94 |
| 9. | Personas que conocen sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla | 95 |
| 10. | Personas que apoyan la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 96 |
| 11. | Personas que conocen sobre la Necesidad de la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla..... | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Nº. | Contenido | Página |
|-----|--|--------|
| 1 | Industria azucarera..... | 11 |
| 2 | Bodegas de Expogranel Guatemala..... | 15 |
| 5 | Imagen de representantes de la CIG..... | 21 |
| 7 | Cuadro de ranking de algunos indicadores del sector azucarero nacional en 2014..... | 25 |
| 10 | Imagen de implementos utilizados en una secuencia general. | 30 |
| 11 | Arado de cinceles integral..... | 31 |
| 12 | Criterios y clasificación de semilleros..... | 35 |
| 13 | Comportamiento y distribución de coyolillo..... | 38 |
| 14 | Principales malezas presentes en Guatemala..... | 39 |
| 15 | Extracción de minerales por cada tonelada de caña comercial..... | 40 |
| 16 | Mapa de materia organiza de la zona cañera de Guatemala... | 41 |
| 17 | Maquinaria utilizada en el riego de caña de azúcar..... | 47 |
| 18 | Proceso de planificación del riego..... | 48 |
| 19 | Información días promedio de déficit hídrico, días para riego después y antes del corte en cada uno de los períodos de zafra y estratos altitudinales..... | 49 |
| 20 | Curva de maduración de la variedad CP88-1508 en un régimen de aplicación y no aplicación de Glifosato como madurador..... | 51 |
| 21 | Comparación de maduradores con y sin efecto disecante..... | 52 |
| 22 | Maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar..... | 53 |

| | | |
|----|---|----|
| 23 | Imagen de maquinaria de cincel | 54 |
| 24 | Imagen de maquinaria de rastra de discos | 55 |
| 25 | Imagen de maquinaria para el cuidado del cultivo..... | 56 |
| 26 | Imagen de maquinaria utilizada para la cosecha de caña de azúcar..... | 58 |
| 27 | Imagen de datos de toneladas molidas y porcentajes de cosecha por ingenio..... | 59 |
| 28 | Imagen de maquinaria utilizada en la recolección de la caña de azúcar..... | 60 |
| 29 | Imagen de la descripción de las 5`S..... | 75 |
| 30 | Pasos para aplicar una mejora continua..... | 80 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se elaboró como uno de los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, que es llevar a cabo una investigación. por lo tanto, se optó el estudio de “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”. El estudio identifica la problemática existente, la cual consiste en Inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Al terminar el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua”. El informe final de graduación o tesis está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación, Además, los siguientes capítulos:

Capítulo I: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología, métodos y técnicas que fueron empleados tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis obtenida en la presente investigación.

Capítulo II: Marco teórico y todos los aspectos conceptuales.

Capítulo III: Comprobación de la hipótesis. Con cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a las variables dependiente “y” e independiente “x” con su respectivo análisis.

Capítulo IV: Las conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

I.1. Planteamiento del problema

El problema principal de la investigación es el Inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. El efecto Bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., y su causa principal es Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Esto ocasiona que la maquinaria no se encuentre en óptimas condiciones para las labores en campo para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, esto afecta de manera grande la disponibilidad de la maquinaria y como consecuencia de esto provoca que los resultados al final de la zafra se encuentren en decadencia ya que no se logra cumplir con las metas establecidas a cada inicio de temporada.

Esto es debido a que el personal encargado de la maquinaria necesita una mejor capacitación para mejorar la disponibilidad de la maquinaria se tiene como base un óptimo mantenimiento durante el periodo de reparación que consta de cinco meses antes que comience la zafra.

Es por ello que se busca una solución pronta a este problema que comienza desde el área gerencial hasta los supervisores de producción y los trabajadores que realizan el mantenimiento de toda la maquinaria, esto provoca un desorden en las actividades que se desempeñan dentro del ingenio y, por ende, hace que disminuya la rentabilidad en dicho ingenio.

Al resolver el problema con esta propuesta planteada, Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, contarán Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

I.2. Hipótesis

Es la que permite determinar si el problema encontrado es debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), también permite mostrar lo que se busca solucionar y las posibles soluciones a la problemática que ha sido encontrada.

“El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) la causante del bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos

Los objetivos de la presente investigación, graficados que consisten en un objetivo general que es el principal objetivo que se busca lograr, y el objetivo específico que es lo que la empresa espera alcanzar en un plazo determinado de tiempo y bajo las directrices de los objetivos generales de investigación.

I.3.1. General

Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

I.3.2. Específico

Usar adecuadamente la maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Con estos objetivos se logrará aumentar la rentabilidad de la empresa y se usará adecuadamente la maquinaria.

I.4. Justificación

El desarrollo del presente estudio e investigación que se realizó, es necesario implementar soluciones sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

La presente investigación está basada en fuentes de información primaria que ofrecen datos concretos; así mismo de otras fuentes constituyentes, el trabajo de campo que se desarrolló con los supervisores de producción, los cuales ofrecen datos sobre el uso de la maquinaria para las labores realizadas y que son indispensables para llegar a las metas estipuladas y cumplir con lo presupuestado para la zafra próxima. Razón por la cual se realizó la investigación es porque en los últimos cinco años ha existido un bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

El medio de solución a la problemática actúa, es a través de la Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, esto permitirá utilizar de manera adecuada la maquinaria que se utiliza en la empresa, lo cual conlleva a una mejor organización y mayor sostenibilidad económica.

Al inicio se da a conocer que se obtiene un porcentaje de bajo rendimiento del 53.60%, que con la propuesta disminuye al quinto año a 17.05%.

En el quinto año disminuiría el bajo rendimiento en la empresa, por lo cual la misma tendría una mejor rentabilidad en los próximos años, por lo que se comprueba que es necesaria la implementación de Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

I.5 Metodología

La metodología es la descripción de métodos y técnicas empleadas en la formulación y la comprobación de la hipótesis. Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de investigación, se exponen a continuación:

I.5.1. Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma. Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Método Científico

Este método permitió al investigador basarse en su empirismo y su propio análisis de la situación ocurrida en el área de estudio, también permitió, someter la investigación a una prueba de la verdad que consiste en que los descubrimientos o información recabada pueda ser comprobada, mediante la experimentación, por cualquier persona y que la hipótesis planteada pueda ser revisada y cambiada si no se cumple.

Método Deductivo

Es un proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales con el propósito de señalar las verdades particulares, contenidas explícitamente en el problema.

Con este método deductivo se pudo conocer aspectos generales sobre el inadecuado uso de la maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). A través del método deductivo se procedió a la formulación de la hipótesis, se utilizó el método de marco lógico, para encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, para desarrollar la investigación.

Método Inductivo

Este método permitió la formulación de. La hipótesis para la investigación del inadecuado uso de la maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

El método inductivo permitió obtener resultados específicos a través de observaciones y análisis, particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones, a partir de tales resultados.

Método Estadístico

Permitió la comprobación, en una parte de las varias consecuencias verificables deducidas de la hipótesis general de la investigación.

Después de haber recabado información de las boletas, se procedió a tabularlas, para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación.

Método de Análisis

Es método permitió, mediante fórmulas estadísticas apropiadas y el uso de tablas diseñadas, la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que son como objeto de comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de Síntesis

Se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, con los resultados obtenidos, producto de la investigación de campo efectuada.

Método de marco lógico: permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir cómo utilizar y manejar el tema planteado.

El método del marco lógico permitió entre otros aspectos como: encontrar el objetivo general y específico de la investigación, así también la denominación del trabajo en cuestión.

Modelo de Investigación y proyectos domino.

Es una técnica utilizada por la universidad Rural de Guatemala la cual consta de problema, propuesta y evaluación.

I.5.2. Técnicas

Es el procedimiento de normas, protocolos o reglas que tienen como objetivo la obtención de un resultado determinado. Se utilizaron técnicas en la formulación y la comprobación de la hipótesis.

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis se utilizaron las siguientes técnicas que permitieron la formulación de la hipótesis de trabajo:

Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los colaboradores de Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla.

Observación Directa

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en la empresa y se procedió a recolectar la información.

Investigación Documental

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

Entrevista

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro de Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Determinación de la población a investigar

La población para determinar el efecto principal, es de 5 individuos, gerente del área de taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, supervisores de producción, centro de operaciones integradas, mediante un censo, con el fin de hacer más efectiva la investigación porque se trabajó con el 100% de nivel de confianza.

Modelo de investigación dominó

Este modelo se utilizó para resumir los datos generales de la tesis, el cual fue bastante útil para la estructuración y correlación del trabajo en general, se incluyó en los anexos del tomo 1.

Coefficiente de correlación

Al calcular el coeficiente de correlación, proporcionó un indicador estadístico, que en consecuencia permitió conocer la correlación lineal entre dos variables cuantitativas (X, Y), en otras palabras, medir el comportamiento de la curva durante el año de

estudio. Según la fórmula establecida por la universidad, el coeficiente de correlación es 0.99.

Proyección de línea recta

Se elaboró la gráfica comparativa con y sin proyecto para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada a futuro, sobre bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

II. MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el proyecto de investigación. En su elaboración fue necesario acudir a la recopilación de datos e información documental. Está integrado por aspectos doctrinarios, que incluyen toda la teoría que se ha escrito anteriormente sobre el tema y que servirá como base para fundamentar este trabajo de estudio, para su fuente de consulta y posteriormente poder implementarlo en la empresa.

Los aspectos doctrinarios comprenden: Industria azucarera, importancia económica de la industria, cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), maquinaria utilizada en el cultivo. Eficiencia de la maquinaria, Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar.

Industria azucarera

Según Sugar for Good (2017), la Agroindustria Azucarera es una fuerza para la prosperidad económica y el progreso en Guatemala, pero también ha posicionado al país como un referente internacional. Desde ser un modelo en producción sostenible e industrialización hasta destacar por su eficiencia en la carga en puerto.

La Agroindustria Azucarera de Guatemala es reconocida a nivel global como uno de los líderes en la producción de azúcar. Guatemala tiene características que le convierten en el lugar perfecto para la siembra de caña y producción de azúcar. Gracias a las prácticas por parte de los empresarios, se ha logrado que Guatemala este posicionado como el cuarto exportador de azúcar a nivel mundial, así mismo es el tercero más eficiente mundialmente. (Sugar for Good 2017).

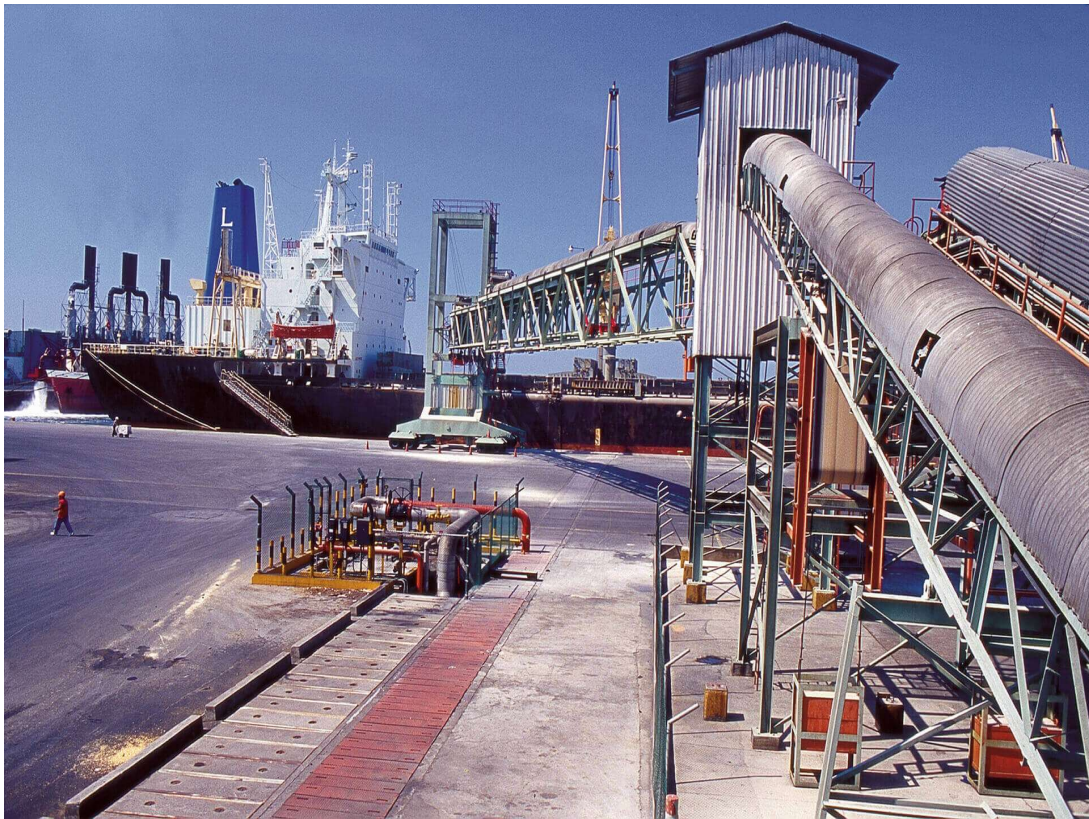
En Guatemala su industria ha invertido principalmente en infraestructura, y creo de esta manera un enfoque integrado que en el año 2015 permitió que ocupara el 9no

lugar como uno de los países más productores de caña de azúcar a nivel mundial. (Sugar for Good 2017).

En cuanto a los índices productivos del país estos se han incrementado últimamente, sin necesidad de aumentar la tierra cultivada, que es aproximadamente el 3.3% del territorio nacional, este cada año es capaz de obtener más azúcar por hectárea cultivada, esto es posible gracias a la implementación y mejora de las técnicas que favorecen para que la industria nacional sea más competitiva (Sugar for Good, 2017).

Figura 1

Industria azucarera



Fuente: Azúcar de Guatemala (2018)

Azúcar de Guatemala en el mundo

Actualmente Guatemala produce más de la mitad de azúcar que toda Centro América

produzca, hay datos que comprueban que en 2020 Guatemala fue el onceavo productor a nivel mundial de caña de azúcar, la industria azucarera representa aproximadamente el 6.5% del total de exportaciones de Guatemala. (Sugar for Good, 2017).

El abordaje integrado ha hecho que el país de Guatemala sea un líder a nivel mundial gracias a su eficiencia que contiene en carga de puertos para la exportación de azúcar al resto del mundo. (Sugar for Good, 2017).

Los niveles de producción de azúcar en Guatemala últimamente se han incrementado, pero no ha existido un aumento del territorio que ocupan para el cultivo de la caña de azúcar, este se mantiene en 3%, esto es debido al aumento en la recuperación de la sacarosa en la mayoría de los ingenios y estos obtienen un mayor rendimiento en sus campos de cultivo de caña (Sugar for Good, 2017).

En los últimos 30 años, los rendimientos dentro de los campos de cultivos de caña de azúcar han ido en aumento aproximadamente en un 35%, esto ha provocado el aumento de su rendimiento y ha favorecido a gran medida que la industria azucarera de Guatemala sea más competitiva y ambientalmente sostenible, gracias a que esta está enfocada en la producción (Sugar for Good, 2017).

La industria azucarera de Guatemala es una de las principales creadoras de fuentes de trabajo dentro del país, ya que provee empleos en cada etapa de la producción de la azúcar en el país, esta incrementa el crecimiento económico y sostenible (Sugar for Good, 2017).

Alrededor de \$400 millones de dólares en sueldos y salarios, eso es quetzales es mas de Q3,000,000,000, a todo esto, se debe sumar toda la dinámica económica que esta industria pueda generar con los proveedores y con las poblaciones dentro del área de

cultivo y donde se pueda situar la empresa. Gracias a la industria azucarera se ha disminuido la cantidad de migraciones hacia Estados Unidos, y en la actualidad se encuentran procesos de aplicación de políticas gremiales y laborales. (Sugar for Good, 2017).

Historia del azúcar de Guatemala

La historia del azúcar en Guatemala se remonta al siglo XVI. Según datos históricos, fue Cristóbal Colón el que trajo las primeras plantas al nuevo continente. La caña de azúcar es originaria del sureste de Asia y el registro más antiguo que la menciona data del año 1000 antes de Cristo, en India. (Sugar for Good, 2017).

El azúcar no tuvo apenas importancia hasta que los indios descubrieron métodos para convertir el jugo de la caña de azúcar en cristales granulados que eran más fáciles de almacenar y transportar (Sugar for Good, 2017).

En Guatemala se cultivó caña de azúcar desde el siglo XVI de forma artesanal y en 1587 ya había varios trapiches en el valle de Guatemala y el ayuntamiento de Santiago promulgó las ordenanzas del gremio de los hacedores de azúcar. (Azúcar de Guatemala, 2020)

El primer ingenio fue documentado en 1591. Durante siglos se cultivó y procesó de manera artesanal la caña. Con el crecimiento e importancia de la Agroindustria, empezaron los intentos de asociarse, el 19 de diciembre de 1937 se conformó el “Consortio Azucarero”, en esa época las exportaciones del edulcorante eran apenas, cerca del 13% de la producción. (Azúcar de Guatemala, 2020)

El 17 de septiembre de 1957 fue creada la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), esta asociación fue creada con la finalidad de brindar un desarrollo y

crecimiento a la industria azucarera del país, han pasado aproximadamente 500 años y se ha modificado las fábricas implementándolas con más tecnología a lo largo de los años (Azúcar de Guatemala, 2020).

Alrededor de 60 años de trabajo en la industria azucarera en Guatemala le han permitido posicionarse a nivel mundial gracias a su calidad e innovación, actualmente Guatemala es el cuarto exportador de azúcar a nivel mundial, segundo en Latinoamérica y el tercero con mayor producción en el mundo (Sugar for Good, 2017).

Guatemala genera alrededor de 56 mil empleos de forma directa y más de 280 mil empleos indirectos, el azúcar es el segundo producto con mayor exportación existente en el país, este genera diferentes divisas, mismas que han ido en aumento y superan los mil millones de dólares de forma anual, son competitivos a nivel global, mismo camino que ha requerido visión y transformación para realizar los procesos de forma correcta (Azúcar de Guatemala, 2020).

El azúcar y su amplio campo de trabajo ha generado muchas oportunidades y ha traído desarrollo hacia Guatemala, mismo país que está comprometido con promover las condiciones de empleo justas, dignas y decentes para sus pobladores para garantizar un bienestar social correcto (Azúcar de Guatemala, 2020).

Expogranel

Azúcar de Guatemala (2020) comenta: es la terminal de embarque responsable de la recepción, almacenamiento y embarque del azúcar de exportación producida por los ingenios guatemaltecos. Está ubicada en el Puerto Quetzal departamento de Escuintla, en la costa sur de Guatemala a unos cien kilómetros de la capital guatemalteca. Expogranel, S.A. cuenta con equipos especializados y personal altamente calificado,

lo que la constituye en una de las terminales de embarque más eficientes del mundo y única en su clase en Guatemala (Azúcar de Guatemala, 2020).

A finales de los años ochenta, la Junta Directiva de la Asociación de Azucareros de Guatemala, con visión futurista, inició investigaciones sobre diseños de terminales azucareras especializadas en carga de buques, con el propósito de abrirse nuevos mercados y hacer del azúcar de Guatemala un producto más competitivo a nivel mundial. (Azúcar de Guatemala, 2020).

Después de estudiar varias propuestas a finales del año 1991 se inició el diseño de la Terminal de Embarque en Puerto Quetzal (Azúcar de Guatemala, 2020).

Ubicada en Puerto Quetzal, es la terminal especializada para el manejo y embarque de azúcar a granel en Guatemala, la cual se ha posicionado como una de las terminales más eficientes del mundo (Azúcar de Guatemala, 2020).

Con un sistema de bandas transportadoras, grúas de embarque y puentes hidráulicos, la terminal puede recibir hasta 800 toneladas métricas de azúcar por hora y llenar un barco granelero a una velocidad de 2 mil toneladas métricas de azúcar a granel por hora promedio. Los puentes hidráulicos, los lanzadores de azúcar, muestreadores automáticos, sistema de bandas transportadoras, grúas de embarque, entre otros (Azúcar de Guatemala, 2020).

Figura 2
Bodegas de Expogranel Guatemala



Fuente: Azúcar de Guatemala (2021)

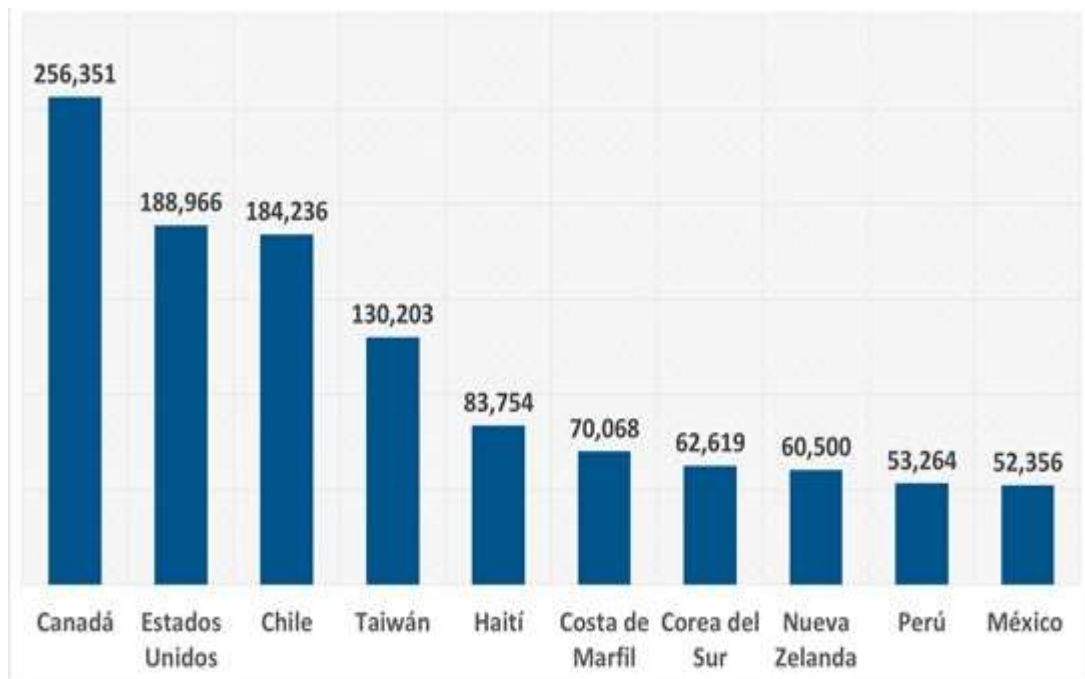
Guatemala ha exportado su azúcar alrededor de 59 países y en los 5 continentes en el año 2020, mismo producto que se encuentra como el sexto producto más exportado del país (Azúcar de Guatemala, 2020).

Actualmente en Guatemala se exporta alrededor del 70% de su producción total de azúcar hacia el extranjero, el 30% restante se queda en el país y posteriormente se fortifica con vitamina A, mismo porcentaje se utiliza para abastecer el consumo nacional del país. (Azúcar de Guatemala, 2020).

Los países donde Guatemala exporta más su azúcar son: Canadá con alrededor de 256.4 millones de Kg, Estados Unidos con 189 millones de Kg y Chile con 184.2 millones de Kg (Azúcar de Guatemala, 2020).

Grafica 1

Principales países de destino del azúcar de Guatemala en 2020



Fuente: Banguat (2020)

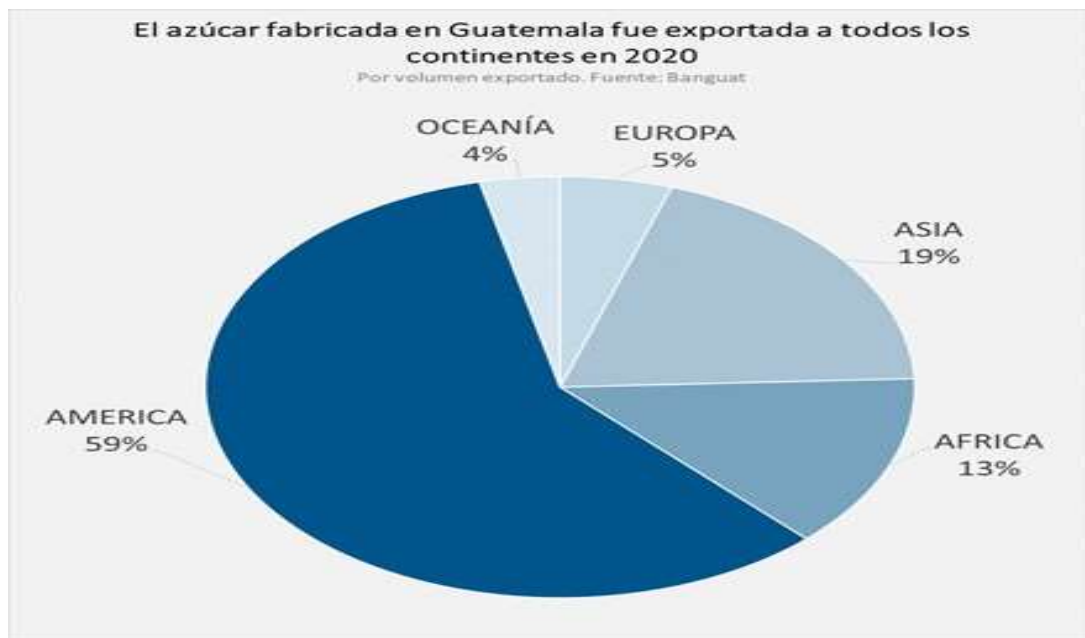
Según datos proporcionados por el Banco de Guatemala en 2020 el país exporto hacia los continentes del mundo, más del 50% del azúcar que produce y almacena en Guatemala se exporta hacia la mayoría de países de América, también países desarrollados como en su caso es Canadá, Estados Unidos y Chile, también se puede agregar a la lista Haití con 83.8 millones de Kg y Perú con 53.3 millones de Kg (Azúcar de Guatemala, 2020).

Al hablar de Asia, se puede mencionar a Taiwán que es el país asiático donde Guatemala exporta más azúcar, este recibe más de 130 millones de Kg de azúcar, también se incorpora Corea del Sur en el segundo lugar con 62 millones de Kg, también Malasia con 46.8 millones de Kg (Azúcar de Guatemala, 2020).

Mientras que en África el principal país en el que Guatemala exporta su azúcar es Costa de Marfil con promedio de 70 millones de Kg, después en el segundo lugar del continente africano se encuentra Mauritania con 45 millones de Kg y Ghana con 45 millones de Kg (Azúcar de Guatemala, 2020).

Mientras que, en el continente europeo, España es el país con el dato más grande en cuanto a exportación de azúcar con 37 millones de Kg, después sigue Portugal con 19 millones de Kg e Italia con 15.3 millones de Kg (Azúcar de Guatemala, 2020).

Figura 3
Grafica de azúcar exportada en 2020



Fuente: Azúcar de Guatemala (2020)

El azúcar producido en Guatemala se exporta a todos los continentes y según datos del Banco de Guatemala (Banguat) en 2019, el 55% de las exportaciones de azúcar tenían como destino países del continente americano, seguido por África con el 23%, Asia con el 13%, Oceanía con un 5% y Europa con el 4%. (Azúcar de Guatemala, 2020).

Además, el azúcar representa el 6.2% de las exportaciones del país, con ingresos en divisas por US\$695 millones. Sumado a las ventas de los derivados de la producción de azúcar, como la melaza (US\$56.3 millones) y el alcohol (US\$124.7 millones), la agroindustria azucarera generó US\$876 millones en divisas para Guatemala solo en 2019 (Azúcar de Guatemala, 2020).

Importancia económica de la industria

La historia de la industria es una de las piezas claves para que los futuros ciudadanos vean un país lleno de oportunidades y que sean multiplicadores del ejemplo de los pioneros en este campo. Remontémonos a las páginas del pasado que han dejado legado en nuestra bella tierra del quetzal. La primera industria importante que se estableció en Guatemala fue la fábrica de hilados y tejidos Cantel, en 1880. Luego vendría la Cervecería Centroamericana, en 1886; la Empresa Eléctrica de Guatemala, en 1894 y la fábrica de Cementos Novella, en 1897 (Azúcar de Guatemala, 2020).

Simultáneamente emergían muchas otras pequeñas y medianas industrias que juntas contribuyeron al desarrollo de la economía y a la comodidad de los usuarios y consumidores. En 1920, tras la caída del dictador Manuel Estrada Cabrera, el gobierno de Carlos Herrera estableció el Ministerio de Agricultura y surgieron la Asociación General de Agricultores (AGA) y la Cámara de Comercio de Guatemala (CCG). En 1929. (CIG, 2016).

Un grupo de industriales fundó la Asociación de Industriales de Guatemala (AIG), que se mantuvo hasta 1931 por la depresión mundial que sobrevino tras la caída de la Bolsa de Valores de Nueva York en 1929. (CIG, 2016).

En el año de 1932 para poder revertir la crisis económica que afectaba al país en aquella época el presidente Jorge Ubico participo como miembro del comité para el

fomento de la industria, posteriormente a los 2 años siguientes se unieron la AIG y la CCG y fue cuando surgió la Cámara de Comercio de Guatemala por sus siglas (CCIG), que fue quien formó parte en las ferias nacionales del presidente Ubico, alentó a las industrias para exhibir sus productos (CIG, 2016).

Cuando se derrocó al presidente Ubico en 1944, las personas pertenecientes a la clase media se vieron beneficiadas por optar a mejores oportunidades de salario y de trabajo, la industria se expandió y en el año de 1948, se fundó la AGIG, Asociación General de Industriales de Guatemala, pero las experiencias negativas que los industriales poseían y también a causa del sector agrario durante los gobiernos de la revolución de 1945 a 1954 fue impulsado el sector empresarial y se organizó en asociaciones y cámaras para la defensa de sus beneficios (CIG, 2016).

Fue de esta manera cómo surgió el Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras, CACIF, y también surgió la Asociación de Azucareros de Guatemala y la Asociación Nacional del café (CIG, 2016).

Instituciones importantes de Guatemala gracias a CIG

CIG (2016) comenta: la CIG también ha apoyado la constitución de gremiales. Para desplegar sus actividades, la Cámara también creó comisiones de publicidad y relaciones públicas y de propaganda, publica la Revista Industria y Negocios, y organiza ferias nacionales junto al Comité Permanente de Exposiciones Guatemala (Coperex).

Importante ha sido velar en sus primeros años de existencia por la capacitación de los trabajadores de la industria, lo cual se inició en 1959 con la fundación del Instituto Vocacional Industrial Imrich Fischmann (CIG 2016).

En 1960 se abrió el Centro de Fomento de Productividad Industrial (CFPI), del cual fue director el primer presidente electo de la CIG, Luis Schlesinger Carrera. En 1964

el CFPI cambió su nombre a Centro de Desarrollo y Productividad Industrial (CDPI) y, en 1969 a Centro Nacional de Desarrollo, Adiestramiento y Productividad (Cendap).

Finalmente, en 1972, fue sustituido por el Instituto Técnico de Adiestramiento y Productividad (Intecap).

Cabe resaltar que gracias a la CIG fue creada la Institución de Recreación de los Trabajadores (IRTRA) este fue un proyecto que se hizo realidad en 1960, de la misma forma la Cámara fue promotora de la creación del Banco Industrial en 1968, catalogado como la institución crediticia para los trabajadores del sector industrial (CIG, 2016).

Es en este banco donde fue creado el fidecomiso para la construcción de las oficinas centrales de la CIG, en el año de 1969 fue adquirido un terreno y en 1970 empezó la construcción que fue terminada en 1973 (CIG, 2016).

A partir de los primeros 50 años de creada la CIG, esta ha pasado por varias reconstrucciones, la primera fue en 1984 y fue la que dio lugar a la construcción de las direcciones de política y representaciones, de investigación y análisis de mercadeo y comunicaciones, de finanzas y administración de exportaciones, fue en el año de 1997 cuando surgió esta última institución y la asociación guatemalteca de exportadores AGEXPORT (CIG, 2016).

Panorama general de Guatemala

Guatemala cuenta con una población de aproximadamente 18 millones de habitantes y un producto interno bruto PIB de \$77.600 millones de dólares en 2020, Guatemala es el país que posee la economía más grande de Centroamérica, en los últimos 30 años

el país tuvo un crecimiento un poco volátil a comparación de los otros países y aspiracionales. (CIG, 2016).

la deuda pública y el déficit presupuestario estuvieron entre los más diminutivos y estables del mundo, lo cual ha permitido que existan ciertas resistencias ante choques de otro origen (CIG, 2016).

Figura 4

Imagen de representantes de la CIG



Fuente: Diario de Centroamérica (2019)

Guatemala tiene la cuarta tasa más alta de desnutrición crónica en el mundo y la más alta en LAC, con poblaciones indígenas y rurales desproporcionadamente afectadas. La desnutrición crónica infantil (y retraso en el crecimiento) afecta al 47 por ciento de todos los niños menores de cinco años, al 58 por ciento de los niños indígenas y al 66 por ciento de los niños en el quintil de ingresos más bajos (CIG, 2016).

La pandemia de la COVID-19 puso fin a tres décadas de crecimiento económico en Guatemala. Aun así, el país experimentó una de las menores contracciones del PIB en 2020 en ALC (-1,5 por ciento) y la actividad económica se recuperó a niveles pre

pandémicos durante el primer trimestre de 2021, respaldada por un ingreso récord de remesas. (CIG, 2016).

El año 2020 el estímulo fiscal de parte del gobierno de Guatemala para hacer frente a la pandemia fue rápido y fue enfocado principalmente para proteger a las personas más vulnerables y de escasos recursos, esto permitió que se ampliara a gran escala las redes de protección social y paso del 5 al 80% de los hogares del país, y fue a través de las transferencias monetarias temporales (CIG, 2016).

El nivel de pobreza fue en aumento aproximadamente el 45.6% de la población al 47% en el 2020, esto debido a la escasez de fuentes de trabajo por motivo de la pandemia, fue estimado que sin la ayuda de los programas de protección la pobreza hubiera aumentado aún más, aproximadamente de 3 a 4 veces más en el país. Se espera que se recupere un 4.1% en 2020, los riesgos siempre están presentes dada la incertidumbre a causa de la pandemia (CIG, 2016).

Para finales del mes de septiembre apenas el 15% de la población de Guatemala se había vacunado con el esquema completo de vacunación, es posible que la crisis de salud en el país vuelva a empeorar, esto debido a que la población disminuyó las medidas contra el virus, si esto sucede es posible que la recuperación económica vuelva a verse afectada y la pobreza siga en aumento en el país, y posteriormente tendrá que recurrir a sus esfuerzos continuos para poder garantizar un aumento en la productividad, también aumentar las inversiones en el tema del capital humano, continuar con las innovaciones y la infraestructura resiliente (CIG, 2016).

Guatemala ha sido un país que apoya la inversión privada y extranjera, cuenta con un marco jurídico amplio, este es disperso para poder promoverla, también es amplio debido a que la constitución reconoce y apoya la garantización del derecho de propiedad, también apoya los derechos de autor, la libertad de industria, el trabajo y

el comercio y por último limita las posibilidades de expropiación. Es también disperso debido a que ninguna ley condensa todo lo que se relaciona a la inversión privada nacional y extranjera, esto hace que se rastree la constitución y los decretos legislativos y gubernamentales (CIG, 2016).

Sector más grande en la economía de Guatemala

La SIB (2016) menciona: el azúcar es un producto agroindustrial de gran demanda a nivel mundial, debido al uso en diversos alimentos y porque es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociada a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales (CIG, 2016).

No obstante, el consumo de este producto es alto y su importancia en la dieta es tal, que la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación -FAO por sus siglas en inglés- lo ha incorporado junto con los otros grupos de alimentos como la carne, cereales, productos lácteos y aceites vegetales, dentro del índice de alimentos que elabora desde 1996. El consumo de azúcar crece año con año, no obstante, el crecimiento se ha visto disminuido por temas relacionados a la salud (CIG, 2016).

El consumo en los países en desarrollo creció un 2.4% y estos representan el 72.0% del consumo mundial. En los países desarrollados el consumo se incrementó 1.0%, estos representan el 28.0% del consumo mundial (CIG, 2016).

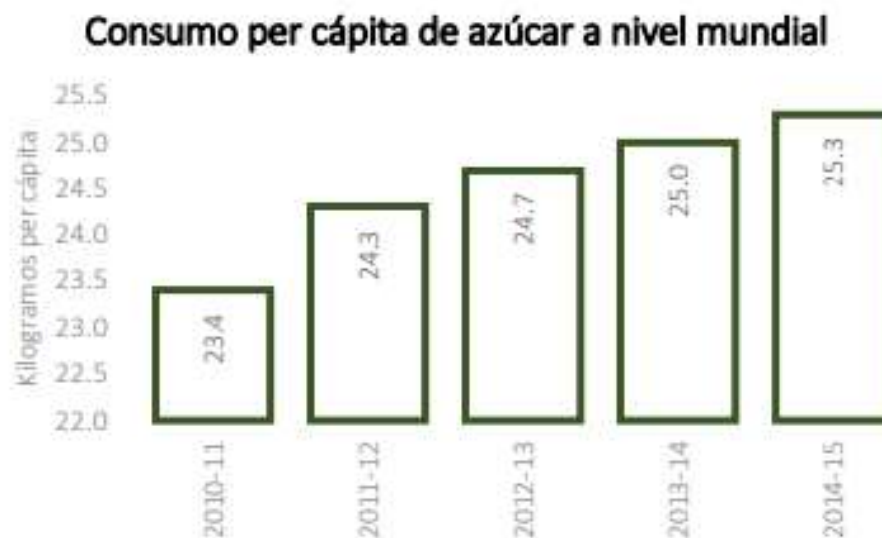
Otros factores que contribuyeron al consumo, fueron el incremento de la oferta y caída de los precios internacionales y nivel nacional, estos últimos particularmente en China, Brasil, México, Rusia, la Unión Europea, Estados Unidos, India y Japón. Bajo las perspectivas actuales a nivel mundial, el consumo per cápita de azúcar aumentó ligeramente, de 25.0 kg en la zafra 2013-2014 a 25.3 kg en 2014-15.

El consumo fue mayor en los países en desarrollo y se estima que permanecerán sin cambios en los mercados más maduros de los países desarrollados (CIG, 2016).

A futuro se espera que el consumo per cápita mundial se incrementará en un cuarto de kilo por año hasta el 2024; pasan de 23.5 Kg. en el 2014 a 24.5 Kg. en el 2024.

Grafica 2

Grafica del consumo per cápita de azúcar a nivel mundial



Fuente: SIB (2016)

Gran parte de la producción nacional de azúcar en Guatemala es destinada al comercio en otros países, en cada tipo de azúcar pueden existir distintas categorías de acuerdo a su calidad, esta es medida por la polarización y el color que el azúcar posee, en especial los casos de los azúcares blancos, ya que existe una tendencia para utilizar otros criterios adicionales, tanto en el tamaño del grano como en la marca del mismo (SIB, 2016).

En el año de 1980, el sector perteneciente a la agroindustria azucarera de Guatemala se ha transformado en una de las principales fuentes de empleo que existen en el país,

también en una gran fuente de divisas para la economía de los guatemaltecos y guatemaltecas, también permitió que Guatemala se convirtiera en el segundo exportador de Latinoamérica, seguido en segundo lugar por el país de Brasil y lo ha convertido en el quinto país a nivel global (SIB, 2016).

Figura 5

Cuadro de ranking de algunos indicadores del sector azucarero nacional en 2014

| Concepto | Posición de Guatemala por región | | |
|---------------|----------------------------------|---------|---------------|
| | Mundo | América | Centroamérica |
| Producción | 10 | 4 | 1 |
| Exportaciones | 5 | 2 | 1 |
| Consumo | 20 | 7 | 1 |
| Superficie* | 15 | 6 | 1 |
| Rendimiento* | 22 | 7 | 5 |

*Valores para la zafra 2013-14.

Fuente: SIB (2016)

Grafica 3

Grafica de la participación del azúcar en el PIB



Fuente: SIB (2016)

La importancia económica en Guatemala

De acuerdo con la clasificación del Banco de Guatemala, la caña de azúcar es una materia prima de la cual se extrae el azúcar y se ubica en la actividad económica de los productos no tradicionales, y que para el año 2015 el cultivo de caña representó el 15.7% del PIB de los productos no tradicionales y para 2016 año 15.8% (SIB, 2016).

De acuerdo con cifras de Asazgua, la agroindustria azucarera guatemalteca representa el 3.0% del PIB; cálculos propios indican que el azúcar ha generado en promedio el 1.11% del PIB nacional durante los últimos 9 años, para 2016 se espera que su aporte sea de 1.15%. (SIB, 2016).

Este sector es el principal generador de empleo en Guatemala, según las cifras del Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación MAGA, se generó alrededor de 25.2 millones de empleos jornales y 90 mil empleos permanentes en el año 2014, estos datos son diferentes a los que Asazgua maneja en su base de datos, este indica que el sector azucarero emplea alrededor de 350 mil personas (SIB, 2016).

Grafica 4

Grafica de posición del azúcar en la generación de divisas



Fuente: SIB (2016)

Cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

La caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536, los primeros trapiches de Guatemala se fundaron en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá durante el siglo XVI. En el siglo XVII creció el número de trapiches, los más importantes estaban en manos de las órdenes religiosas (CENCICAÑA, 2012).

Fue hasta mediados del siglo XIX que Guatemala comenzó a exportar azúcar en cantidades menores. (CENCICAÑA, 2012).

En 1957 se fundó la Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA y en 1960 Guatemala recibió su primera cuota de Estados Unidos, en ese tiempo la producción total de azúcar de Guatemala fue de 68,000 toneladas métricas. (CENCICAÑA, 2012)

Para la historia moderna de la caña de azúcar se toma como punto de partida el año de 1960, en el mundo la era industrial estaba muy desarrollada y se avizoraban cambios en la dinámica mundial, fue entonces que los ingenios azucareros definieron su estrategia de modernización y crecimiento (CENCICAÑA, 2012).

La industria se transformó de una industrial local a una industria de exportación, convirtiéndose en una de las actividades agroindustriales más importantes del país. (CENCICAÑA, 2012)

Después de expandirse todas las exportaciones de azúcar del país de Guatemala hacia otros países, la Asociación de Azucareros de Guatemala empezó a construir una serie de proyectos y estrategias para aumentar la rentabilidad de este sector, para poder incrementar la producción de este sector los profesionales implementaron mejoras en el cultivo de caña, la fábrica, cosecha, la distribución y comercialización del mismo,

así como también la mejora en la calidad de vida de los colaboradores que trabajan en la industria azucarera (CENCICAÑA, 2012).

En el año de 1971 se fundó la ATAGUA, está enfocada en incrementar el cambio de las experiencias y tecnología y la difusión y promoción de los conocimientos científicos para el impulso de la industria azucarera (CENCICAÑA, 2012).

Preparación de los suelos para la siembra de caña de azúcar

La preparación de suelos es la combinación de labores mecanizadas que proveen a la semilla de caña (reproducción vegetativa) las condiciones adecuadas y así estimular una buena germinación y un crecimiento vigoroso de la masa foliar y la masa radicular. Para lograr una buena germinación, la semilla de caña requiere una adecuada relación suelo – aire – agua – temperatura (CENCICAÑA, 2012).

El óptimo desarrollo de la masa foliar incidirá en un mayor aprovechamiento de la radiación solar; una alta producción de tallos molederos, y el buen desarrollo radicular podrán abastecer los nutrientes, el agua, el oxígeno y el sostén de la masa foliar durante los años del cultivo hasta que sea renovado. (CENCICAÑA, 2012)

Los beneficios que se pueden obtener con una correcta preparación de los suelos son muchos, entre estos se encuentran:

- a) Destrucción y eliminación de las cepas o residuos de cosechas anterior o bien las malezas.
- b) Apoyo hacia la actividad química y biológica.
- c) Facilitación hacia el intercambio gaseoso que necesita la flora y fauna en el suelo.
- d) Apoyo hacia el control de las plagas en los suelos.
- e) Se entierran huevos como las de las chinches salivosa, o se exponen larvas.

- f) Mejora en la filtración del agua y el drenaje superficial.
 - g) Eliminación de las capas compactadas para que se favorezca la penetración y el desarrollo de las raíces de las plantas.
- Entre otros beneficios.

Secuencia y descripción de labores

Las labores que son necesarias y primordiales para una correcta preparación de los suelos para los cultivos y también su secuencia dependen mucho de las características que el suelo pueda contener, estas pueden conocerse por medio de la observación y la descripción del perfil en una calicata o cajuela, esta es representativa del lote respectivamente (CENCICAÑA, 2012).

Los principales factores que se observan en un perfil son la secuencia de los horizontes que estas posean, también su espesor, textura, estructura y profundidad, así como también se deberá detectar las capas compactadas y la presencia de otros factores (CENCICAÑA, 2012).

En algunos otros importantes puntos son representativos del lote o se procede a medir la compactación con ayuda de alguna herramienta o instrumento de campo, por ejemplo, un penetró metro y la medición de la humedad actual del suelo (CENCICAÑA, 2012)

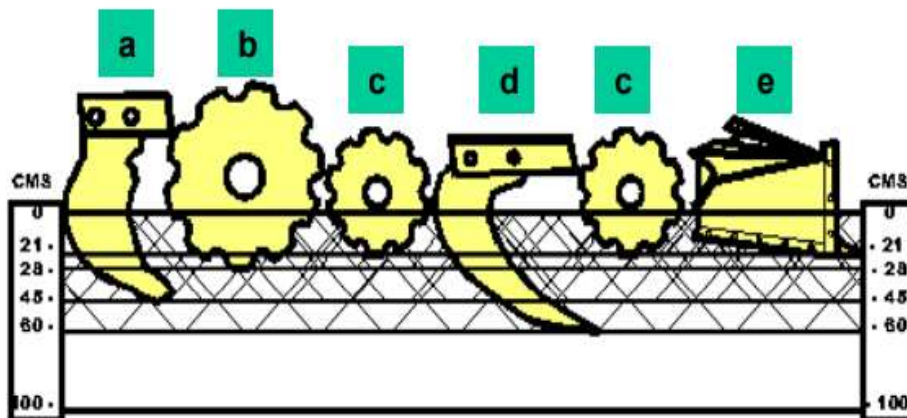
Gracias a la variabilidad de los suelos que existen en una zona cañera y también por la variación en el manejo del cultivo por parte de los ingenios, todos sus labores y secuencias son variables, esta actividad es practicada en los suelos que se conforman con capas compactadas con una resistencia aproximadamente de 200 psi (CENCICAÑA, 2012).

Esta consiste en la introducción en el suelo de cuerpos parabólicos separados entre 0.45 metros cada uno, y también deberán introducirse a una profundidad que no supere los 0.45 m en los suelos francos y en los suelos arcillosos que no superen los 0.30 m, el equipo y herramientas que son utilizadas acá se denominan arado de cinceles (CENCICAÑA, 2012).

Estas herramientas llamadas cinceles son unos cuerpos parabólicos que son sostenidos en una barra porta herramientas, esta última es jalada por un tractor con llantas de 320 caballos de fuerza, cuando este equipo cuenta con 5 cuerpos, o un tractor de llanta de 215 caballos de fuerza este puede contar con 3 cuerpos respectivamente, y su velocidad de operación debe ser de 4.5 a 5.5 km por hora (CENCICAÑA, 2012).

Figura 6

Imagen de implementos utilizados en una secuencia general



Fuente: Cengicaña (2012)

El arado de cinceles efectúa una labranza vertical, cuya principal característica es aflojar el suelo a profundidades mayores que los arados o rastro arados de discos, sin invertir ni mezclar las distintas capas de su perfil, lo que permite conservar la estructura interna del suelo (CENCICAÑA, 2012).

El arado de cincel se hace en sentido paralelo a los surcos, si la capa arable no fue roturada en su totalidad, se dará un segundo paso, éste se realiza con una orientación de 45° respecto al primero (CENCICAÑA, 2012).

Esta labor se realiza generalmente después del paso de subsolado. El patrón de campo utilizado con mayor frecuencia incluye una dirección transversal con ángulo de 90° en relación con la dirección del surco propuesta (CENCICAÑA, 2012).

La calidad de esta labor se mide por el grado de fracturación de la capa compacta, que está muy relacionada con la textura del suelo y su contenido de humedad, así como por el implemento usado, la velocidad y dirección de operación. (CENCICAÑA, 2012)

Figura 7
Arado de cincel integral



Fuente: Cengicaña (2012)

Semilleros y siembra comercial

En los establecimientos de plantaciones de caña de azúcar uno de los mecanismos con mayor importancia en su integración es la planificación de los semilleros que se utilizaran para la obtención de la semilla de manera asexual y de alta calidad. Esta semilla producida a través de este mecanismo tendrá que reunir algunos requisitos como:

- a) Calidad genética
- b) Fisiológica
- c) Sanitaria
- d) Física

Ubicación, tamaño y planificación de siembra en el semillero. CENCICAÑA (2012)

CENCICAÑA (2012) dijo: El semillero se debe ubicar en un lugar estratégico a fin de reducir gastos de transporte a las áreas de otros semilleros o áreas comerciales a sembrar. El tamaño depende del área comercial final que se desea sembrar. Si se considera que se producirán semilleros básicos, semi comerciales y comerciales, entonces se obtendrían dos incrementos a partir del semillero básico. (CENCICAÑA, 2012).

En términos generales, la tasa de multiplicación de tallos-semilla en caña de azúcar es 1:10, entonces el área del semillero básico deberá ser la milésima parte del área comercial final, o sea, que si se desea sembrar 1,000 hectáreas de caña comercial entonces el semillero básico deberá ser de 1 hectárea, el semillero semi comercial de 10 hectáreas y el comercial de 100. (CENCICAÑA, 2012).

En cuanto a las fechas de siembra de los distintos semilleros, estas dependen mucho de las fechas en las cuales se quiere hacer la siembra comercial, es necesario que para ello se tome en cuenta que la edad conveniente de la semilla es de aproximadamente 7 meses en la mayoría de los tipos y variedades de la misma. (CENCICAÑA, 2012).

Un ejemplo de esto podría ser cuando se desea realizar una siembra un 15 de enero de 2014, la siembra del semillero deberá realizarse el 15 de junio de 2013, y posteriormente la siembra del semillero semi comercial el 15 de noviembre de 2012 y por último la del semillero básico el 15 de abril de 2012, todo esto significa que para poder realizar correctamente la planificación de una siembra esta deberá realizarse con 2 años de anticipación para garantizar una buena calidad (CENCICAÑA, 2012).

Se debe tomar en cuenta lo que es la disminución del tiempo del corte de la semilla y también su establecimiento en el semillero o bien, de una siembra comercial, así como también el correcto manejo de las áreas antes de las siembras en los semilleros (CENCICAÑA, 2012).

Antes de realizar la plantación de los semilleros de caña de azúcar es recomendable hacerlo en una ubicación de áreas de acuerdo al potencial de rendimiento de la caña, y que este sea mayor del promedio de la finca y que también cuente con una disponibilidad de riego (South African Sugar Association, 1999).

De igual forma es igual de conveniente que se divida el área en tres partes:

- a) Un tercio para los semilleros en primera soca.
- b) Otro tercio para semilleros en plantía.
- c) Un tercio de descanso para la siguiente plantía.

Un manejo correcto de las plantaciones anteriormente mencionadas puede evitar la presencia de restos de cosecha o macollas, las cuales pueden formar parte dentro de la variedad de cultivos deseados y que también podrían estar infectadas de diferentes patógenos causantes de enfermedades y transmitir estas a los cultivos, para evitar esto es recomendable la requema de los rastrojos de la anterior cosecha, después de esto

se deberá matar las cepas de la variedad anterior con un herbicida aproximadamente 40 días después de la cosecha (Montepeque, 2007).

Muestreo de semilleros para detección de patógenos

a) Edad de la planta:

Indica CENGICAÑA (2012): Para la detección de infecciones por la bacteria causante del Raquitismo de las socas, los mejores resultados se obtienen a partir de los siete meses de edad.

Para la detección de infecciones por la bacteria causante de la Escaldadura foliar, los muestreos pueden hacerse a partir de los cuatro meses de edad; sin embargo, por cuestiones prácticas es mejor si se aprovechan los tallos del muestreo para Raquitismo, a los siete meses de edad CENGICAÑA (2012).

b) Tamaño de la muestra:

Según CENGICAÑA (2012): Sin importar el tamaño (área) del semillero, la muestra para análisis de laboratorio debe ser de 50 tallos. Los 50 tallos se obtendrán en forma aleatoria, se cubre la totalidad del área del semillero, sin importar si se trata de tallos primarios, secundarios, terciarios o “mamones” y, por lo tanto, sin importar su grosor.

c) Porción útil de los tallos:

Para la detección de la bacteria causante del Raquitismo de las socas, se necesita la porción basal del tallo (tercio inferior). Por lo tanto, los tallos se cortan a ras del suelo y se envían al laboratorio 50 trozos, con los cuatro o cinco entrenudos de la base, todos en la misma posición (las bases hacia el mismo lado) (Montepeque, 2007).

Mientras que, para detectar la bacteria causante de la Escaldadura foliar, se necesita la porción superior del tallo (tercio superior). Por lo tanto, se cortan los tallos a la mitad y se envían al laboratorio 50 trozos con la mitad superior de los tallos despuntados, todos en la misma posición, las puntas hacia el mismo lado (CENGICAÑA, 2012).

d) Identificación de las muestras:

A cada maletín o paquete de 50 tallos se le debe adherir una etiqueta con la siguiente información: Fecha, ingenio, nombre de la finca, número de lote, variedad, edad del semillero, categoría de semillero (básico, semicomercial o comercial), área total del semillero y análisis solicitado (CENGICAÑA, 2012).

e) Criterios de clasificación de semilleros por categorías:

Si se toma en cuenta los resultados de análisis de laboratorio, a siete meses de edad (incidencias de Raquitismo de las socas y Escaldadura foliar), evaluaciones de campo a los cuatro meses de edad (pureza genética, incidencia de Carbón, Roya marrón, Roya naranja y Mosaico) y otros factores, se definirá si un semillero califica como fuente de material para el establecimiento de la siguiente categoría de semillero o para la siembra comercial (CENGICAÑA, 2012).

Figura 8

Criterios y clasificación de semilleros

| CRITERIOS | Categoría de semillero | | |
|-------------------|------------------------|---------------|-----------|
| | Básico | Semicomercial | Comercial |
| Pureza genética % | 99 | 99 | 99 |
| RSD | ≤ 2 | ≤ 2 | ≤ 4 |
| Carbón | 0 | 0 | 0 |
| Escaldadura | ≤ 2 | ≤ 2 | ≤ 4 |
| Roya marrón * | ≤ 10/5 | ≤ 10/5 | ≤ 10/5 |
| Roya naranja ** | ≤ 10/5 | ≤ 10/5 | ≤ 10/5 |
| Mosaico | <1 | ≤ 5 | ≤ 5 |

* Evaluar hoja + 3, **Evaluar hoja + 7

Fuente: Azúcar de Guatemala (2021)

f) Siembra comercial

Esta clasificación hace énfasis en que el cultivo comercial de la caña se puede caracterizar y producir por varios años, a partir de una siembra o cosecha, esta situación es muy importante y hace que se consideren algunos factores que forman parte en la fase inicial del cultivo, este dependerá de un correcto desarrollo y una correcta obtención del cultivo o cosecha, es de suma importancia que se considere la preparación de los suelos y de los semilleros (CENGICAÑA, 2012).

g) Variedades y fecha de siembra:

Para poder realizar una correcta elección de los tipos y variedades de caña que se procederá a sembrar es necesario consultar el directorio de variedades, este mismo fue elaborado gracias al programa de variedades de CENGICAÑA y también por el comité de variedades de la agroindustria azucarera de Guatemala. Este documento contiene todas los tipos actuales y comerciales de las variedades novedosas que se pueden encontrar en desarrollo comercial (CENGICAÑA, 2012).

Se puede poner de ejemplo que este directorio es una matriz la cual contiene en su primera fila o columna las variedades y meses de la siembra y cosecha, es común que suceda de noviembre al mes de abril y en su primera columna contiene todos los datos de los estratos altitudinales, y están ubicadas las variedades en el mes y estrato en donde posteriormente se optimizaran las toneladas de azúcar por hectárea, así como también las otras características de interés (CENGICAÑA, 2012).

h) Métodos de surco simple:

Este es uno de los métodos más utilizados en Guatemala, debido a que deberán preparar previamente los paquetes de semilla con 30 esquejes con latitudes de aproximadamente 0.60 m y 1.27 m preferentemente que posea 3 o 4 yemas por esqueje. La distancia que los surcos contendrán puede variar entre 1.5m y 1.75 m, esto dependerá de la topografía y también de su potencial de la producción de campo,

también dependerá de su altitud, variedad y los distintos factores como el tipo de cosecha y su disponibilidad de la maquinaria que es adecuada para estos casos (CENGICAÑA, 2012).

i) Método de surco doble:

Este método es también conocido como surco australiano o bien, surco de tipo piña, su distancia entre los surcos simples de cada uno de estos suele ser de 0.40 m 0.70 m, así como su distancia entre los pares de surcos varia de 1.40m y 1.80 m.

j) Fertilización y riegos de germinación

Cuando se aplica el fosforo, se deberá aplicar en el momento que se realice el surqueo, esto es con el fin de aplicar la cantidad correcta y también dependerá del tipo del suelo así como del contenido de fosforo que se encuentra presente en el suelo al momento de realizar el estudio para determinar el contenido, en las láminas de riego dependerá de la textura que posea el suelo, cuando se realizara el primer riego de germinación entre el tapado de la semilla hasta las 24 horas posterior al sembrado, se aplicara una lámina de 30 mm de tamaño (CENGICAÑA, 2012).

Manejo y control de malezas

El desarrollo del control y manejo de malezas ha tenido varias fases, inicia con el uso intensivo de los herbicidas, seguida de la integración de secuencia de labores mecánicas y uso de herbicidas como segunda línea de defensa, rotación de moléculas de herbicidas, reducción de dosis y aplicación de moléculas menos contaminantes y control de malezas por medio del uso de agricultura de precisión, uso de abonos verdes y uso de variedades tolerantes a herbicidas (Montepeque, 2007).

El periodo crítico de interferencia de las malezas en la producción de caña de azúcar se da en los primeros 120 días después del corte o de la siembra.

Por ello, en la Agroindustria Azucarera se aplican herbicidas preemergentes y pos emergentes como base para el control de malezas, así mismo se combinan con controles mecánicos que ayudan en alguna manera al control de las mismas. Dentro de las malezas más importantes para la zona están: *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis*, malezas de la familia *Convolvulaceae* (*Ipomoea* y *Merremia*), *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, entre otras. Estas malezas causan una serie de complicaciones en el manejo del cultivo, las que se resumen en pérdidas de producción y gastos excesivos en su control (CENGICAÑA, 2012).

Para ello es importante conocer las estrategias para la selección de los herbicidas, los cuales deben estar fundamentados en criterios técnicos relacionados con las variables ambientales, edafoclimáticas, prácticas culturales y las propiedades físico químicas del herbicida seleccionado (CENGICAÑA, 2012).

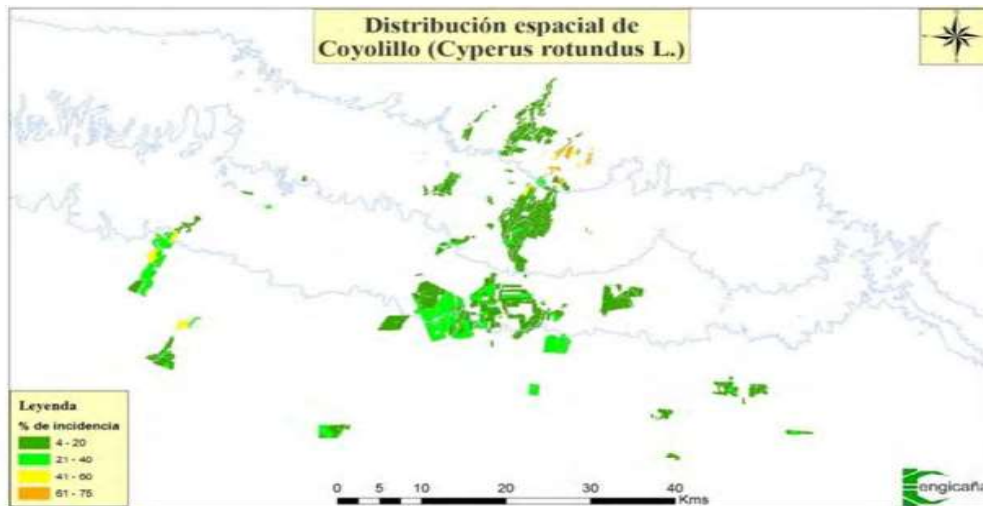
El objetivo de este capítulo es describir el manejo y las recomendaciones racionales de manejo de malezas en el cultivo de caña de azúcar en la Agroindustria Azucarera de Guatemala. (CENGICAÑA, 2012)

Principales malezas en la zona cañera de Guatemala

Las malezas con mayor importancia que se pueden encontrar en las zonas cañeras de Guatemala son las Coyolillo (*Cyperus Rotundus*), esta es la maleza con mayor importancia y que se suele encontrar en casi todos los cultivos de caña de azúcar con mayor presencia en los estratos bajos y litoral (CENGICAÑA, 2012).

Figura 9

Comportamiento y distribución de coyolillo



Fuente: Ufer y Mejía (2010)

Otra maleza que predomina en Guatemala y que se encuentra entre las más importantes es la llamada Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) esta se encuentra en el lugar número 2 de las más importantes del país, y esta es una de las malezas con mayor dificultad para poder controlar, esto es debido a su alta competencia con la caña de azúcar, así como su crecimiento demasiado rápido (CENGICAÑA, 2012).

Estas malezas presentes en la industria azucarera afectan dentro de los primeros días de cultivo y también entre el resto de los días de la cosecha, invaden los tallos de la caña al final de su ciclo y causan problemas al momento de la cosecha (CENGICAÑA, 2012).

Durante los últimos años se ha podido observar que es complicado el control de dos especies de malezas que se encuentran presentes en toda la zona cañera, esta son la *Momordica Charantia* y la *Crotón Lobatus*, estas hasta el momento se desconoce si cuentan con algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en el país, también se han detectado algunas gramíneas difíciles de controlar esto gracias a su sistema de reproducción (CENGICAÑA, 2012).

Figura 10

Principales malezas presentes en Guatemala

| No. | Maleza | Nombre técnico |
|-----|--|------------------------------------|
| | Ciperáceas | |
| 1 | Coyolillo, coquito | <i>Cyperus rotundus</i> |
| | Gramíneas | |
| 2 | Caminadora | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> |
| 3 | Plumilla o pajilla | <i>Leptocloa filiformis</i> |
| 4 | Pasto Johnson, johnson, sorgo, sorgo forrajero | <i>Sorghum halepense</i> |
| 5 | Zacatón, guinea, zacate Jamaica | <i>Panicum maximun</i> |
| 6 | Bermuda | <i>Cynodon dactylon</i> |
| | Hojas Anchas | |
| 7 | Bejuco peludo | <i>Merremia quinquefolia</i> |
| 8 | Campanilla, lavaplato, quiebracajetes | <i>Ipomoea nil</i> |
| 9 | Campanilla, quimamul, bejuco | <i>Ipomoea triloba</i> |
| 10 | Jaibilla, melón amargo | <i>Momordica charantia</i> |
| 11 | Papayita, manita crotón | <i>Croton lobatus</i> |
| 12 | Falsa verdolaga, | <i>Trianthema portulacastrum</i> |
| 13 | Verdolaga, portulaca | <i>Portulaca oleraceae</i> |
| 14 | Verdolaga de playa | <i>Kallstroemia maxima</i> |

Fuente: Cengicaña (2017)

Nutrición y fertilización

CENGICAÑA (2012) menciona: Las plantas como la caña de azúcar requieren para su crecimiento y desarrollo 16 elementos denominados esenciales. Estos nutrientes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Adicionalmente debe incluirse el silicio (Si), aunque no se le considera esencial es importante y es un elemento benéfico en la nutrición del cultivo de caña de azúcar. El C, H y O provienen del agua y del aire, y son los elementos que constituyen la mayor parte del peso de las plantas (CENGICAÑA, 2012).

Los otros 13 elementos son minerales y provienen del suelo o son adicionados como fertilizantes. El requerimiento de nutrientes para la caña de azúcar varía según la variedad, el suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo (CENGICAÑA, 2012).

Figura 11

Extracción de minerales por cada tonelada de caña comercial

| Nutriente | Variedad | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|---------|
| | CP72-2086 | PGM89-968 | SP79-2233 | CG96-59 |
| Nitrógeno (N) | 1.0 | 0.92 | 0.88 | 1.19 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 0.40 | 0.45 | 0.45 | 0.48 |
| Potasio (K ₂ O) | 2.65 | 2.81 | 3.1 | 2.87 |
| Calcio (Ca) | 0.60 | 0.51 | 0.64 | 0.65 |
| Magnesio (Mg) | 0.27 | 0.19 | 0.33 | 0.21 |

Fuente: Cengicaña (2017)

En el cuadro anterior se puede observar que el K es el nutriente mayor requerido en la mayoría de las cantidades por cultivo de caña, y este puede variar entre 2.65 kg y 3.1 kg de K₂O por cada tonelada de caña comercial durante la cosecha de este, también con relación al N sus requerimientos son distintos cada uno de los minerales varía en cuanto a su cantidad de requerimientos (CENGICAÑA, 2012).

Materia orgánica de los suelos guatemaltecos

Cada cantidad de MO que se localiza en los suelos de la región cañera del país son comparados con distintas regiones del trópico que son cultivados con caña de azúcar, esto demuestra que la acumulación de MO es una de las características importantes de los suelos de origen volcánico y también especialmente de los Andosoles que sus contenidos de arcilla son altos. El molisoles y Entisoles son los suelos con mayor predominancia con altos potenciales de producción gracias a sus condiciones climáticas como su temperatura y la radiación del sol (CENGICAÑA, 2012).

Figura 12

Mapa de materia orgánica de la zona cañera de Guatemala



Fuente: Cengicaña (2017)

Riego en el cultivo de caña de azúcar

Dice CENGICAÑA (2012): El riego en la zona cañera de Guatemala es una actividad muy importante, se desarrolla junto con la zafra en el período seco, del 15 de noviembre al 15 de mayo. La actividad del riego se incrementa en la dirección al mar, debido al aumento del déficit hídrico.

El despegue de la actividad del riego en la zona cañera guatemalteca empezó en el año 2000, en ese entonces el área de riego era del 61 por ciento, pero en la zafra 2009/2010, llegó a ocupar el 80 por ciento en relación con el área total administrada. La labor del riego tiene como objetivos: Asegurar la población inicial de la caña de azúcar e incrementar el peso de los tallos (CENGICAÑA, 2012).

Gracias a lo anterior mencionado se procede a realizar los riegos poscorte o siembra y precorte para cada etapa de las necesidades hídricas de la planta, para seleccionar

correctamente el sistema de riego que se utilizara se toman en cuenta ciertos parámetros:

- a) La eficiencia en el uso del agua.
- b) La economía en la inversión, así como el manejo del sistema de riego.

Estos han permitido la optimización del uso del agua que se deriva de las distintas fuentes naturales como:

- a) Ríos
- b) Norias
- c) Pozos profundos
- d) Pozos artesanales
- e) Aguas de origen industrial
- f) Quíneles

Evolución de la actividad de riego en Guatemala

En los años 1990 los sistemas de riego que eran de mayor importancia para el riego de los cultivos de caña de azúcar eran los sistemas por inundación, por gravedad, sistemas de riego tipo cañón, posteriormente en 1998 empezaron a implementarse nuevas alternativas y nuevas tecnologías a beneficio de los agricultores, se empezaron a implementar la utilización de los surcos para regar, estos poseían variantes para poder regar la totalidad de los surcos y surcos alternos, también se empezaron a implementar los sistemas de bombeo para poder trasladar el agua desde la fuente y posteriormente conducirla por gravedad (CENGICANA, 2012).

Con el crecimiento de las actividades derivadas al riego de los cultivos desde principios de 1990 hacia 1999 las actividades de riego fueron en incremento en un 0.89%, después a inicios de los años 2000 su índice de crecimiento de riego fue de 2 veces más en esa área, después en los años 2010 las áreas físicas que se regaban eran

de 146,347 hectáreas, lo cual representa 5 veces más de lo que era utilizado el riego en los años de 1990 (CENGICAÑA, 2012).

Clasificación de los sistemas de riego en la zona cañera de Guatemala

a) Sistemas de riego con surcos:

Estos sistemas se diferenciaban al resto de los demás sistemas gracias a su mecanismo de extracción de agua directo de la fuente, las 2 variantes que eran utilizadas en este sistema eran:

- a) Surcos, los cuales poseían energía gracias a la gravedad en la extracción de agua directo de la fuente.
- b) Surcos, estos poseían energía fósil en la extracción de agua de la fuente.

En ambos sistemas las variantes para la conducción y distribución de agua a nivel del terreno se utilizaban los siguientes sistemas:

- a) Surcos continuos, no poseían tubería en la conducción y distribución del agua.
- b) Surcos alternos, estos no poseían tubería en la conducción y distribución del agua.
- c) Surcos continuos, con uso de impulsos con tubería PVC móvil.
- d) Surcos continuos, con uso de mangas de polietileno en la distribución de agua por sistema fijo.
- e) Surcos alternos, con uso de impulsos con tubería PVC móvil
- f) Surcos alternos, con uso de mangas de polietileno en la conducción y distribución, uso de compuertas fijo.

Sistemas de aspersión estacionarios

CENGICAÑA (2012) menciona: Estos son los que permanecen fijos mientras se encuentra el proceso de riego, se diferencian al resto de los demás por el tipo de

energía que poseen, así como también la presión de operación en los aspersores y se pueden clasificar de la manera siguiente:

a) Aspersión presión alta tipo cañón con energía por gravedad:

Este sistema utiliza la energía por diferencial de altura, tiene tubería fija en la conducción y distribuye el agua a la parcela a través de hidrantes. Utiliza tubería móvil en la distribución con aspersores de alta presión (40 – 50 PSI). En cada hidrante operan dos aspersores. La eficiencia de distribución del agua a nivel de parcela debe estar entre 75 y 80 por ciento (CENGICAÑA, 2012).

b) Aspersión presión alta tipo cañón con energía fósil:

Sistema móvil en todos sus componentes, funciona con motobomba, tubería en la conducción y distribución con aspersores de alta presión 40 – 50 PSI. El número de aspersores en operación varía entre dos y ocho. La eficiencia de distribución del agua a nivel de parcela debe estar entre 75 y 80 por ciento (CENGICAÑA, 2012).

c) Aspersión con presión media y con energía fósil:

Acá se utilizan algunas variantes:

Su sistema móvil posee todos sus componentes y el sistema móvil solo posee la distribución del agua, este funciona con ayuda de una motobomba, sus aspersores poseen una presión de 30 a 40 PSI, mientras que en su número de aspersores por lateral pueden variar entre 25 y 30. La moda del diseño del sistema motobomba es para operar con ocho laterales. En la industria se conoce como mini aspersión, su nombre se origina al compararse con el sistema cañón de presión alta. La eficiencia de distribución del agua a nivel de parcela debe estar entre 80 y 85 por ciento (CENGICAÑA, 2012).

Sistemas de aspersión con desplazamiento continuo

Estos son los sistemas que se pueden desplazar al momento del riego, estos se diferencian por su forma de desplazamiento, los aspersores se caracterizan porque operan con baja presión y se pueden clasificar como:

a) Remales desplazables que también son conocidos como sistemas mecanizados los cuales de igual forma se pueden clasificar en:

a) Pivotes de desplazamiento circular fijo y móvil.

b) Pivote fijo, Sistema no transportable.

Sistema con ramal de riego con un extremo fijo, por el que recibe el agua y la energía eléctrica y otro móvil que describe un círculo girando sobre el primero, se caracterizan porque se mueve mientras riega; está formado por una tubería porta-emisores que va sustentada sobre torres automotrices. Tiene aproximadamente 11 torres. La pluviometría es variable en cada una de las torres. La movilidad del ramal puede también ser hidráulica. La eficiencia de distribución del agua a nivel de parcela debe estar entre 85 y 90 por ciento (CENGICANÑA, 2012).

c) Pivote móvil, Sistema transportable:

Estos se pueden trasladar gracias al uso de un tractor en un número determinado de posiciones, las cuales son determinadas cuando se toma en cuenta su diseño ergonómico, en su posición fija estos son capaces de regar como el pivote fijo, a diferencia que poseen un menor número de torres, estas regularmente son cuatro y su eficiencia de distribución del agua a nivel de parcela deberá de estar entre 80 y 85% respectivamente (CENGICANÑA, 2012).

d) Avance frontal con un ala, no pivoteable:

Sistema que se desplaza paralelamente a sí misma mientras riega, formada por un lateral o ala, en un extremo recibe el agua a través de un canal por medio de una

motobomba. Su longitud suele variar entre 200 y 600 metros. La pluviometría no varía a lo largo del lateral al regar. Cuando llega al final de su recorrido, retorna en la misma parcela (CENGICAÑA, 2012).

e) Avance frontal con dos alas:

Estos sistemas se pueden desplazar de forma paralela y así mismo mientras realizan el riego en los cultivos, está formada por 2 laterales o también llamadas alas, esta va de uno a cada lado de la línea de suministro de agua, su longitud es un poco variada ya que puede llegar entre 200 y 500 metros, su pluviometría no es variada a lo largo del lateral al regar, cuando esta llega al final de su recorrido puede retornar en la misma parcela (CENGICAÑA, 2012).

f) Cañón viajero:

Este sistema denominado sistema de cañón viajero, está montado sobre un vehículo que se puede desplazar con ayuda de un cable, este mismo es alimentado gracias a una manguera flexible que es arrastrada detrás del vehículo, posee en su otro extremo permanentemente a un hidrante, utilizan aspersores de tipo cañón y de alta presión mayor a 50 PSI, su eficiencia de distribución de agua es alta (CENGICAÑA, 2012).

g) Sistema de riego con goteo:

Sistemas de riego que se caracterizan por distribuir el agua por gotas y solo humedecen el área con la mayor concentración de raíces de la caña de azúcar. El agua tiene que ser de buena calidad y posee una alta eficiencia en la distribución del agua cercana a 95 por ciento (CENGICAÑA, 2012).

Actividad del riego en el incremento del rendimiento de caña de azúcar

Figura 13

Maquinaria utilizada en el riego de caña de azúcar



Fuente: Agua y cultivos (2018)

Las condiciones en que se maneja el cultivo de la caña de azúcar en la costa sur de Guatemala son muy heterogéneas; en los diferentes tipos de suelo se generan diversas capacidades de almacenamiento y/o aportes de agua (CENGICAÑA, 2012).

El clima, propicia varios comportamientos de déficit hídrico, según la altura sobre el nivel del mar; y la caña, al sembrarse en distintas fechas genera que la respuesta de la caña al riego sea diferente. La experiencia obtenida desde 1994, a través de trabajos de investigación de tipo experimental, parcelas de validación a nivel de campo y observaciones sobre la respuesta de la caña al riego (CENGICAÑA, 2012).

Proceso de planificación del riego

De acuerdo a CENGICAÑA (2012): Este tipo de procesos se logran determinar gracias al método deductivo, es decir, de lo general a lo específico, esta forma de planificación del riego permite la priorización y la optimización del uso del agua.

Figura 14

Proceso de planificación del riego



Fuente: CENGICAÑA (2017)

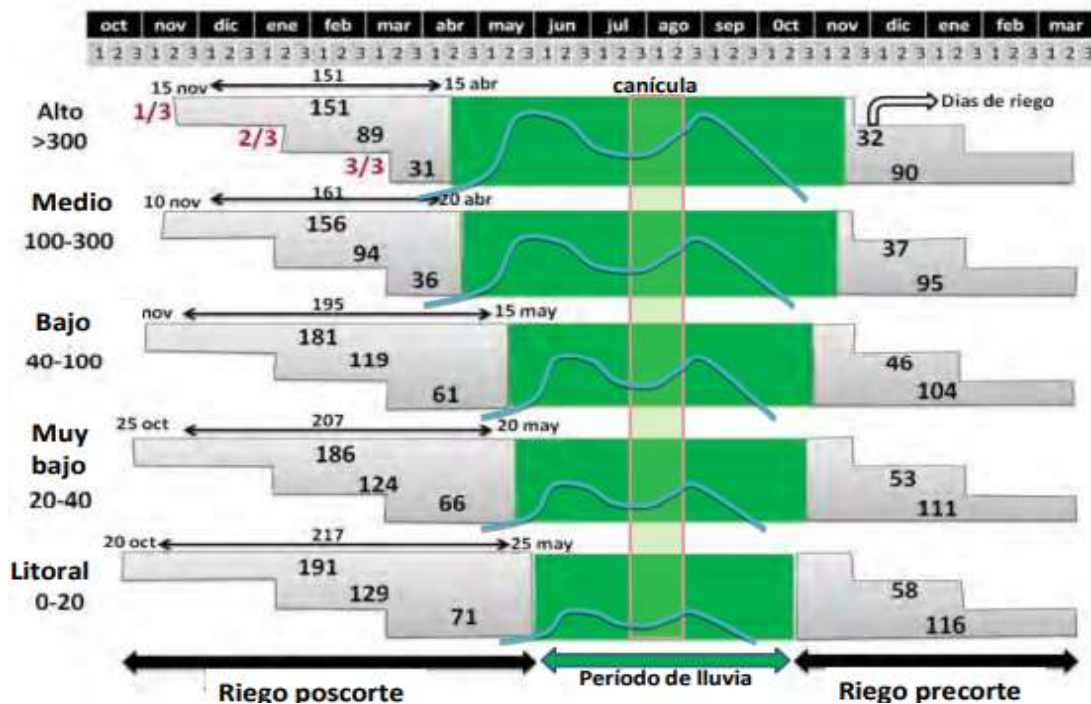
Estrato altitudinal, periodo de zafra y tipo de riego

El estrato altitudinal y el periodo de zafra permiten planificar el inicio y el final de la temporada de la aplicación del agua, a través de cada uno de los sistemas de riego. El tipo de riego define si es Riego poscorte y/o precorte en cada uno de los estratos y periodos seleccionados (CENGICAÑA, 2012).

Para el caso del riego precorte es necesario definir el último riego según el tipo de suelo. En estos casos es recomendable planificar en suelos con predominio de arena o arcilla 30 días antes del corte, y en suelos franco limosos 45 días antes (CENGICAÑA, 2012).

Figura 15

Información días promedio de déficit hídrico, días para riego después y antes del corte en cada uno de los períodos de zafra y estratos altitudinales



Fuente: CENGICAÑA (2017)

Maduración de la caña de azúcar

El cultivo de caña de azúcar muestra durante su desarrollo cuatro etapas: Iniciación, macollamiento, elongación o gran crecimiento y maduración. La etapa de iniciación comprende generalmente desde la germinación hasta 45 días después de la siembra. La etapa de macollamiento tiene una duración promedio de tres meses. La elongación ocurre en un periodo de seis meses; esta etapa es la más importante en términos de crecimiento del cultivo. La última etapa es la de Maduración con una duración media de 45 días (CENGICAÑA, 2012).

Cuando ocurre la etapa de la maduración de la caña de azúcar se disminuye el crecimiento de la misma y posteriormente se empieza la acumulación de sacarosa en

el tallo de la planta, generalmente el proceso de maduración de la caña de azúcar es gradual y puede llegar a un punto máximo, posteriormente el contenido de sacarosa en los tallos de los cultivos se disminuye, su concentración de sacarosa en el jugo de la caña puede depender de algunos factores como por ejemplo la oscilación de la temperatura tanto en el día como en la noche, también depende de la humedad que el suelo posea, también la precipitación y la luminosidad (CENGICAÑA, 2012).

Esta etapa es fundamental por ser la etapa de la concentración del producto que se obtiene finalmente de interés, es decir la sacarosa, en la mayor parte de los países que producen caña de azúcar sus condiciones climáticas pueden marcar la época de la cosecha, por ejemplo en Guatemala las condiciones climáticas ocurren en los meses de noviembre y abril que es donde finaliza el periodo de la zafra, en algunos países productores de caña se utiliza frecuentemente la maduración artificial, misma que consiste en proporcionarle al cultivo algunas condiciones para poder impulsar la maduración (CENGICAÑA, 2012).

Cuando la maduración está afectada por algunos factores climáticos como la reducción de la humedad de los suelos, así como también las diferentes oscilaciones de temperatura.

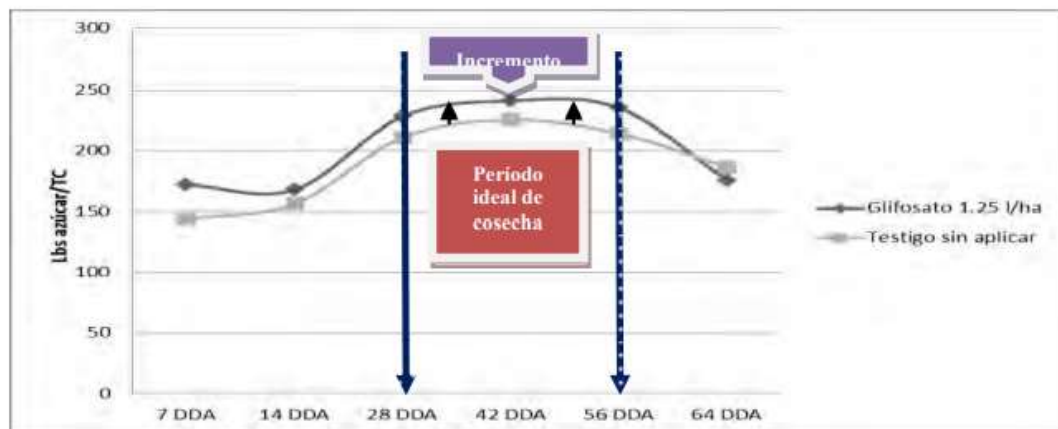
En el país de Guatemala el cultivo de la caña de azúcar la cual es cosechada a principios de la zafra la cual tiene generalmente una baja concentración de sacarosa, misma que en sus inicios de la maduración puede conservar un alto nivel de humedad en sus tallos, con la aplicación de los maduradores químicos se permite que una cantidad mayor de acumulación de la sacarosa en ese periodo inicial de la zafra (CENGICAÑA, 2012).

Cuando avanza el periodo de la zafra se pueden obtener valores aún mayores de concentración de sacarosa en los cultivos, específicamente en los tallos, y en febrero se logra la obtención de una mayor acumulación, esto sucede gracias a las condiciones

del clima y que coinciden con las indicadas anteriormente como beneficiosas para la acumulación de la sacarosa en ese periodo de tiempo (CENGICAÑA, 2012).

Figura 16

Curva de maduración de la variedad CP88-1508 en un régimen de aplicación y no aplicación de Glifosato como madurador



Fuente: CENGICAÑA (2017)

El resultado que se obtiene finalmente de la maduración de la caña de azúcar es muy importante, más aún si se aplica un madurador para incrementar la cantidad de sacarosa en el jugo de la caña de azúcar, si se realiza este proceso dentro del periodo correcto y adecuado para cada madurador, los resultados serán aún más favorables (CENGICAÑA, 2012).

Los efectos visuales de descamamiento por la aplicación de maduradores herbicidas se observan alrededor de 15 días después de la aplicación. Este descamamiento o efecto quemante es importante, ya que hace más eficiente la quema del cultivo al momento de la cosecha, y disminuye el volumen de material extraño que se transporta a la fábrica (CENGICAÑA, 2012).

Debido a las condiciones de humedad residual de la época lluviosa, esta práctica es particularmente importante al inicio de la zafra. Las evaluaciones de otros productos

maduradores no herbicidas muestran que no poseen el efecto quemante (CENGICAÑA, 2012).

Figura 17

Comparación de maduradores con y sin efecto disecante



Fuente: CENGICAÑA (2017)

Maquinaria utilizada en el cultivo

El CONADESUCA (2015) define: Permiten la figuración del suelo, rompen las capas compactadas, sin que se produzca la inversión del perfil, ni efectos apreciables sobre la vegetación o el rastrojo superficial.

Se designan como subsoladores a aquellos que pueden hacerlo a profundidades que superan los 50 cm, mientras que en los descompactadores la profundidad de trabajo sería inferior CONADESUCA (2015).

Figura 18

Maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar



Fuente: Gobierno de México (2015)

Arado con cincel

Esta herramienta tiene apariencia similar a la de un descompactador, su comportamiento en los suelos a cultivar es de una forma totalmente diferente a la otra herramienta (CENGICAÑA, 2012).

Sus púas son un poco menos rígidas a diferencia de los descompactadores, estos son aparatos vibradores y fisuran el perfil con una mayor intensidad, lo que ayuda al mezclado de los residuos en la superficie, no es recomendable utilizar esta herramienta a más de 20 cm de profundidad (CONADESUCA, 2015).

Figura 19
Imagen de maquinaria de cincel



Fuente: Gobierno de México (2015)
Rastra de discos

La principal característica de esta maquinaria es la de rodar encima de los residuos vegetales y posteriormente trocearlos, mientras que los cordones de paja dificultan un poco el troceo esta máquina los penetra con sus discos y de esa forma los elimina, de esta forma podrán iniciar con las labores de siembra.

Figura 20
Imagen de maquinaria de rastra de discos



Fuente: Gobierno de México (2015)

Maquinaria utilizada para siembra y cuidado del cultivo

Posterior a la preparación del suelo continúa la siembra. Una vez con el suelo preparado es necesario el uso de sembradoras se buscan dos objetivos: precisión y porcentaje de crecimiento (CENGICAÑA, 2012).

La adaptabilidad de este tipo de equipos para que puedan sembrar en diversas condiciones, es necesaria. Para el caso de la caña de azúcar existe infinidad de sistemas e incluye el manual y automático. La adaptabilidad de este tipo de equipos para que puedan sembrar en diversas condiciones, es necesaria (CENGICAÑA, 2012).

Para el caso de la caña de azúcar existe infinidad de sistemas incluyen el manual y automático. (CONADESUCA, 2015)

Para un correcto manejo de los cultivos existen maquinas que otorgan la capacidad de poder sobrevivir a las distintas condiciones climáticas o ambientales que se puedan encontrar en el entorno, el uso de los fertilizadores, aspersores y abonadores es de importancia grande para poder otorgar un buen soporte y darle el sostenimiento necesario a los cultivos para un futuro, también es de importancia la utilización de tractores equipados, de esta forma se podrán lograr los objetivos en cada cosecha (CONADESUCA, 2015).

Figura 21

Imagen de maquinaria para el cuidado del cultivo



Fuente: Gobierno de México (2015)

La fertirrigación

Por otro lado, dentro de las tecnologías agrícolas se pueden considerar también la utilización y aplicación de la tecnología del sistema de riego.

Ya sea de forma presurizada, por pivote central o goteo, ya que el uso de estos sistemas reduce el consumo de agua hasta en 45%, comparado con el sistema de riego por gravedad; además, si se implementa a la par la fertilización, minimiza la emisión de gases por la volatilización presentada cuando los fertilizantes se aplican sobre la superficie del suelo al regar con el sistema tradicional (CONADESUCA, 2015).

Gracias a la implementación de esta nueva tecnología permite que se puedan constituir las opciones reales y las correctas para poder lograr un desarrollo a corto plazo, y de esta forma poder mejorar la competitividad y la rentabilidad de los cultivos. El uso de la maquinaria de riego por goteo ofrece una amplia serie de ventajas comparativas que aumentan la economía y se aprovecha de mejor forma el agua, también facilita las operaciones de campo y disminuye el uso de jornales por riego y aumenta la facilidad de poder inyectar los agroquímicos gracias a su sistema principalmente constituido de fertilizantes, conocidas como fertirrigación (CONADESUCA, 2015).

Ventajas de la fertirrigación

Entre las principales ventajas de este método se encuentran:

- a) Mayor producción y calidad de fruto.
- b) Ahorro en el uso del agua respecto al riego gravedad.
- c) Dosificación racional de fertilizantes.
- d) Posibilidad de uso de aguas de baja calidad.
- e) Menor contaminación del agua y del suelo.
- f) Mayor eficiencia en el uso del agua y de fertilizantes.

Esta tecnología posee ciertas desventajas e inconvenientes los cuales se detallan a continuación:

- a) Elevado costo inicial en el equipo.
- b) Taponamiento de goteros ocasionados por un mal manejo de la fertirrigación.
- c) Necesidad de capacitación en el sistema de manejo y la tecnología.

La cosecha

La cosecha es la culminación del proceso de producción y también es el inicio de la preparación para el siguiente ciclo. Una buena cosecha con equipos que ofrezcan el mayor valor por tonelada: es el objetivo final. En el mercado existen opciones de cosechadoras que cumplen con el requerimiento de las necesidades de cada productor. Diferentes factores, tales como: la variedad de caña, habilidad del operador, condiciones climáticas, tipo de suelo, drenaje, etc.; hacen que sea necesario elegir el mejor equipo de acuerdo a las necesidades particulares de cada región. (CONADESUCA, 2015)

Figura 22

Imagen de maquinaria utilizada para la cosecha de caña de azúcar



Fuente: Gobierno de México (2015)

Cosecha mecanizada

En la zafra 2017-2018 la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIA), cosechó 8.51 millones de toneladas de caña de forma mecanizada, lo que representa el 36.5 por ciento del total de caña molida, la cantidad de toneladas (millones) y lo que representa la caña mecanizada por ingenio. (CONADESUCA, 2015)

Figura 23

Imagen de datos de toneladas molidas y porcentajes de cosecha por ingenio

| Ingenio | Millones de toneladas | % Cosecha mecanizada |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Pantaleón | 3.23 | 56.7 |
| Magdalena | 1.10 | 17.1 |
| Santa Ana | 1.24 | 47.6 |
| Madre Tierra | 0.57 | 30.2 |
| San Diego/Trinidad | 0.68 | 34.6 |
| La Unión | 1.04 | 38.1 |
| Palo Gordo | 0.23 | 17.6 |
| Tululá | 0.41 | 62.6 |
| Agroindustria de Guatemala | 8.51 | 36.5 |

Fuente: Cengicaña (2018)

Recolección

Los divisores que conforman la línea están acomodados en un ángulo de 45° respectivamente, la función de estos es alejar o separar la caña que no está en el surco de la máquina, de esta manera se evita que entren al sistema de alimentación y que esto genere un arranque de cepa (CONADESUCA, 2015).

El rodo alimentador de la maquina por su parte es el encargado de la agrupación de la caña y posteriormente dirigirla al sistema de corte que se localiza dentro de la línea de surco, en la punta de los rodillos se cuenta con un trompo el cual se encuentra

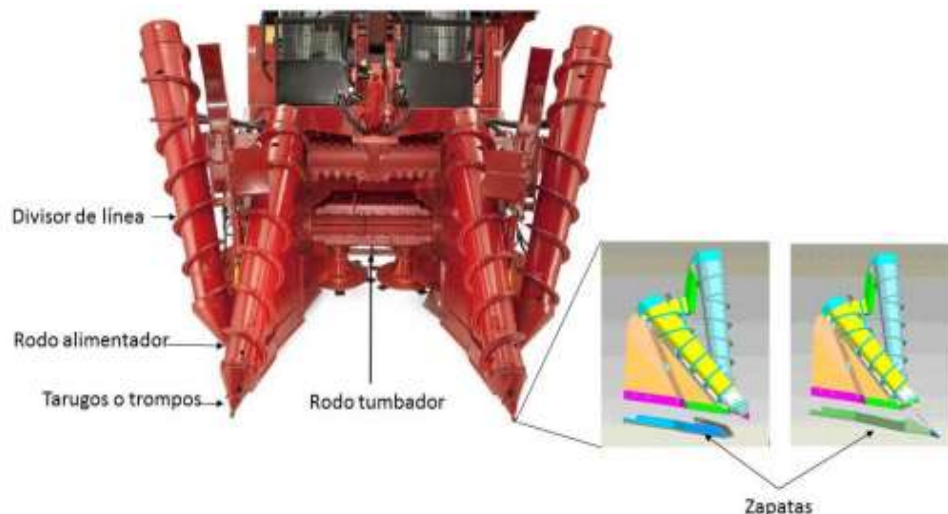
cubierto por una zapata o bien se encuentra desnudo lo cual evita el enterramiento de los trompos (CONADESUCA, 2015).

En la maquinaria de marca Case, existen ciertos modelos que poseen un sistema flotante de los divisores de líneas, cuenta con unos brazos articulados, los cuales se mueven en línea con un sensor de zapata, mientras que en la maquinaria de marca John Deere esta posee un sistema con una rueda de control de profundidad. (CONADESUCA, 2015).

Los rodos tumbadores de la maquinaria se encuentran ubicados de forma horizontal en la entrada de la caña, posteriormente a ser agrupada por los rodos de alimentación, la función de estos es la disposición de mejor forma para que la caña a la hora de ser cortada por las cuchillas lo haga de forma horizontal y a la base de los tallos (CONADESUCA, 2015).

Figura 24

Imagen de maquinaria utilizada en la recolección de la caña de azúcar



Fuente: Cengicaña (2018)

Las cuchillas del sistema de corte base, tienen dos funciones: la principal es cortar el tallo de la macolla y el segundo es empujar hacia los rodos transportadores la caña.

Las cuchillas pueden tener varios espesores (de 4 a 8 mm) y pueden ser de distintos materiales, lo cual influye en el tiempo de uso y la calidad de corte, aunque los factores tipo de suelo, preparación y variedad influyen también en la vida de uso de las cuchillas. Las cuchillas pueden estar colocadas a un ángulo 0° o 15° . También la base de la cuchilla puede moverse y cambiar el ángulo de corte, respecto a la inclinación del tallo (CENGICANA, 2018).

Eficiencia de la maquinaria

Según la UNI (2018): La ingeniería agrícola relacionada con los procesos mecanizados, no se limita a estimar sólo la operación de las máquinas agropecuarias en un estado fijo del sistema, sino que trata de predecir el estado exacto del sistema en cualquier instante, no solo con el objetivo de identificar las actividades de todo el sistema de máquinas, sino también encontrar las eficiencias de campo del sistema, la eficiencia de mano de obra y además, realizar un análisis de los tiempos de los ciclos en tiempo real.

Uno de los problemas menos abordados en los ingenios azucareros es el mejoramiento de la eficiencia de los frentes de cosecha mecanizados y por consiguiente la disminución del desabastecimiento de caña a granel desde los centros de recolección hasta la fábrica (UNI, 2018).

Esta situación, es magnificada por el hecho de la inexistencia de metodologías aplicadas a la agricultura que permitan analizar tiempos de trabajo.

Eficiencia en máquinas en frente mecanizado

Para que un frente mecanizado pueda funcionar correctamente se necesita el apoyo de ciertas máquinas, por ejemplo, la cosechadora cortará e impulsará la caña cortada

desde el lote escogido y posteriormente la depositara dentro de los vagones del sistema de auto volteo, y lo hará de forma simultánea y paralela (UNI, 2018).

La cosechadora completara el llenado de los vagones, posteriormente gracias al auto volteo saldrá del lote y será dirigido hacia el área de traspase, este sitio será el encargado de cortar la caña y posteriormente trasladarla por los sistemas hidráulicos del auto volteo y dirigida a los vagones de traslado (UNI, 2018).

En algunos casos la grúa utilizada para la descarga de los vehículos es utilizada en otros procesos y lleva la caña a las mesas de alimentación.

Después de esto la grúa será empleada por un mástil de entramado metálico, este llevará a cierta altura el brazo horizontal de la maquina sobre el que rueda un carro con la utilización de 2 poleas por la que pasará el cable encargado de sostener la carga, esta grúa tendrá que tener una capacidad de 3 a 5 toneladas, así como también un radio de acción de 18 a 25 metros (UNI, 2018).

Eficiencia en máquinas molienda y extracción de jugo

Para mejorar la extracción en la etapa de molienda, se emplea la imbibición. Esta tiene como objetivo extraer parte del azúcar que queda retenida en el bagazo, que no se puede extraer por presión seca. Puede efectuarse con agua o con jugo diluido. Se puede realizar con agua fría o caliente, esta última dificulta el agarre del bagazo y disuelve la cera que ocasiona dificultades (UNI, 2018).

Puede ser añadida al jugo por un método manual (intermitente), en el cual se forman zonas de alta alcalinidad. También puede ser añadida por medio de dispositivos mecánicos automáticos o por medio de un equipo controlado electrométricamente, flexible y capaz de aumentar o disminuir la cantidad de lechada según los

requerimientos del proceso. Para controlar la alcalización del jugo se mide el pH, el cual debe ser superior a 7,5, se logra una buena clarificación para valores de pH entre 8 y 9. (UNI, 2018)

En lo que se refiere al manejo de los colaboradores es un tema complicado y con costos altos, debido a que se requiere poseer de instalaciones, transportes seguros, así como también un control exhaustivo sobre la calidad de la cosecha, debido a esto se ha motivado y dinamizado con más rapidez el aumento de la cosecha mecánica. Las cosechadoras mecánicas facilitan de gran manera el trabajo humano ya que, evitan las paradas totales o parciales o por tiempo perdido por carecer de materia prima en las fábricas o ingenios, gracias a esto estas poseen una capacidad de cosecha aproximadamente de más de 40 toneladas de caña por hora (TEC, 2016).

Las nuevas modalidades de cosecha han permitido el uso de carretas de auto volteo, estas se encargan y fueron fabricadas para poder utilizarse en el campo y posteriormente salir hacia trasladar la caña a la siguiente unidad, misma que poseerá una mayor capacidad gracias a su sistema hidráulico de elevación y deposición, con esto se evitará que las carretas resulten afectadas con atascamientos y que estas destrocen las cepas con sus llantas. Además de lo anterior se facilita aún más el flujo del equipo utilizado y también se disminuye la compactación del terreno utilizado en el cultivo cuando este se encuentra húmedo (TEC, 2016).

Eficiencia de una cosechadora mecánica en el campo

Para poder implementar todos los detalles, factores y capacidades que se desean y mismas que puedan ser accesibles dentro del trabajo, la cosechadora de caña de azúcar ideal deberá poseer dimensiones y ser de un tamaño bastante grande, además de esto para evitar atascarse y que su tamaño afecte los campos de cultivo la cosechadora

deberá ser liviana para poder lograr una flotación moderada y que no se compacten los campos de cosecha (TEC, 2016).

Esto ocurre solamente si se utilizan materiales ligeros en la fabricación de este tipo de maquinaria, esta deberá ser construida con materiales livianos como aluminio, titanio o algún material liviano y compuesto, una maquina con la ligereza y con un motor correcto evitará que se eleven los gastos de combustible y apoyará la economía de la fábrica que la incorpora a sus actividades (TEC, 2016).

Factores que disminuyen la productividad de la eficiencia de la cosechadora mecánica

a) Campos pequeños con surcos sin salida:

Si los campos son angostos o pequeños o si tienen callejones sin salida, las maquinas encargadas de las cosechas tendrán problemas, debido a que deberán utilizar más giros y maniobrar más la máquina, lo cual repercutirá en disminuir su eficiencia. (TEC, 2016)

b) Campos en forma de trapecio:

La geometría en que esté dispuesto el campo. Cuando los campos tienen forma de trapecio se afectan los índices de explotación de las cosechadoras, puesto que aumenta el número de pases para llenar los medios de transporte. A medida que los surcos de una plantación son en uno de sus lados más cortos que en otro, por consiguiente, el tiempo efectivo de trabajo disminuye considerablemente y provocará que aumente el tiempo de viraje de la máquina y de los medios de transporte. (TEC, 2016)

c) Conformación de los surcos:

Los surcos a trabajar deberán de sobresalir ligeramente del perfil del suelo, esto se hará para poder aumentar la eficiencia de la maquinaria y también la operación de la cosechadora, lo cual repercute en regiones de alta precipitación o que estén afectadas

por diversos factores climáticos como la lluvia, también los tallos que se cosecharan deben localizarse lo más centrado que se pueda en el surco, para poder apoyar y facilitar la recolección (TEC, 2016).

d) Ángulo de cortador base:

La profundidad y el ángulo del corte son cruciales. El cortador de base es un juego de discos giratorios con cuchillas reemplazables que está diseñado para cortar limpiamente la caña al nivel del suelo, sin partirla, luego dirige el flujo de la caña hacia arriba a los rodillos alimentadores con ayuda del rodillo pateador. (TEC, 2016)

e) Árboles, líneas eléctricas y otros obstáculos en el campo

Cualquier objeto que obstruya el paso de la cosechadora en el lote en proceso de cosecha contribuirá a disminuir la productividad de la misma.

f) Campos de riego:

La consistencia del suelo influye directamente sobre el desempeño de las cosechadoras ya que en terrenos inconsistentes la velocidad de avance y altura de corte varían, disminuye la productividad de la cosecha mecanizada

Para efectos de eficiencia resultan óptimos los surcos largos y discontinuos, pero contraproducente para el riego, por motivos de infiltración y saturación, donde son deseables los surcos cortos. Este es un aspecto práctico que debe conciliarse y adecua ambos factores. (TEC, 2016)

Sistema de mejora continua

La mejora continua es la herramienta que facilita el desarrollo de una empresa. Según Rajadell (2019) es la búsqueda de la perfección en toda actividad, la auto iniciativa y disciplina de los operarios para encontrar oportunidades de mejora, la comunicación funcional y la estandarización del trabajo para eliminar despilfarros (TEC, 2016).

Resalta la capacidad de una organización para competir y da la oportunidad a sus miembros de contribuir, de desarrollarse y de superarse (González, Guzmán, Martínez, Guzmán y Olgún, 2020, p.28).

La mejora continua implica alistar a todos los miembros de una empresa para llevar a cabo una estrategia con el fin de mejorar significativamente los niveles de calidad y productividad de dicha empresa, buscar la reducción de los costos y tiempos de respuestas, y de esta manera mejorar los índices de satisfacción de los clientes y sus consumidores, para de esta forma tener una mejora en los rendimientos sobre la inversión y la participación de la empresa en el mercado (TEC, 2016).

Ofrecer una respuesta a los requerimientos de los clientes de poseer bienes y servicios a precios aceptables, con un buen nivel de calidad que acepten y satisfagan las necesidades como también los requerimientos en temas de cantidad y plazos acordados, también respetar el medio ambiente y evitar los impactos ecológicos o afectar la salud de las personas, implica si o si mejorar día a día para continuar y ser los mejores.

Componentes de un sistema de control interno y un sistema de gestión de calidad

Indica Isaza (2018): Para organizar una empresa pública o privada, bajo la exigencia metodológica y/o normativa que establece un sistema de Control Interno y un Sistema de Gestión de Calidad, debe tener estandarizado un nivel de primer orden, de la responsabilidad del auditor interno de Control Interno o calidad.

Pero la implantación e implementación de los dos niveles que integran el Sistema, es de la responsabilidad del gerente de la compañía, quien debe propugnar por su montaje y buen funcionamiento para alcanzar la certificación de calidad. (p.19)

Se considera importante que el gerente de la empresa esté de acuerdo para la implementación del sistema de control de calidad, ya que, si él no está de acuerdo no es posible obtener una certificación de calidad del producto fabricado, y es importante que este conozca cómo funciona el sistema de calidad (TEC, 2016).

Como funciona un sistema

Cada jefe de área de Control Interno y de Gestión de la Calidad debe tener cuatro niveles, el nivel 1 que es la de la responsabilidad del gerente, el nivel 2 o área de auditoría interna de la responsabilidad del auditor interno; además tiene un nivel de Gestión y un nivel de control, los últimos niveles están implícitos en el nivel 1 y el nivel 2 (TEC, 2016).

El nivel 1 está conformado por todas las áreas de la compañía, sin incluir el área de auditoría interna, estas áreas a su vez se conforman por sus procesos; cada proceso debe estandarizarlo el jefe de área con su equipo de trabajo, para desarrollar su objeto social (TEC, 2016).

El nivel 2 o área de auditoría interna o calidad, está integrada por los procesos relacionados en el área de auditoría y como competencia debe auditar el nivel 1, para determinar si están implantados e implementados los estándares y controles necesarios para el desarrollo de su objeto social. El ejercicio de la competencia de auditoría puede ser integral, cuando se realiza a todas las áreas; o específica, cuando se realiza a un área o proceso. (Isaza, 2018, p.20)

El auditor externo o contralorías o certificadora hace auditoría al Sistema de Control Interno y de Gestión de Calidad; comienza auditar al nivel 2, para verificar que estén implantados y desarrollados los estándares necesarios en el área de auditoría interna;

si el Auditor externo considera que el nivel 2 o área de auditoría interna o de auditoría de calidad está debidamente estandarizado, no audita el nivel 1 (TEC, 2016).

Porque se le puede dar credibilidad a los informes de auditoría presentados por el nivel 2, o área de auditoría interna o de calidad frente a la implantación y desarrollo de estándares debidamente, puede pasar a auditar el nivel 1, porque no le da credibilidad a lo que informa el nivel 2 (TEC, 2016).

Isaza (2018) menciona: El nivel dos en ejercicio de la auditoría interna o auditoría de calidad evalúa el cumplimiento de los controles (estándares) al nivel uno, para determinar si las actuaciones de cada proceso se realizaron conforme a los determinados en el estándar.

Debe evaluar si están debidamente implantados y desarrollados (montados y se va a utilizar) todos los estándares necesarios, en cada uno de los procesos y áreas de la compañía.

El sistema de Control Interno o de Gestión de la Calidad, también es evaluado por funcionarios de diferentes áreas, que auditan otras áreas y auditores internos de calidad, de acuerdo con programación realizada por el jefe de auditoría de calidad, quien debe tener la precaución para no programar a los mismos funcionarios para que auditen procesos desarrollados entre sí Isaza (2018).

El nivel de gestión, está integrado por todos los planes de gestión de cada uno de los procesos de la compañía, que se estandariza y evalúa cuantitativamente.

Por ejemplo, planeamos producir 10.000 pares de zapatos de cuero en el mes de enero y alcanzamos a producir solo 8.000 pares de zapatos de cuero este mes, tenemos una eficacia del 80% en la producción de zapatos de cuero para el mes de enero. (p.21)

El nivel de control, integrado por todos los manuales de cada área, se estandarizan y evalúan cualitativamente, por ejemplo: los Manuales de Procesos, Procedimientos y Funciones, pueden tener un nivel de aplicación alto, medio, bajo, y depende de la aplicación que se les dé. Los manuales de indicadores y el de evaluación de Control Interno y/o calidad son complementarios a los precitados (TEC, 2016).

Los diferentes niveles de gestión de calidad en una empresa empiezan primero en la gerencia y todas las áreas en general, estos deben pasar por una auditoría, el auditor verifica si el jefe de área desarrolla su objetivo de trabajo en los diferentes procesos, y si logra cumplir con sus planes de gestión o estándares (TEC, 2016).

Los estándares de gestión

Isaza (2018) define: Son los planes de gestión que debe tener cada proceso en la compañía, (cuanto debo hacer y en qué tiempo), por ejemplo, cantidad de unidades de servicio y/o productos a ofrecer, cantidad de recurso a invertir de acuerdo con una programación y si es contrato, fechas de entrega y los pagos de lo que se compró, de acuerdo con lo establecido contractualmente. (p.23)

Los planes de gestión son importantes para lograr los objetivos en la producción, ya que estos indican cuantos productos se pueden fabricar cada hora, día, semana, entre otros, y los recursos a utilizar, para lograr cumplir en las fechas establecidas de entrega, y estos planes tienen también otros propósitos.

Propósito de los estándares

Es un periplo que debe estar desarrollado mediante una serie de pasos ordenados, interdependientes y complementarios, que deben integrar de manera coordinada, los

diferentes servicios, funciones y elementos clave en la atención al cliente interno y cliente externo (TEC, 2016).

La organización debe entonces garantizar que se ofrezcan productos y/o servicios de calidad dentro de un ambiente de trabajo seguro. La organización debe tener definida una política respecto a los derechos de los clientes, acorde con el direccionamiento estratégico, los cuales son difundidos y conocidos por todos en la organización; así mismo, todos los funcionarios deben conocer la trazabilidad del proceso de atención a los clientes (TEC, 2016).

Todas las áreas y procesos deben ser estandarizados por el dueño del proceso o jefe de área y su equipo de trabajo, para que de esa manera un autocontrol cada funcionario cumpla los estándares, en desarrollo de su competencia (TEC, 2016).

Para la organización del sistema de Control Interno y sistema de Gestión de Calidad, se debe contratar un asesor metodológico, quien convoca a un recinto a los jefes de áreas, para facilitar y compartir la metodología para implantar y desarrollar el sistema de Control Interno y de Gestión de calidad en la compañía (la metodología debe explicarse en un proceso que no tenga relación con los procesos de la compañía, para evitar confusiones y debates innecesarios), los jefes de áreas y/o procesos, después deben compartir lo aprendido con su equipo de trabajo, para lograr el desarrollo necesario del sistema, en autocontrol (TEC, 2016).

Una de las finalidades de una empresa es ofrecer productos de calidad que permitan la satisfacción de los clientes, pero para ello es necesario seguir el plan de gestión de calidad y cumplir correctamente con los propósitos del mismo (TEC, 2016).

Pasos para lograr un programa de mejora continua

a) Selección de los problemas u oportunidades de mejora: pretende identificar los problemas de productividad y de calidad en un área específica, este paso se centra desde un principio a buscar los problemas desde su raíz, a diferencia de otras metodologías por ejemplo la lluvia de ideas sobre problemas en general (TEC, 2016).

b) Cuantificación y subdivisión del problema: detallar de la mejor forma el problema y sus posibles subproblemas o causas. Comúnmente los colaboradores buscan posibles soluciones o conjeturas y no se centran realmente en los problemas desde su raíz, lo más importante de este paso es que el grupo interprete correctamente la importancia del problema para encontrar una solución concreta, poner en práctica esto se puede lograr una solución o acciones para corregir la problemática a través de proyectos a corto o largo plazo (TEC, 2016).

c) Análisis de causas raíces específicas: consiste en analizar y discutir las causas raíces del problema, aquellas causas que garantice la solución definitiva y no repetitiva del problema. En este paso se discute la importancia de solucionar el problema a través de indicadores que den cuenta de la misma, y de esta forma ir buscar la causa más probable y la solución a la misma (TEC, 2016).

d) Establecimiento del nivel de desempeño exigido: concretar el nivel de importancia del problema y así mismo exigir los métodos para solucionar el mismo, incluida la exigencia al área y las metas a lograr (TEC, 2016).

e) Diseño y programación de soluciones: consiste en la identificación de las soluciones que pondrán eliminar el problema desde su raíz. En una empresa donde no ha existido un proceso de mejora continua y donde los procesos de mantenimiento no han recibido la debida atención, las soluciones a la problemática suelen ser bastante fáciles de detectar, mientras que en otras empresas los procesos suelen ser más avanzados y las soluciones no pueden ser tan fáciles de detectar (TEC, 2016).

f) Implantación de soluciones: en este paso se pueden mencionar dos objetivos principales, el primero es comprobar la eficacia de las soluciones planteadas y realizar los pasos necesarios para lograr una solución definitiva y ponga fin al problema desde su raíz (TEC, 2016).

El segundo objetivo es asegurarse que las soluciones planteadas sean comprendidas y correctamente aplicadas por el personal del área donde exista el problema.

g) Establecimiento de acciones de garantía: debemos de resguardar y asegurar la nueva solución a la problemática para evita la perdida de los resultados y que el problema solucionado se mantenga estable y no vuelva a repercutir en futuros.

Ventajas de la implementación de un programa de mejora continua

- a) Se logran mejoras en corto plazo y unos resultados bastante visibles.
- b) Auxilia de gran manera a la adaptación de los procesos y mejores tecnológicas que son necesarias día con día para el correcto desempeño laboral de una empresa.
- c) Nos permite eliminar actividades repetitivas.
- d) Fortaleceremos nuestro sistema gracias a un mejoramiento constante.
- e) Se promueve el trabajo en equipo, y con esto aprovechar de gran manera el potencial de cada persona para contribuir a la mejora de su trabajo y que en equipo puedan darse oportunidades de mejoras para la empresa (TEC, 2016).
- f) Se hace conciencia al colaborador a que este aproveche al máximo los recursos que la empresa le está ofrecer y así mismo que el clima laboral sea agradable y permita un mayor enfoque hacia el futuro y mejore el desempeño de la empresa (TEC, 2016).

Desventajas de un programa de mejora continua

- a) Cuando se pone en práctica el desarrollo de un proceso de mejora continua en un área específica, existe riesgo que disminuyamos la interdependencia que está presente en todos los colaboradores de la empresa (TEC, 2016).
- b) Conlleva que todos los empleados participen y logren un cambio organizacional que lleve a conseguir un éxito en la empresa.
- c) En algunas empresas pequeñas y medianas para tener una mejora continua se necesita de mucho tiempo, ya que estas tienen una visión muy conservadora.
- d) Realizar una mejora continua en una empresa representa una inversión considerable, en algunos casos un poco alta, lo que puede llevar a la no realización de la misma.

Metodología de las 5'S

Dice Rojas y Salazar (2019): Las 5'S es un método, el cual es conocido de esa manera por los vocablos que inician con esa letra en el idioma japonés y por las cinco etapas con las que cuenta. Esta es una ciencia de dirección japonesa enfocada en cinco pilares simples que se aplican con un orden definido.

Las 5'S han sido difundidas ampliamente y son bastas las empresas de variada naturaleza que la usan, definidas como: organizaciones de industria, organizaciones de servicio, clínicas, colegios, universidades o conjuntos.

Es conocida como táctica de las 5S debido a que fomenta métodos que son fundamentos desarrollados con cinco vocablos japonesas que inician con S. Cada vocablo tiene un concepto trascendental para la creación de un puesto apropiado y fiable para el trabajo.

Estos vocablos son:

- a) (Seiri)
- b) (Seiketsu)

- c) (Shitsuke)
- d) (Seiton)
- e) (Seiso)

Las 5´S son el pilar del patrón de productividad industrial elaborado en Japón y que hoy en día se aplica en organizaciones a nivel mundial. Es falso que las 5´S sean particularidades inherentes de la sociedad japonesa. El mayor número de los 12 no japoneses desarrollan las 5´S en su día a día y muchas veces ni si quiera son capaces de notarlos.

Hacen uso del Seiri y del Seiton en el momento en que se mantienen los ambientes adecuados y registrados los componentes ya sean utensilios, matafuegos, desperdicios, maquinaria, entre otros. (p.11)

Al mantener un puesto de trabajo correctamente ordenada y sin suciedad se aumentará el nivel de eficiencia y ética dentro de la empresa y los trabajos no se verán afectados ni deteriorados. No son tan comunes las empresas que utilizan correctamente la metodología de las 5 S con el mismo proceso como conservan sus elementos propios de manera cotidiana.

Es en el puesto de trabajo donde permanecen los colaboradores el mayor tiempo de su turno, por esta misma razón es necesario mantener ordenado y limpio el mismo para aumentar la ética propia.

¿Por qué es necesaria la aplicación de las 5´S?

La metodología de las 5´S es un procedimiento que las personas no lo toman muy en cuenta ni le prestan la debida atención para poder implementarlo en su área de trabajo. Sin embargo, una industria de higiene y que sea confiable permite la orientación de la institución y las áreas de trabajo para alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Ofrecer una solución ante el requerimiento de contar con una buena área de trabajo, desecho de desperdicios ocasionados por el caos, antihigiene, escapes y contaminación.

- b) Apuntar a la eliminación de pérdida por factores como calidad, lapso de entrega y costos por el uso de personal en el cuidado del puesto de trabajo aumento de la moral por el trabajo.

- c) Posibilitar designar los requisitos para incrementar la duración de actividad de la maquinaria, esto en consecuencia de la revisión constante por parte del encargado del área.

- d) Enriquecer la estandarización y la instrucción en hacer efectivo el uso de los patrones que tienen los colaboradores la oportunidad de ser parte en la elaboración de procesos.

- e) Utilizar los componentes de inspección óptica ya sean tarjetas o tableros con el fin de ordenar los componentes e instrumentos que intervienen en el proceso productivo.
- f) Conservación de un buen estado del puesto de trabajo a través de inspecciones periódicas acerca de los procedimientos de estandarizar las mejoras obtenidas mediante la aplicación de las 5'S

- g) La implantación de algún modelo de mejora continua ya sean Lean Manufacturing, Just in Time, Calidad Total y Control, y Mantenimiento Productivo
- h) Eliminar las posibilidades de eventualidades e incrementar el entendimiento de la atención y mantenimiento de la maquinaria y demás equipos de la compañía. (Rojas y Salazar, 2019, p.13)

Figura 25
Imagen de la descripción de las 5`S



Fuente: Sistemas OEE (2019)

Introducción a las normas ISO

De acuerdo a Cortés (2017): ISO (International Organization for Standard) es una organización internacional independiente, no gubernamental. Cuenta con 163 organismos nacionales de normalización.

A través de sus miembros, que reúne a expertos para compartir conocimientos y desarrollar estrategias basadas en el consenso, comercializa Normas Internacionales voluntarias y relevantes que apoyan la innovación y aportan soluciones a los retos globales.

Los estándares internacionales ISO aseguran que los productos y servicios son seguros, de confianza y de buena calidad. Para las empresas las normas ISO son herramientas estratégicas que reducen costes, minimiza los excedentes y los errores y

se mejora la productividad. Además, ayudan a las organizaciones en el acceso a nuevos mercados y nivelan las condiciones para que todos los organismos compitan con las mismas reglas de juego.

Para la elaboración de las distintas normas conforma comisiones de trabajo con miembros de empresas y expertos que son invitados especialmente para ese fin. La ISO ha formado más de 180 comisiones técnicas que abarcan prácticamente a todos los sectores de la actividad económica. (p.53)

La organización conocida como ISO (International Organization for Standardization), celebró su primera reunión en junio de 1947 en Zúrich, y fijó su sede permanente en la ciudad de Ginebra. En vigor son las publicadas en el año 2009, 2015 y 2015, y que está compuesta por las normas ISO 9004, 9000 y 9001 respectivamente (Cortes, 2017).

La función principal de las normas ISO es garantizar la elaboración de un producto de calidad y de buena durabilidad, para ello se obtiene una certificación y esta se logra cumplir con ciertos requisitos, existen otras normas ISO importantes (Cortes, 2017). La mejora continua es esencial en cualquier proceso productivo y la agricultura es un sector en el que se ha puesto de manifiesto de manera muy evidente.

De hecho, durante los últimos 20 años los agricultores han estado sometidos a una presión constante para reducir sus costes.

Los modelos de excelencia

El desarrollo de la calidad total y la mejora continua ha dado lugar a la aparición de los modelos de excelencia, que pueden definirse como marcos no normativos basados en una serie de criterios que sirven como guías de autoevaluación (Cortes, 2017).

De esta forma, las organizaciones pueden comprobar que están dirigiéndose por el camino correcto para conseguir la excelencia empresarial, mediante el alcance y mantenimiento de la calidad total y mejora continua de todos sus procesos y circuitos. Modelo REDER y ciclo PHVA.

Entre los principales modelos de excelencia se pueden encontrar los esquemas llamados REDER o RADAR, mismos que están conformados por cuatro elementos principales, es decir, enfoque, resultados, evaluación y despliegue, estas organizaciones buscan determinar los resultados que quieren lograr como parte del proceso de elaboración de políticas y estrategias (ISO, 2014).

La mayor parte de conocedores del tema recomiendan los modelos REDER en sustitución de los PHVA, mismos que sirven como argumentos de peso de la relación directa entre la mejora continua y calidad total, mismos que buscan los modelos de excelencia, la diferencia más notoria es que los modelos REDER sugieren que previamente a la planificación o se enfocan en lo que la empresa busca o pretende realizar y para lograr esto es necesario determinar los resultados que se pretenden mejorar, las metas u objetivos (ISO, 2014).

Sistemas de gestión de calidad

Consiste en la implementación de sistemas destinados a comprobar la satisfacción final del cliente. Gracias a estos sistemas, se obtiene información que después se puede aplicar para mejorar aquellos aspectos que no aportan una satisfacción completa, lo que permite mejorar continuamente la experiencia final del consumidor (ISO, 2014).

Sistemas de evaluación ambiental

La implementación de los distintos sistemas de evaluación ambiental ha logrado que las producciones que se afrontan desde una diferente perspectiva sean holísticas, es decir, de forma total, estos sistemas de evaluación ambiental son capaces de controlar en su totalidad los aspectos que se relacionan con la fabricación de los objetos o productos, lo cual ha permitido poseer un control completo sobre los productos finales y también el impacto de los mismos (ISO, 2014).

Ciclo PHVA

Las iniciales de este método corresponden:

a) Planificar, b) Hacer, c) Verificar, d) Actualizar

Estas son las acciones que representan a cada fase que se deberá de implementar en la elaboración de un producto que funciona a través del ciclo PHVA, esto ha permitido que los productos terminados sean de una calidad bastante buena y cuando estos tienden a fallar o posean alguna oportunidad de mejora, estos sean mejor reformulados gracias a la fase de verificación, la cual permitirá que las correcciones o mejoras sean ejecutables incluso previamente a que se reciba una mala recomendación por parte de los clientes insatisfechos (DispatchTrack, 2019).

Sistema de mejora continua dentro de la empresa

El proceso de mejora continua puede pertenecer a un ámbito específico, aunque no siempre. Es obvio que, para mejorar la calidad de un producto, conviene tener conocimientos profundos de los materiales y el proceso de fabricación.

No obstante, la calidad de los procesos y servicios suele optimizarse por sí sola cuando se organiza mejor el trabajo (IONOS, 2018).

Los empleados deberán de poseer los medios para poder realizar una planificación de forma correcta y también implementar las oportunidades de mejoras en sus propios puestos de trabajo o departamentos, lo normal y correcto es que los colaboradores que posean bastante tiempo de experiencia sean los que implementen o propongan las oportunidades de mejoras potenciales dentro de su ámbito, mientras que si se dictan las medidas desde otros puestos más altos pueden tener efectos negativos, debido a que no se contara con el apoyo de la fuerza laboral (IONOS, 2018).

Campos de aplicación de la mejora continua

Los procesos de mejora continua originalmente provinieron de la industria automotriz, en la cual han colaborado para poder alcanzar el éxito notablemente en la mayor parte de las empresas del mundo, los métodos, principios pueden aplicarse en cualquier tipo de industria o en cualquier ámbito (IONOS, 2018).

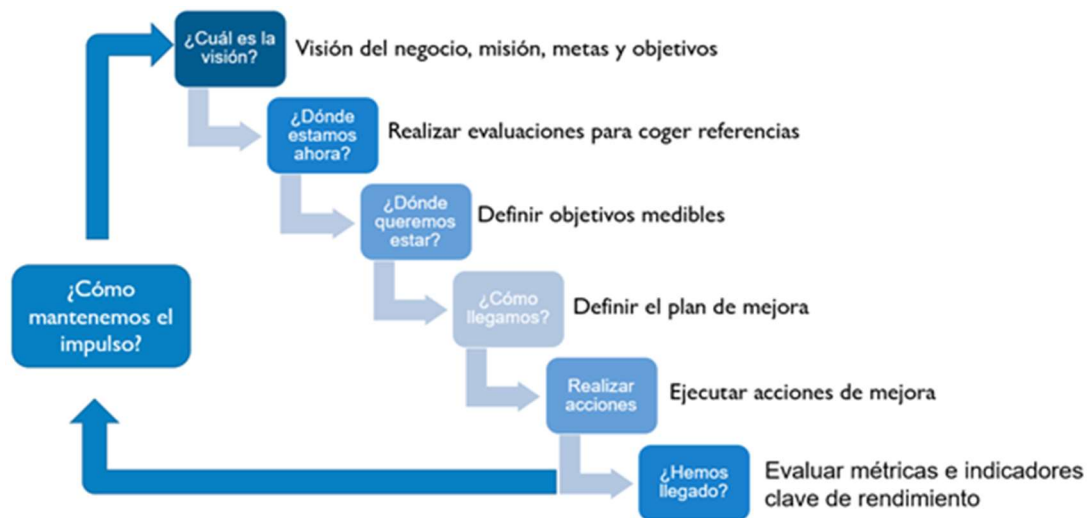
Esto puede ser desde las organizaciones más pequeñas hasta las organizaciones de mayor tamaño, los objetivos de estas es la introducción de mejoras pequeñas o que puedan empezar a mejorar de manera sostenible la calidad del trabajo en la industria donde se aplique, se puede empezar con la limpieza del puesto de trabajo (IONOS, 2018).

El proceso de mejora continua da mejores resultados en las empresas con una estructura más compleja, porque hasta el cambio más pequeño puede tener un gran impacto en ellas. La razón es que los cambios se redimensionan en las empresas más grandes: por ejemplo, una pequeña modificación en los pasos de la cadena de trabajo puede influir mucho en los pasos posteriores, lo que multiplica el efecto positivo (IONOS, 2018).

En todo caso, en los grandes grupos, debido a su alto rendimiento, el más mínimo cambio puede tener una gran repercusión, que, además, siempre es posible evaluar (IONOS, 2018).

Figura 26

Pasos para aplicar una mejora continua



Fuente: AMBIT (2017)

Para que la empresa pueda tener un adecuado nivel de desarrollo en la mejora continua, requiere inicialmente ser capaz de generar y organizar correctamente sus oportunidades de mejora, para lo cual debe realizar el siguiente proceso. Para dotar a un sistema de mejora continua de capacidad de supervivencia, es necesario disponer de un sistema de información que permita la identificación sistemática de oportunidades de mejora relevantes para los responsables de la organización (ISO, 2014).

Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada para el cultivo de caña de azúcar

Buenas prácticas para la preparación de suelos

Los implementos que son necesarios para la preparación de suelos son:

Para los suelos arenosos será necesario implementar una formación simple de surcos, con la utilización de un surcador estándar que sea eficiente, de esta forma se fomentará la mínima labranza, y, por ende, habrá un menor impacto en las condiciones naturales del suelo a cultivar (CENGICAÑA, 2012).

Para un correcto rastrado se necesita que sean empleados en los suelos pesados, en donde la realización de los surcos no es posible, para poder realizar esto se necesitará el paso de rastra o únicamente el paso del surcador respectivamente, en algunos estudios realizados por Moberly en los años 1970 lograron demostrar que el arado profundo no es tan necesario para el cultivo de la caña de azúcar pero si será necesaria la implementación de una cama relativamente fina para evitar que se formen cámaras de aire y que posteriormente se provoquen una desecación de las yemas y pueda afectar el cultivo y su germinación (CENGICAÑA, 2012).

Para la siembra se refiere a la utilización y colocación de un material propagativo en el cultivo de la caña de azúcar, esto se implementará en el surco para su posterior desarrollo y emergencia, es necesaria la implementación de esta actividad de una forma correcta y apropiada debido a los altos costos que esta representa para la fábrica y para la plantación en campos nuevos o bien, una renovación en los campos ya utilizados anteriormente para el cultivo de la caña de azúcar (CENGICAÑA, 2012).

Las actividades que se realizarán son:

a) Muestreo de los suelos:

Este deberá realizarse justo en el momento posterior de la cosecha del cultivo pasado, es de suma importancia poder reconocer la situación de fertilidad y de calidad física de los suelos que serán utilizados para el cultivo de la caña de azúcar, estos datos serán

utilizados para poder planificar correctamente la fertilización o las correcciones que puedan necesitar los suelos en esas circunstancias, estas actividades son importantes y son relacionadas con un manejo correcto de los suelos y la fertilidad de los mismos, conducirán a una mejor rentabilidad (CENGICAÑA, 2012).

b) Momento de la siembra:

Este es uno de los temas con mayor importancia y que se relaciona directamente con la disponibilidad de los riegos, todas las siembras se deberán realizar entre las condiciones de humedad correctas en el suelo, si no se toma en consideración esto se puede comprometer altamente el cultivo de caña y por la misma razón se pueden elevar los costos de producción y se ocasionará una resiembra. La plantación deberá realizarse en un momento adecuado en el cual no presente pérdidas altas para los suelos ocasionados por la erosión hídrica (CENGICAÑA, 2012).

Es preferible que se emplee todo el periodo donde el suelo se mantiene seco para poder realizar la plantación de forma correcta, siempre se deberá disponer y contar con agua suficiente para poder realizar el riego, de igual forma se deberán establecer las plantaciones a finales de la época seca, un poco antes del inicio del periodo de lluvias (CENGICAÑA, 2012).

c) Selección de la variedad y producción de la caña y semilla

El conocimiento de las características agronómicas, de jugos y resistencia a plagas y enfermedades o resistencia de los cultivares al estrés abiótico es fundamental. Debe seleccionarse el cultivar que mejor se adapte al área que se pretende cultivar con caña de azúcar. Debido a la importancia de este tema, el Programa de Variedades de CENGICAÑA realiza grandes esfuerzos conjuntamente con los equipos de producción de los ingenios asociados, para recomendar la variedad de caña de azúcar con mayor probabilidad de éxito para el área a renovar (CENGICAÑA, 2012).

Para cada ingenio se han generado los planes varietales con los materiales que pueden cultivarse de acuerdo a la época del año en que se haya planificado el corte y potenciales problemas por enfermedades. Por lo tanto, debe hacerse acopio de los trabajos de planificación conjunta para seleccionar con más propiedad. (CENGICAÑA, 2012)

La profundidad necesaria para la plantación es otro tema de suma importancia, este no debe de superar los 15 o 20 centímetros de profundidad, la profundidad correcta y reportada como apropiada es de 10 centímetros para la caña de azúcar, esta deberá de considerarse un gradiente de profundidad para poder realizar la plantación de forma correcta (CENGICAÑA, 2012).

Buenas prácticas agrícolas en el transporte de la maquinaria

Para poder configurar los equipos encargados del transporte de la caña es recomendable que estos se configuren y se deberá tener en cuenta la máxima capacidad de carga de estos vehículos y de la flota de transporte de la caña (CENGICAÑA, 2012).

Se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a) Requisitos de la flota de transporte de caña:

Estos equipos que se utilizarán deberán estar codificados correctamente por ASAZGUA y se deberá contar de igual forma con un seguro en el cual se garantice el cumplimiento de las responsabilidades civiles contra terceros, de igual forma los pilotos encargados de estos transportes deben de implementar y realizar un chequeo de tipo 360 continuamente (CENGICAÑA, 2012).

b) Equipo de protección personal (EPP):

Este equipo es sumamente necesario que se utilice, en especial previamente al transporte de caña de azúcar, es recomendable que se asegure que el personal utilice correctamente el equipo de protección personal para poder evitar accidentes (CENGICAÑA, 2012).

c) Monitoreo de la flota de transporte de caña:

Es recomendable la utilización de sistemas GPS, para poder monitorear correctamente las entradas y salidas de los camiones encargados del transporte de la caña.

También para poder controlar si existe un exceso de velocidad en las flotas de transporte de caña de azúcar, estos no deberán pasar el límite de velocidad que es menor a 40 Km/h y no están autorizadas las paradas en la ruta de la flota del transporte de la caña de azúcar (CENGICAÑA, 2012).

d) Enganche de equipos llenos en frente de cosecha:

Los pilotos de los transportes encargados del traslado de la caña de azúcar deben revisar correctamente su equipo, así como también la colocación de las fajas de seguridad y el despunte de caña al iniciar su camino hacia el ingenio (CENGICAÑA, 2012).

e) Cuidados en la ruta:

Está prohibido estacionarse en curvas, en caso de emergencias de deberá utilizar y contar con el equipo de señalización correcto para evitar accidentes en la ruta (CENGICAÑA, 2012).

f) Traslado de la maquinaria al área a cosechar:

Las cosechadoras tienen que ser trasladadas únicamente por el sistema low-boy, si su traslado entre fincas es menor a 20 kilómetros el movimiento de los tractores puede ser rodado (CENGICAÑA, 2012).

g) Movimiento interno del auto volteo lleno:

Para poder trasladar el auto volteo hacia el punto de trasiego o hacia el punto de llenado de las jaulas se deberá conducir en línea recta hacia las calles en el interior sin abrirse, se deberán dirigir en dirección de la mesa del surco, y de esta forma evitar pisotear el surco hasta llegar finalmente a la ronda más cercana (CENGICAÑA, 2012).

h) Llenado de las jaulas:

Se deberá alinear el auto volteo a la par de la jaula.

También se deberán de llenar las jaulas de forma uniforme, se debe dejar un copete de 0.30 metros respectivamente y de esta forma poder evitar derrames en la ruta de traslado de la caña de azúcar (CENGICAÑA, 2012).

i) Equipo de recambio:

Es recomendable contar con el equipo correcto para poder realizar el recambio dentro del campo para poder evitar pérdidas tiempo a la hora de llenar las jaulas (CENGICAÑA, 2012).

Buenas prácticas agrícolas en el riego

CENGICAÑA (2012) menciona: a. Planificar y regular el aprovechamiento de las fuentes de agua superficial y subterránea. Para ello, deberá realizarse un inventario de los aprovechamientos principales actuales y futuros que permitan cuantificar los caudales aprovechados para uso en la producción agrícola e industrial. Se identificará su ubicación geográfica dentro de la unidad hidrográfica correspondiente (cuena y/o subcuena), de acuerdo al formato que establezca la entidad correspondiente designada por ASAZGUA.

Todos los aprovechamientos indicados en el inventario deberán contar con sistemas de medición que permitan cuantificar los caudales y/o los volúmenes de agua, para generar informes mensuales correspondientes.

Basados en la ubicación geográfica de los aprovechamientos identificados en el inventario, se deberán establecer puntos estratégicos que permitan implementar una red de medición con estaciones hidrométricas o aforos de los caudales.

Todo ello con el fin de conocer la disponibilidad del recurso dentro de la unidad hidrográfica en la época de estiaje.

b. Se deben establecer protocolos y realizar capacitaciones y talleres para estandarizar los sistemas de medición de caudales y niveles estáticos en los pozos, así como, para la toma de muestras para análisis de calidad de agua, requeridos por los miembros de ASAZGUA, con la finalidad de garantizar la consistencia y calidad de los datos generados.

c. La entidad designada por ASAZGUA deberá diseñar un Sistema de Registro de los aprovechamientos principales y las disponibilidades del recurso, para generar las alertas correspondientes en la época de escasez y permitir la toma de decisiones para mitigar efectos negativos en la producción.

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Se identificaron una población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población, gerente del Área de Taller de Maquinaria, gerente de Producción Agrícola, supervisores de producción, Centro de Operaciones Integradas, se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica de la muestra por medio de la población muestral, con el 100% nivel de confianza y 0% de error.

De los cuadros y gráficas uno a la tres se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de los cuadros y gráficas cuatro a la seis, se comprueba la variable X o causa.

Cuadros y gráficas para comprobación de la variable dependiente “Y” o efecto.

Cuadro 1

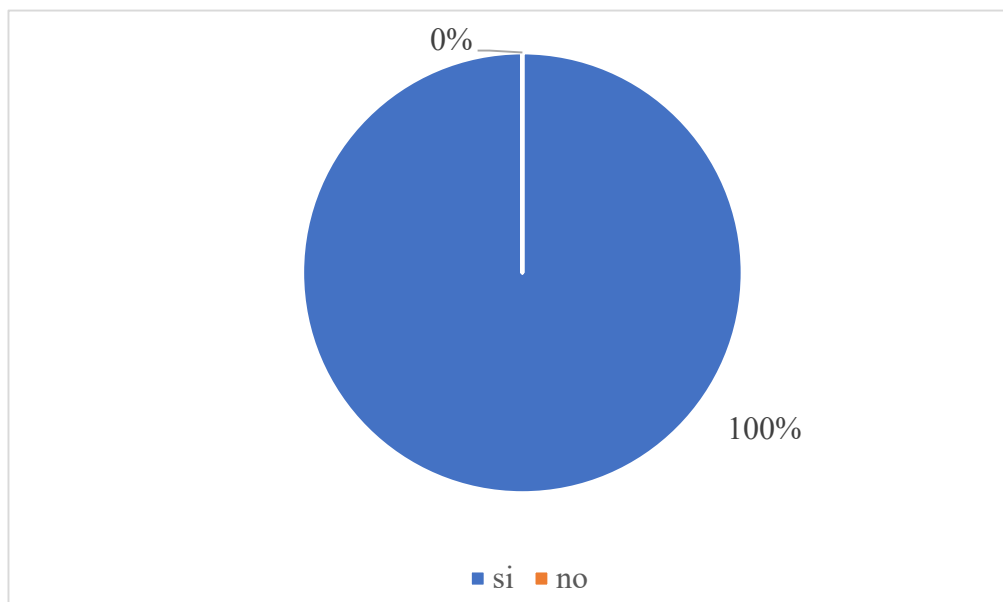
Personas que conocen sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| si | 5 | 100 |
| no | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 5

Personas que conocen sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, el total de los entrevistados conocen sobre el bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, lo que comprueba la variable dependiente.

Cuadro 2

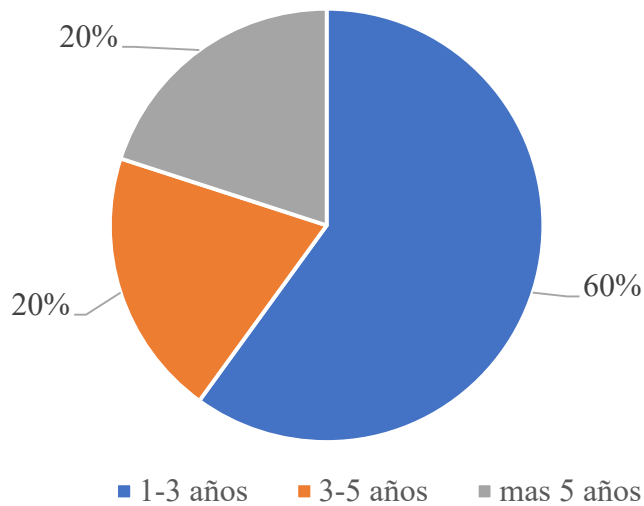
Personas que conocen el tiempo que existe bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | valor relativo | valor relativo (%) acumulado |
|------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| 1-3 años | 3 | 60 | 60 |
| 3-5 años | 1 | 20 | 20 |
| más 5 años | 1 | 20 | 20 |
| TOTAL | 5 | 100 | 100 |

Fuente: Fuente: jefes de zona, producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 6

Personas que conocen el tiempo que existe bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Fuente: jefes de zona, producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, tres quintas partes indican que el bajo rendimiento se ha producido entre 1-3 años, mientras una quinta parte indica que de 3-5 años y otra quinta parte indica que es más de 5 años respectivamente en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Cuadro 3

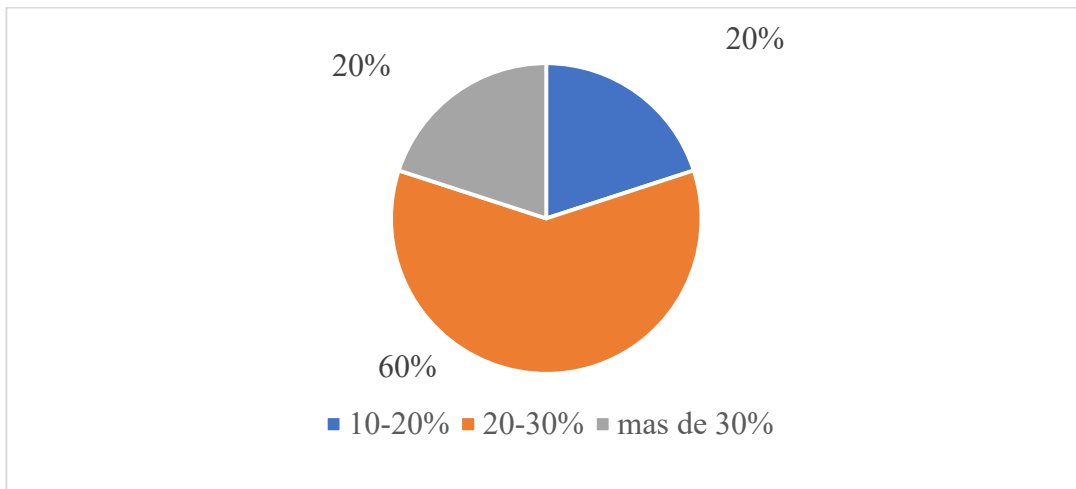
Personas que conocen el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuestas | Valor absoluto | valor relativo | valor relativo (%) acumulado |
|------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| 10-20% | 1 | 20 | 60 |
| 20-30% | 3 | 60 | 60 |
| más de 30% | 1 | 20 | 20 |
| TOTAL | 5 | 100 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 7

Personas que conocen el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores que manejan datos del área del COI (centro de operaciones integradas) de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, una quinta parte de los encuestados, indican que el porcentaje del bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, es de 10-20 por ciento, mientras que tres quintas partes indican de 20-30 por ciento, y la última quinta parte indica que es mayor al 30 por ciento.

Cuadros y gráficas para comprobación de la variable independiente “X” o causa.

Cuadro 4

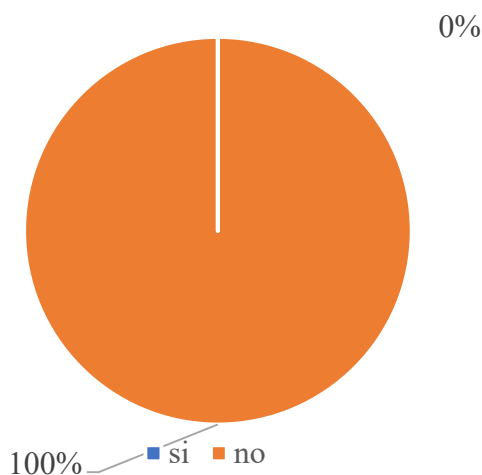
Personas que conocen sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| si | 0 | 0 |
| no | 5 | 100 |
| TOTAL | 5 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores del área de taller de maquinaria de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 8

Personas que conocen sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, el total de entrevistados no conocen sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, lo que comprueba la variable independiente.

Cuadro 5

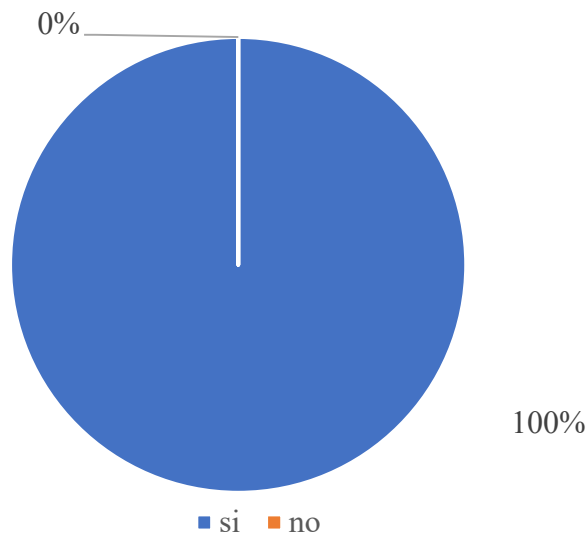
Personas que apoyan la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| si | 5 | 100 |
| no | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores del área de taller de maquinaria de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 9

Personas que apoyan la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, el total de los entrevistados apoya en la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Cuadro 6

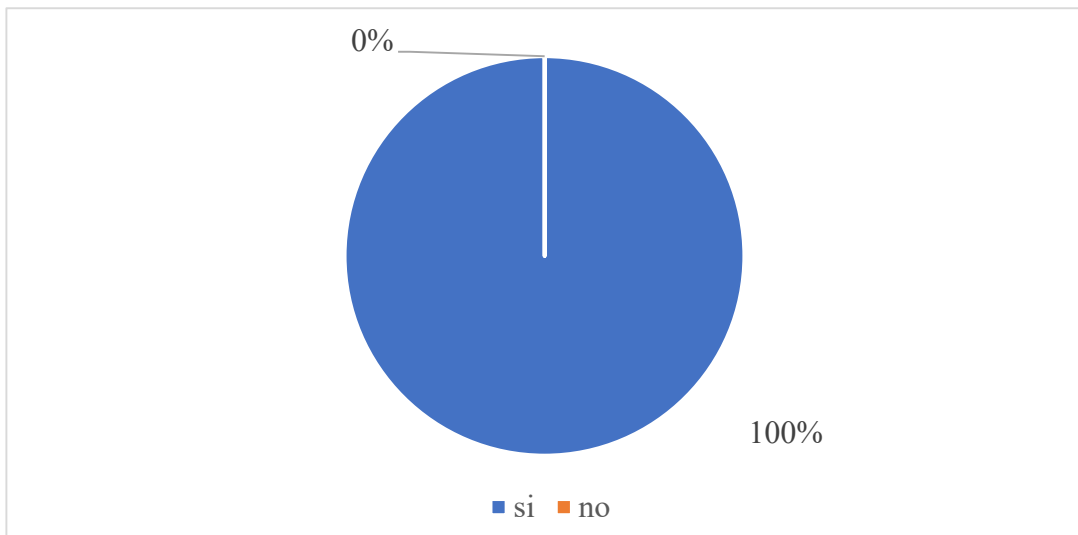
Personas que conocen sobre la Necesidad de la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| si | 5 | 100 |
| no | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

Fuente: Información proporcionada por colaboradores del área de taller de maquinaria de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Grafica 10

Personas que conocen sobre la Necesidad de la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Información proporcionada por colaboradores de la gerencia de producción agrícola de Pantaleón S.A. agosto 2021.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, el total de los entrevistados consideran necesaria la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: El bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.
2. Existe bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
3. El bajo rendimiento en la zafra se ha producido entre 1-3 años, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
4. El porcentaje del bajo rendimiento en la zafra es de 10-20 por ciento, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
5. Falta de conocimiento sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
6. Existe apoyo en la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
7. Necesidad de la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

IV.1 Recomendaciones.

1. Implementar la propuesta: Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
2. Elevar el rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
3. Aumentar el rendimiento en la zafra en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, para los próximos 5 años.
4. Aumentar el rendimiento en la zafra en más de 20 por ciento, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
5. Dar a conocer sobre sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
6. Apoyar la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.
7. Requerir la implementación de sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

BIBLIOGRAFÍAS

Libros

1. Ampié, J (2010) Estadística Básica, Documento Guía (1ª Edición) Ed. Departamento de Matemática, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios. Mangua Nicaragua.
2. Ashburner, J (1984) Elementos de Diseño del trabajo y Herramientas de Labranza. (2ª edición) Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura Costa Rica.
3. Cortés, J. (2017). Sistemas de Gestión de Calidad (ISO 9001:2015) (1ª ed.). España: Ed: ICB. SL.
4. González, N., Guzmán, J., Martínez, M., Guzmán, J., y Olguín, J. (2020). La mejora continua y las mYPES del sur de Tamaulipas, México. (1ª ed.). México.
5. Hunt, D. (1983). Maquinaria Agrícola Rendimiento económico, costos operaciones potencia y selección de equipo. (7ª Edición) Ed. Limusa México.
6. Isaza, A. (2018). Control interno y sistema de gestión de calidad: Guía para su implantación en empresas públicas y privadas. 3ª edición. Bogotá, Colombia: Ed: Ed de la U.
7. Jany, J. (2005) Investigación Integral de Mercados. (3ª edición) Mc Graw Hill Colombia.
8. Kanawaty, G. (2004). Introducción al estudio del trabajo. (4ª Edición) Ed. Limusa. México.

9. Rocha, J. (2010). Bioestadística, Maestría en salud Ocupacional (1ªEdición) Ed. Centro de Investigaciones y Estudio de la Salud. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Páginas web

1. AGRO ENAE Bussiness School, método Lean en el sector agro-alimentario. Recuperado de: https://agroinfo.enaes.es/metodo-lean-en-el-sector-agro-alimentario/?_adin=02021864894#gref (fecha de consulta 20 de noviembre de 2021).
2. Azúcar de Guatemala: Evolución de la agroindustria azucarera de Guatemala. Recuperado de <https://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-historia> (fecha de consulta 09 de noviembre de 2021).
3. Azúcar de Guatemala: Principales destinos del azúcar de Guatemala. Recuperado de <https://www.azucar.com.gt> (fecha de consulta 09 de noviembre de 2021).
4. Cámara de industria de Guatemala. Historia. Recuperado de <https://cig.industriaguatemala.com/> (fecha de consulta 11 de noviembre de 2021).
5. Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA: El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Recuperado de <https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf> (fecha de consulta 14 de noviembre de 2021).
6. CENGICAÑA Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la Caña de Azúcar: Guía de cosecha mecanizada 2da. Versión 2018. Recuperado de <https://cengicana.org/files/20180919084740699.pdf>

7. CENGICANÑA Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la Caña de Azúcar, Guía de buenas prácticas agrícolas en caña de azúcar, Recuperado de: <https://cengicana.org/files/20170425171748989.pdf>

8. CMIC, delegación ciudad victoria. Mejora continua, Recuperado de: <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/GU%C3%8DA-MEJORA-CONTINUA.pdf> (fecha de consulta 25 de noviembre de 2021).

9. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA) 2015. Tecnificación y maquinaria en el cultivo de caña de azúcar. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114373/Nota_Tecnica_Informativa_Octubre_2015.pdf

10. DispatchTrack desarrolladores de software, Ejemplos de mejora continua y como aplicarlos, recuperado de <https://www.beetrack.com/es/blog/ejemplos-de-mejora-continua-y-como-aplicarlos> (fecha de consulta 20 de noviembre de 2021).

11. IONOS, la mejora continua: método para mejorar la calidad en tu empresa. Recuperado de: <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/proceso-de-mejora-continua> (fecha de consulta 20 de noviembre de 2021).

12. ISO Tools Excelence, la relación entre calidad y mejora continua, Recuperado de: <https://www.isotools.org/2015/05/28/la-relacion-entre-calidad-y-mejora-continua> (fecha de consulta 20 de noviembre de 2021).

13. Sugar for Good Guatemala: nuestro motor. Recuperado de <http://sugarforgood.com/nuestro-impulso> (fecha de consulta 09 de noviembre de 2021).

14. Superintendencia de Bancos de Guatemala: Sector azucarero. Recuperado de https://www.sib.gob.gt/c/document_library (fecha de consulta 07 de mayo de 2022).

Tesis

1. Rojas, C. y Salazar, S. (2019) Aplicación de la metodología 5s para la optimización en la gestión del almacén en una empresa importadora de equipos de laboratorio. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería. Perú.

Anexo 1. Modelo de investigación y proyecto: Dominó

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: José Enrique Calito Rodríguez Para: Programa de graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 10-09-2022

| Problema | Propuesta | Evaluación |
|--|--|---|
| 1) Efecto o variable dependiente Bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años. | 4) Objetivo general Elevar el rendimiento de la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, | 15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: al quinto año de ejecutada la propuesta, se eleva el rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y se soluciona el efecto en 90%. |
| 2) Problema central Inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | 5) Objetivo específico Usar adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | Verificadores: reportes de la Unidad Ejecutora. Supuesto: la Gerencia General implementa la propuesta en otras áreas de la empresa. |
| 3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | 6) Nombre Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | 16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: al quinto año de ejecutada la propuesta, se usa adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla., y se soluciona el problema en 95%. |
| 7) Hipótesis El bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), es debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua. | 12) Resultados o productos R1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora | |

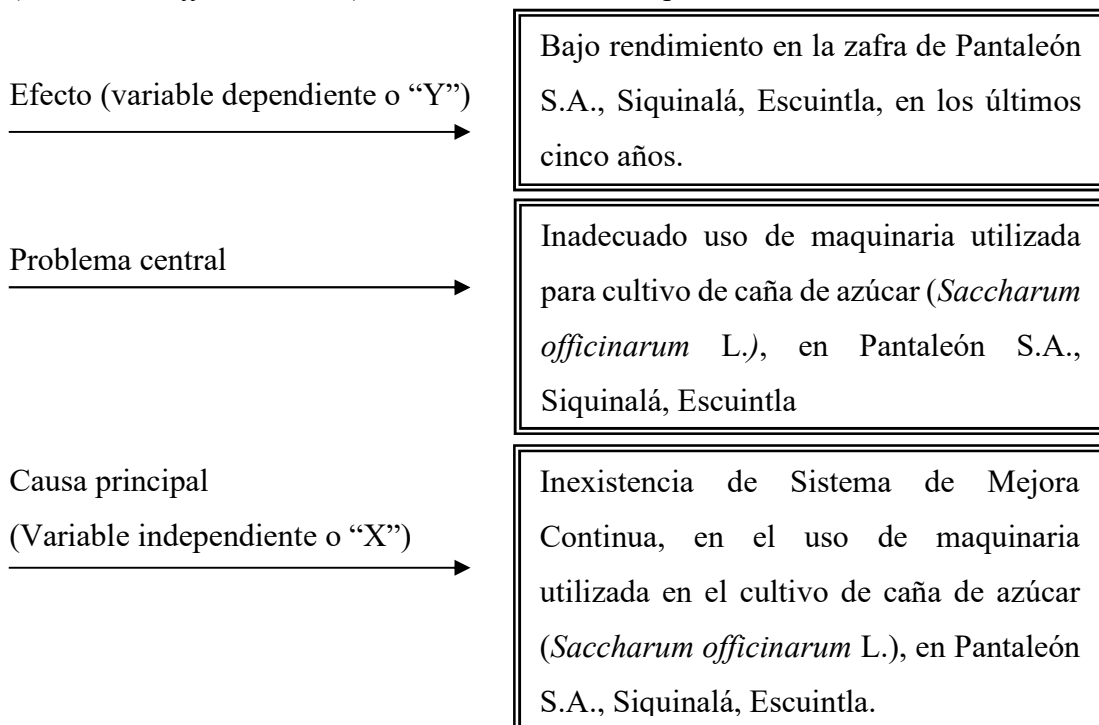
| | | |
|--|---|---|
| <p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre el bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla? Sí ___ No ___</p> <p>b. ¿Desde hace cuánto tiempo existe bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla? 1 - 3 años ___ 3 - 5 años ___ Más de 5 años ___</p> <p>c. ¿Cuál es el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla? 10 - 20% ___ 20 - 30% ___ Más de 30% ___</p> <p>Dirigidas a: Gerente del Área de Taller de Maquinaria, Gerente de Producción Agrícola, Supervisores de Producción, Centro de Operaciones Integradas, de Pantaleón S.A.</p> <p>Boletas 05. Población censal.</p> | <p>R2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.</p> <p>R3. Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.</p> | <p>Verificadores: reportes de la Unidad Ejecutora.</p> <p>Supuesto: la Gerencia General implementa la propuesta en otras áreas de la empresa.</p> |
| <p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla? Sí ___ No ___</p> <p>b. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla? Sí ___ No ___</p> | <p>13) Ajustes de costos y tiempo (por separado)</p> <p>N/A</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>c. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?</p> <p>Sí ___ No ___</p> <p>Dirigidas a: Gerente del Área de Taller de Maquinaria, Gerente de Producción Agrícola, Supervisores de Producción, Centro de Operaciones Integradas, Pantaleón S.A.</p> <p>Boletas 05. Población censal.</p> | |
| <p>10) Temas del Marco Teórico</p> <p>a. Industria azucarera</p> <p>b. Importancia económica de la industria</p> <p>c. Cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)</p> <p>d. Maquinaria utilizada en el cultivo</p> <p>e. Eficiencia de la maquinaria</p> <p>f. Sistema de mejora continua</p> <p>g. Sistema de mejora continua en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar</p> | <p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora A1 An</p> <p>R2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. A1 An</p> <p>R3. Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. A1 An</p> |

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

De acuerdo con la investigación realizada en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, fue posible identificar el siguiente problema central, así como la causa y efecto general:

Tópico: Inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla

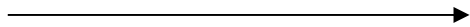


“El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a Inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

¿Será la Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) la causante el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años?

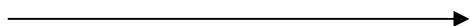
De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteado en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.

Fin u objetivo general



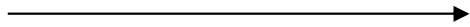
Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla,

Objetivo específico



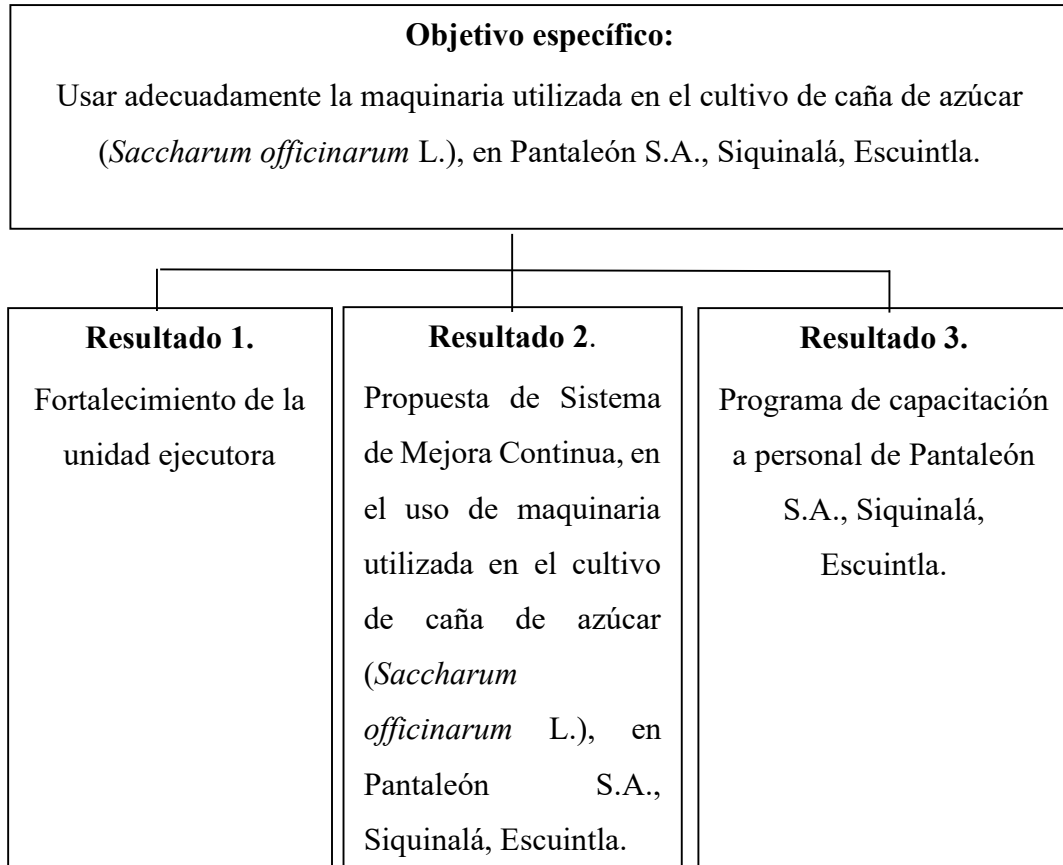
Usar adecuadamente la maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Medio de solución



Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Anexo 3: Diagrama del medio para solucionar la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Esta boleta está dirigida a Gerente del área de Taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, Supervisores de producción, Centro de operaciones integradas. de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% nivel de confianza y 0% de error.

Preguntas clave y comprobación de la causa principal

Indicaciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considera correcta.

1. ¿Conoce usted sobre Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

Sí___ No___

2. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

Sí___ No___

3. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada para cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

Sí ___ No ___

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de Investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: “Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”.

Esta boleta está dirigida a Gerente del área de Taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, Supervisores de producción, Centro de operaciones integradas. de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% nivel de confianza y 0% de error.

Indicaciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considera correcta.

Preguntas clave y comprobación del efecto

1. ¿Conoce usted sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

Sí ___ No ___

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

1-3 años ___ 3-5 años ___ más de 5 años ___

3. ¿Cuál es el porcentaje de bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla?

10-20% ___ 20-30% ___ más de 30% ___

Anexo 6. Anexo metodológico sobre el cálculo de la muestra.

Universidad Rural de Guatemala estable que para poblaciones iguales o menores a 35 individuos se efectúa censo y para mayores a esta se debe calcular muestra.

Variable dependiente (Y) o efecto

La población que posee las características para comprobar la variable dependiente son 5 individuos (Gerente del área de Taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, Supervisores de producción, Centro de operaciones integradas.).

Variable independiente (X) o causa.

Esta población está constituida por 5 individuos (Gerente del área de Taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, Supervisores de producción, Centro de operaciones integradas.).

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.99, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a + bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de ± 0.80 a ± 1 .

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente

Cálculo de coeficiente de correlación

| Año | X (años) | Y (Porcentaje de bajo rendimiento) | XY | X ² | Y ² |
|---------|----------|------------------------------------|-----|----------------|----------------|
| 2017 | 1 | 7 | 7 | 1 | 49 |
| 2018 | 2 | 17 | 34 | 4 | 289 |
| 2019 | 3 | 24 | 72 | 9 | 576 |
| 2020 | 4 | 33 | 132 | 16 | 1089 |
| 2021 | 5 | 46 | 230 | 25 | 2116 |
| Totales | 15 | 127 | 475 | 55 | 4119 |

| | |
|--|-----------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 475 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 4119.00 |
| $\sum Y=$ | 127 |
| $n\sum XY=$ | 2375 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 1905 |
| Numerador= | 470 |
| | |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum Y^2=$ | 20595.00 |
| $(\sum Y)^2=$ | 16129.00 |
| $n\sum X^2-(\sum X)^2=$ | 50 |
| $n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$ | 4466 |
| $(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$ | 223300.00 |
| Denominador: | 472.55 |
| r= | 0.99 |

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r= 0.99$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta. Los datos fueron proporcionados por el área de Gerencia de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos ni sujetos de estudio en el tiempo, conforme una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de ± 0.80 a ± 1 ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyeccion lineal

| Año | X (años) | Y (Porcentaje de bajo rendimiento) | XY | X ² | Y ² |
|---------|----------|------------------------------------|-----|----------------|----------------|
| 2017 | 1 | 7 | 7 | 1 | 49 |
| 2018 | 2 | 17 | 34 | 4 | 289 |
| 2019 | 3 | 24 | 72 | 9 | 576 |
| 2020 | 4 | 33 | 132 | 16 | 1089 |
| 2021 | 5 | 46 | 230 | 25 | 2116 |
| Totales | 15 | 127 | 475 | 55 | 4119 |

| | |
|----------------------------|------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 475 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 4119 |
| $\sum Y=$ | 127 |
| $n\sum XY=$ | 2375 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 1905 |
| Numerador de b: | 470 |
| Denominador de b: | |
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$ | 50 |
| b= | 9.4 |
| Numerador de a: | |
| $\sum Y=$ | 127 |
| $b * \sum X =$ | 141 |
| Numerador de a: | -14 |
| a= | -2.8 |

Fórmulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

| x | Año | y= q+bx |
|-------------|------|--------------------------------|
| Nº. De años | | Porcentaje de bajo rendimiento |
| 6 | 2022 | 53.6 |
| 7 | 2023 | 63 |
| 8 | 2024 | 72.4 |
| 9 | 2025 | 81.8 |
| 10 | 2026 | 91.2 |

Porcentajes propuestos para la situación con propuesta

| Año a proyectar | Año anterior | Porcentaje propuesto | Porcentaje de bajo rendimiento |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| 2022 | 2021 | 18% | 37.72 |
| | 46 | 8.28 | |
| | 37.72 | | |

| Año a proyectar | Año anterior | Porcentaje propuesto | Porcentaje de bajo rendimiento |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| 2023 | 2022 | 18% | 30.93 |
| | 37.72 | 6.79 | |
| | 30.93 | | |

| Año a proyectar | Año anterior | Porcentaje propuesto | Porcentaje de bajo rendimiento |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| 2024 | 2023 | 18% | 25.36 |
| | 30.93 | 5.57 | |
| | 25.36 | | |

| Año a proyectar | Año anterior | Porcentaje propuesto | Porcentaje de bajo rendimiento |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| 2025 | 2024 | 18% | 20.80 |
| | 25.36 | 4.57 | |
| | 20.80 | | |

| Año a proyectar | Año anterior | Porcentaje propuesto | Porcentaje de bajo rendimiento |
|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| 2026 | 2025 | 18% | 17.05 |
| | 20.80 | 3.74 | |
| | 17.05 | | |

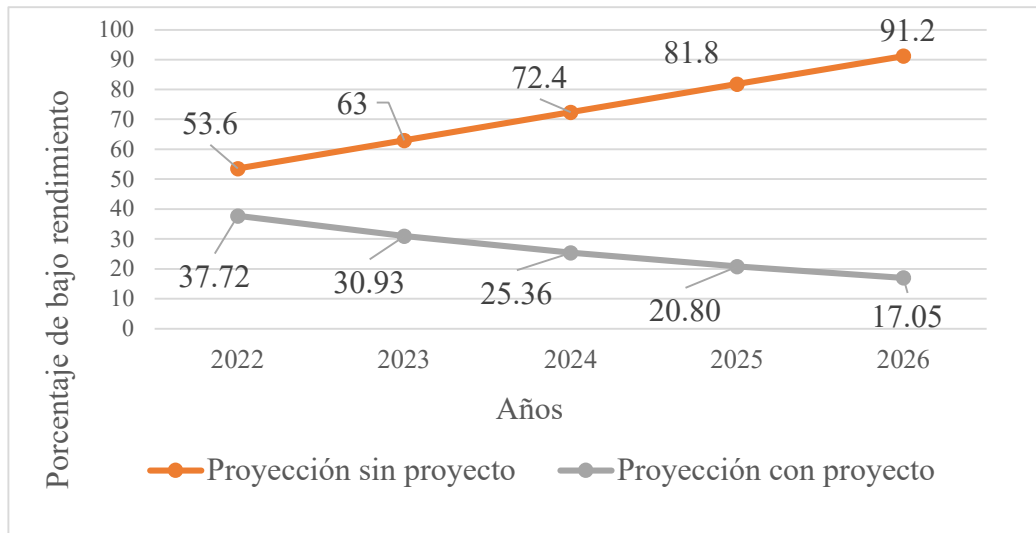
Comparación de la situación sin y con propuesta

Análisis comparativo con y sin propuesta

| Año | Porcentaje de bajo rendimiento | |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|
| | Proyección sin proyecto | Proyección con proyecto |
| 2022 | 53.6 | 37.72 |
| 2023 | 63 | 30.93 |
| 2024 | 72.4 | 25.36 |
| 2025 | 81.8 | 20.80 |
| 2026 | 91.2 | 17.05 |
| Sumatoria | 362 | 131.86 |

Fuente: Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. (Bajo rendimiento).

Gráfica comparativa con y sin propuesta



Fuente: Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. (Bajo rendimiento).

Análisis: Al inicio se da a conocer que se obtiene un porcentaje de bajo rendimiento del 53.60%, que con la propuesta disminuye al quinto año a 17.05%, en el quinto año disminuiría el bajo rendimiento en la empresa, por lo cual la misma tendría una mejor rentabilidad en los próximos años, por lo que se comprueba que es necesaria la implementación de Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

José Enrique Calito Rodríguez

TOMO II

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:

Ing. Carlos Moisés Hernández González.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Enrique Calito Rodríguez

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado
en Ingeniería industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EL USO DE
MAQUINARIA UTILIZADA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN PANTALEÓN S.A., SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano(a) de la Facultad de ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de ingeniería

Guatemala, noviembre de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
Énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

PRÓLOGO

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática por bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, e incluye los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Pantaleón s.a., Siquinalá, escuintla. Esto conlleva a que la maquinaria que posee la empresa no presente las condiciones adecuadas para desempeñar correctamente su funcionalidad en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), esto afecta en gran manera el desempeño y la rentabilidad en dicho ingenio y afecta grandemente al final de zafra.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Fortalecimiento de la unidad ejecutora; Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.; Se cuenta con Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Estos resultados permitirán se eleva el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y a la vez se soluciona el efecto en un 90%.

PRESENTACIÓN

Estudio de tesis titulado, “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.”, fue realizada durante los meses de febrero a diciembre del año dos mil veintidós, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó el problema central es inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla., lo que ocasiona bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

La intención principal de este proyecto, es la contribución con dicha empresa, para mejorar su organización y dotar de conocimientos sobre los perfiles académicos necesarios para la contratación de un nuevo personal que sea el adecuado para desempeñar las diferentes actividades que se realicen en dicha empresa.

La investigación, ejecución y elaboración del estudio permite poner en práctica los conocimientos adquiridos, durante toda la formación y desarrollo de la carrera.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados los cuales son: a) Fortalecimiento de la unidad ejecutora. B) Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. c) Se cuenta con Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

ÍNDICE

| No. | Contenido | Página |
|-----|---|--------|
| I | RESUMEN.....,..... | 01 |
| II | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... Anexos | 11 |

I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, propuesta de sistema de mejora continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón s.a., Siquinalá, Escuintla., es una propuesta de solución a la problemática del bajo rendimiento en la zafra.

Planteamiento del problema

El problema principal de la investigación es el Inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. El efecto Bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., y su causa principal es Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Esto ocasiona que la maquinaria no se encuentre en óptimas condiciones para las labores en campo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, esto afecta de manera grande la disponibilidad de la maquinaria y como consecuencia de esto provoca que los resultados al final de la zafra se encuentren en decadencia ya que no se logra cumplir con las metas establecidas a cada inicio de temporada.

Esto es debido a que el personal encargado de la maquinaria necesita una mejor capacitación para mejorar la disponibilidad de la maquinaria se tiene como base un óptimo mantenimiento durante el periodo de reparación que consta de cinco meses antes que comience la zafra.

Es por ello que se busca una solución pronta a este problema que comienza desde el área gerencial hasta los supervisores de producción y los trabajadores que realizan el mantenimiento de toda la maquinaria, esto provoca un desorden en las actividades que se desempeñan dentro del ingenio y, por ende, hace que disminuya la rentabilidad en dicho ingenio.

Al resolver el problema con esta propuesta planteada, Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, contarán Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Hipótesis

Es la que permite determinar si el problema encontrado es debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), también permite mostrar lo que se busca solucionar y las posibles soluciones a la problemática que ha sido encontrada.

“El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) la causante el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años?

Objetivos

Los objetivos de la investigación, graficados consisten en un objetivo general que es el principal objetivo que se busca lograr, y el objetivo específico que es lo que la empresa espera alcanzar en un plazo determinado de tiempo y bajo las directrices de los objetivos generales de investigación.

General

Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla,

Específico

Usar adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Con estos objetivos se logrará aumentar la rentabilidad de la empresa y se usará adecuadamente la maquinaria.

Justificación

El desarrollo del presente estudio e investigación que se realizó, es necesario implementar soluciones sobre el bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

La presente investigación está basada en fuentes de información primaria que ofrecen datos concretos; así mismo de otras fuentes constituyentes, el trabajo de campo que se desarrolló con los supervisores de producción, los cuales ofrecen datos sobre el uso de la maquinaria para las labores realizadas y que son indispensables para llegar a las metas estipuladas y cumplir con lo presupuestado para la zafra próxima.

Razón por la cual se realizó la investigación es porque en los últimos cinco años ha existido un bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

El medio de solución a la problemática actúa, es a través de la Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, esto permitirá utilizar de manera adecuada la maquinaria que se utiliza en la empresa, lo cual conlleva a una mejor organización y mayor sostenibilidad económica.

Esto beneficiara a Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla, para mejorar su rentabilidad y aumentara el nivel de rendimiento de la zafra en dicha empresa, esto mejora en un 90% a partir del quinto año de ejecutada la propuesta.

Si la propuesta es aplicada se evitará el Bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, de lo contrario, de no aplicarse la propuesta continuará el Bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, ya que no existe un Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Metodología

La metodología es la descripción de métodos y técnicas empleadas en la formulación y la comprobación de la hipótesis. Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de investigación, se exponen a continuación:

Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma. Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado

fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Método Científico

Este método permitió al investigador basarse en su empirismo y su propio análisis de la situación ocurrida en el área de estudio, también permitió, someter la investigación a una prueba de la verdad que consiste en que los descubrimientos o información recabada pueda ser comprobada, mediante la experimentación, por cualquier persona y que la hipótesis planteada pueda ser revisada y cambiada si no se cumple.

Método Deductivo

Es un proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales con el propósito de señalar las verdades particulares, contenidas explícitamente en el problema.

Con este método se pudo conocer aspectos generales sobre el inadecuado uso de la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). A través del método deductivo se procedió a la formulación de la hipótesis, se utilizó el método de marco lógico, para encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, para desarrollar la investigación.

Método Inductivo

Permitió la formulación de. La hipótesis para la investigación del inadecuado uso de la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

El método inductivo permitió obtener resultados específicos a través de observaciones y análisis, particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones, a partir de tales resultados.

Método Estadístico

Permitió la comprobación, en una parte de las varias consecuencias verificables deducidas de la hipótesis general de la investigación.

Después de haber recabado información de las boletas, se procedió a tabularlas, para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación.

Método de Análisis

Permitió, mediante fórmulas estadísticas apropiadas y el uso de tablas diseñadas, la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que son como objeto de comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de Síntesis

Se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, con los resultados obtenidos, producto de la investigación de campo efectuada.

Método de marco lógico: permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir cómo utilizar y manejar el tema planteado.

El método del marco lógico permitió entre otros aspectos como: encontrar el objetivo general y específico de la investigación, así también la denominación del trabajo en cuestión.

Modelo de Investigación y proyectos domino.

Es una técnica utilizada por la universidad Rural de Guatemala la cual consta de problema, propuesta y evaluación.

Técnicas

Es el procedimiento de normas, protocolos o reglas que tienen como objetivo la obtención de un resultado determinado. Se utilizaron técnicas en la formulación y la comprobación de la hipótesis.

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis se utilizaron las siguientes técnicas que permitieron la formulación de la hipótesis de trabajo:

Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los colaboradores de Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla.

Observación Directa

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en la empresa y se procedió a recolectar la información.

Investigación Documental

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

Entrevista

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro de Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

Determinación de la población a investigar

La población para determinar el efecto principal, es de 5 individuos, gerente del área de taller de maquinaria, gerente de producción agrícola, supervisores de producción, centro de operaciones integradas, mediante un censo, con el fin de hacer más efectiva la investigación porque se trabajó con el 100% de nivel de confianza.

Modelo de investigación dominó

Este modelo se utilizó para resumir los datos generales de la tesis, el cual fue bastante útil para la estructuración y correlación del trabajo en general, se incluyó en los anexos del tomo 1.

Propuesta de solución

La propuesta pretende resolver la problemática de Pantaleón, y está formada por tres resultados:

Fortalecimiento de la unidad ejecutora

Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Principal conclusión

Se comprueba la hipótesis planteada: “El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a Inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

Principal recomendación

Implementar la propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada e incluye la Matriz de la Estructura Lógica para evaluar el trabajo después de desarrollar la propuesta.

Los indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general son:

Indicadores: Al quinto año de ejecutar la propuesta se eleva el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y a la vez se soluciona el efecto en un 90%.

Verificadores: Reportes de la unidad ejecutora.

Supuestos: La gerencia general implementa la propuesta en otras áreas de la empresa.

Los indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico son:

Indicadores: Al quinto año de ejecutar la propuesta se usa adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla., y a la vez se soluciona el problema en un 95%.

Verificadores: Reportes de la unidad ejecutora.

Supuestos: La gerencia general implementa la propuesta en otras áreas de la empresa.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis planteada: “El bajo rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por inadecuado uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es debido a Inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

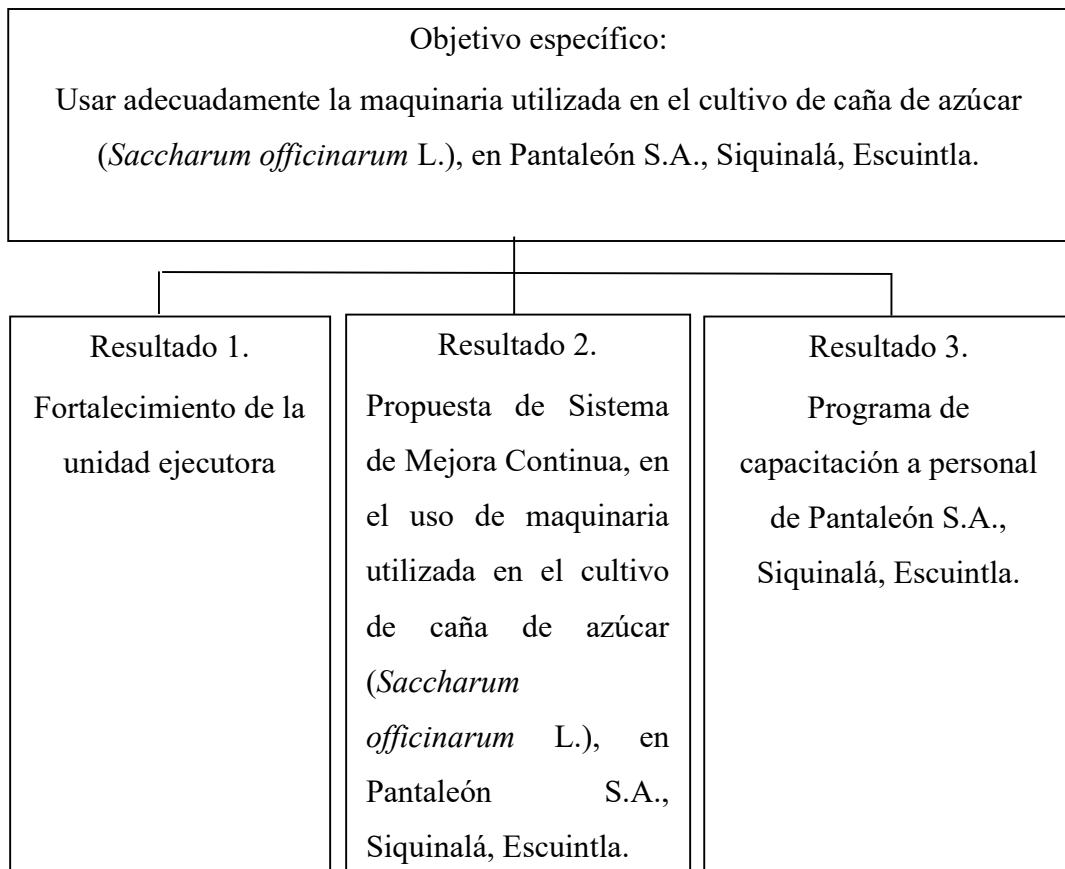
Para solucionar la problemática se recomienda: Implementar la propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Anexos

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

La unidad ejecutora es la responsable de la Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, con el objetivo de elevar el rendimiento de la zafra y previamente se desarrolla un programa de capacitación para el personal involucrado.

Diagrama del medio para solucionar la problemática.



Resultado 1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora.

La unidad ejecutora está formada por la Gerencia General, quienes dirigirán los recursos asignados para el efecto y la producción.

Actividad 1. Espacio físico para oficina

Se ocupará una oficina de 14m x 12m, que estará ubicada en el área del departamento de taller, esta misma servirá para las funciones de la unidad ejecutora.

Actividad 2: Material y equipo

1 escritorios tradicionales para oficina color negro de 1.2metros, para la oficina del supervisor de calidad.

1 sillas para oficina con ruedas.

2 archiveros con 3 gavetas de 60 X 50 cm con llave

1 computadoras de escritorio Dell All-in-one 20-C205LA con las características siguientes: Procesador Core i7, memoria RAM 16 GB, Unidad de estado sólido de 1TB, Windows 10 y office 2010.

Actividad 3. Contratación de personal.

Un supervisor con el perfil siguiente: puede ser un ingeniero industrial o administrador de empresas con conocimientos en Gestión de Calidad, Control de Calidad, Mejora Continua y experiencia como encargado/supervisor de calidad, y sus superiores será Gerencia General.

Perfil del supervisor de calidad

| | |
|--|-------------|
|  Pantaleón S.A Siquinalá, Escuintla | |
| Organización/Funciones | Descripción |

| | |
|---|--|
| Unidad: | Supervisión |
| Código unidad: | 02 |
| Cargo: | Supervisor de Calidad |
| Código cargo: | 001 |
| Naturaleza del puesto: | Administrativo |
| Dependencia jerárquica: | Sub-gerente, Gerente. |
| Unidades bajo su mando | Producción Operarios Personal de la planta |
| Relaciones de trabajo | Gerente, Sub-gerente, personal del área de producción, personal operario, personal del ingenio en general. |
| Funciones | Apoyo y planeación de las actividades que se desarrollen dentro de la empresa con respecto a calidad y mejora continua. Supervisar y ajustar las máquinas. Fijación de una serie de objetivos que marcan el rumbo y el trabajo de la organización. Tomar decisiones, supervisar y ser un líder dentro de esta. Analizar los problemas de la empresa en el aspecto de calidad, procesos, producción y personal. Probar periódicamente el funcionamiento de las máquinas. |
| Descripción del puesto | |
| Requisitos: | |
| a) Ingeniero Industrial o carrera a fin | |

- c) DPI
- d) Curriculum CV
- e) Antecedentes penales y policiaicos
- f) 3 Cartas de recomendación
- g) Título universitario
- h) Constancia de colegiado vigente
- i) Experiencias de 2 años en puestos similares

Habilidades:

- a) Capacidad para tomar la iniciativa
- b) Inteligencia emocional
- c) Pensamiento crítico
- d) Adaptabilidad a los cambios
- e) Aprendizaje continuo
- f) Buenas relaciones inter personales
- g) Orientado a resultados
- h) Liderazgo
- i) Responsabilidad
- j) Honestidad

Actividad 4. Gestión de financiamiento.

La unidad ejecutora es la responsable de brindar los recursos económicos de la propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el área de mantenimiento y reparación de maquinaria de taller, en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, que pueda requerir para su correcta implementación y desarrollo dentro de la mencionada empresa.

Resultado 2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Actividad 1 Eficiencia de la reparación de la maquinaria.

En esta actividad se propone incrementar la eficiencia de las reparaciones de las cosechadoras, alzadoras, sembradoras mecánicas, camiones y tractores.

Acción 1: Control de informes diarios

Se realiza un control de informes diarios con la finalidad de tener un registro de la maquinaria ingresada al taller y de esta manera notificar y archivar los tipos de falla por las que está ingresando para ser analizada posteriormente.

Sub acción 1: llenado de la hoja de control de informes diarios por parte de los mecánicos, quedando de la siguiente manera:

Informe diario Taller PSA

Fecha: _____

| Categoría | Desc. Categoría | Código | Tipo de falla | Diagnostico | Observaciones | Estado |
|-----------|-----------------|--------|---------------|-------------|---------------|--------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Sub acción 2: Las hojas con los datos dados por el mecánico que recibe la maquina son entregadas en oficina, quienes las ingresaran a un Excel y enviadas al supervisor encargado.

Sub acción 3: Con esta hoja de control, se realizarán análisis de la maquinaria que presente fallas repentinas por ejemplo rupturas de mangueras hidráulicas, de agua,

aire inhabilitando algún sistema, haciendo una investigación de porque se ocasiono el fallo, evitando un mayor daño a la máquina.

Acción 2: Inspecciones rutinarias.

Se aplicarán inspecciones rutinarias de las reparaciones siendo aprobadas por el supervisor de calidad, detallándose a continuación:

| | | | |
|------------|---------------------|----------|---|
| Categoría: | BR02 | Bien: | O |
| Tipo: | Cosechadora de Caña | Mal: | X |
| Código: | 10020043 | Regular: | R |

| N°. | Lista de inspección | Inspección diaria | | | | | | |
|-----|----------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|
| | | LU | MA | MI | JU | VI | SA | DO |
| 1 | Revisión fugas de aceite | | | | | | | |
| 2 | Revisión de llantas | | | | | | | |
| 3 | Revisión de fajas | | | | | | | |
| 4 | Sistema arranque del motor | | | | | | | |
| 5 | Estado sistema eléctrico | | | | | | | |

Acción 3: Reporte de cambio de aceite

Control de los cambios de aceite de las cosechadoras, alzadoras, camiones y tractores por medio de los horómetros o kilómetros llevándolo en reportes ingresados al sistema.

REPORTES DE CAMBIOS DE ACEITE EN LA MAQUINARIA

MAQUINARIA: _____ MARCA: _____ TIPO: _____ FECHA: _____
 MODELO: _____ SERIE #: _____ RESPONSABLE: _____

| # | HOROMETRO | | | | KILOMETRAJE | | | | PARTE | GALONES |
|----|-----------|----------------|-------|--------------|-------------|----------------|-------|--------------|-------|---------|
| | Fecha | Lec. Ult. Camb | Fecha | Lect. Actual | Fecha | Lec. Ult. Camb | Fecha | Lect. Actual | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: _____

Acción 4: Pruebas de operación antes de entregar las cosechadoras, alzadoras, camiones y tractores.

Sub acción 1: Encender las maquinarias para analizar ruidos extraños y anormales que pueda existir en el motor esto en todos los equipos a realizarle pruebas.

Sub acción 2: Pruebas a la caja de cambios de velocidades y de transmisión en los camiones y tractores en el patio de caña.

Sub acción 3: Pruebas de fuerza, presión y elevación de las alzadoras, verificando el peso total en toneladas que estas pueden levantar según su categoría.

Acción 5: Reducción de tiempo por espera de piezas solicitadas los proveedores.

Se realiza reunión con los trabajadores en oficina encargados de las solicitudes de los repuestos a los proveedores, encontrándole solución a los atrasos suscitados anteriormente, realizando las siguientes mejoras:

Sub acción 1: Colocación de ventanilla a la oficina del auxiliar encargado de enviar las solicitudes de repuestos, para recibir las boletas directamente del mecánico, haciendo más rápida la recepción de las boletas.

Sub acción 2: Entrega de las boletas de los repuestos solicitados directamente en la oficina del auxiliar que envía las solicitudes al proveedor firmadas por el mecánico encargado.

Sub acción 3: Se le presentan los pedidos al supervisor dando su visto bueno para enviárselo a los proveedores en el menor tiempo posible.

Sub acción 4: En cada solicitud enviada por correo, colocar copia al supervisor de calidad para que este informado ante una respuesta de atraso de parte del proveedor.

Sub acción 5: Los repuestos deben ser entregados en la oficina del auxiliar que realiza las solicitudes, para tener un control de lo que ya recibió y lo pendiente.

Sub acción 6: Los repuestos se entregan al mecánico en la misma ventanilla del auxiliar al que entrega las boletas de solicitud de repuestos reduciendo el tiempo de entrega.

Acción 6: Historial de reparaciones anuales

Realizar historiales de cada tipo de maquinaria, las cuales registraran detalladamente todos los repuestos, reparaciones y fallas que este ha generado anualmente, con el fin de prever fallas a futuro.

| Tipo de maquina | Código | Tipo de Falla | Detalle | Fecha | Proveedor |
|-----------------|--------|---------------|---------|-------|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Actividad 2. Sistema de mejora continua, en el uso de la maquinaria

Una vez analizada y definida la problemática, se propone un plan de trabajo que abarcara las soluciones de las variables detectadas en la problemática.

Acción 1. Se realiza programación de avance de la maquinaria según las fechas planificadas de entrega y pruebas siendo mejorando la eficiencia en la entrega de la maquinaria.

| Grupo Familia | Responsable | Descripcion | Total a reparar | Un S/Prog | Terminados | Terminados con Tecnologia | Var c/ Rep y Matto | Var c/Tecnologia | Unidades en proceso | Pendiente de ingresar | % Avance S/Programado | % Avance real | Fecha planificada inicio | Fecha de pruebas | Fecha planificada final | Observación |
|---------------|----------------|----------------------------|-----------------|-----------|------------|---------------------------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|------------------|-------------------------|-------------|
| 508 | Ivania Centeno | Eq Arrastre | 489 | 444 | 439 | 0 | -5 | -439 | 18 | 32 | 73% | 67% | 20/06/2022 | 3/10/2022 | 23/10/2022 | |
| 506 | Ivania Centeno | Cabezales | 68 | 40 | 39 | 27 | -1 | -12 | 17 | 12 | 77% | 78% | 20/06/2022 | 3/10/2022 | 23/10/2022 | |
| 502 | Noe Rodriguez | Cosechadoras de Caña | 18 | 5 | 10 | 6 | 5 | -4 | 8 | 0 | 82% | 85% | 20/06/2022 | 3/10/2022 | 23/10/2022 | Ok |
| 503 | Noe Rodriguez | Alzadoras y maq industrial | 7 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 4 | 3 | 60% | 45% | 20/06/2022 | 3/10/2022 | 23/10/2022 | |
| 511 | Noe Rodriguez | Cleaners | 2 | 1 | 1 | | 0 | -1 | 1 | 0 | 82% | 86% | 20/06/2022 | 3/10/2022 | 23/10/2022 | Ok |
| 501 | Cesar Elias | Tractores | 68 | 45 | 27 | 22 | -18 | -5 | 27 | 14 | 57% | 44% | 20/06/2022 | 26/10/2021 | 23/10/2022 | |
| 504 | Cesar Elias | Riego | 220 | 164 | 161 | 0 | -6 | -247 | 15 | 44 | 75% | 73% | 20/06/2022 | 10/10/2022 | 30/10/2022 | |
| 513 | Cesar Elias | Implementos Agrícolas | 130 | 116 | 116 | 0 | 0 | -116 | 30 | 88 | 74% | 70% | 20/06/2022 | 10/10/2022 | 30/10/2022 | |

Sub acción 1: Se actualiza un informe por medio de Excel Project para conocer el avance actualizado de las maquinas ya terminadas.

Sub acción 2: Reuniones semanales con los jefes y gerencia presentando el informe semanal de avance de reparaciones.

Sub acción 3: Acciones de la maquinaria con porcentaje de avance bajo según el informe semanal.

| Grupo Familia | Responsable | Descripción | Atraso | Acción | Proveedor |
|---------------|---------------|-------------|---|--|-----------|
| 503 | Noe Rodriguez | Alzadora | Piezas pendientes pendientes de recibir por parte del proveedor | Se contacta al proveedor para que realice el envío de piezas pendiente | TECUN |

Acción 2. Programación de cambio de llantas:

Se realizan programas semanales de las llantas que necesitan reencauche y las llantas que necesitan cambio por cada tipo de máquina.

Sub acción 1: Se realizan inspecciones para el cambio de llantas de la maquinaria, haciendo un programa de las llantas que necesitan cambio o reencauche.

| PROGRAMA REPARACION O CAMBIO DE LLANTAS | | |
|---|--------|------------|
| DESCRIPCION | CAMBIO | REENCAUCHE |
| Tractores | | |
| Alzadoras | | |
| TNC Camiones Low Boy Inter | | |
| Transporte de Caña | | |

Sub acción 2: Se asignan áreas específicas para los cambios y reparaciones o reencauche, haciendo que tiempo de cambio de llantas no se vea atrasado por el espacio o las reparaciones las cuales llevan más tiempo de trabajo.

Sub acción 3: Se mantiene un inventario de llantas para emergencias, las cuales se tienen disponibles en el transcurso de la zafra para realizar los cambios necesarios en operación y evitar atrasados en las labores en campo.

Acción 3: Implementación reporte de horarios y días laborados de pilotos operadores por medio de reconocimiento facial con la aplicación de reporte ABS.

Sub acción 1: Se realizan tomas de fotografías a los pilotos al momento de las contrataciones para subirlas al portal de la aplicación, tomando en cuenta el formato y que se cuente con un fondo color anaranjado para evitar efectos de luz que puedan afectar la calidad de la fotografía.

Sub acción 2: Pruebas en campo de reconocimiento facial y envío de datos, tomando en cuenta los factores que se puedan dar en campo, los cuales son muy adversos al hacerlos desde la oficina.

Sub acción 3: Uno de los puntos adversos, el cual es la falta de señal en ciertos puntos, se determinó que se pueda hacer el reconocimiento y apunte sin señal, para ser enviado ya en un punto con señal estable sin que afecte la calidad de la información.

Sub acción 4: Se entregan teléfonos celulares a pilotos responsabilizándolos del cuidado del aparato.

| Dispositivo | Imei | Usuario ABS | Responsable | |
|-------------|-----------------|-------------|-------------|--------------------------|
| | | | Ficha | Nombre |
| 710 | 356403114258573 | 108101 | 105625 | NEHEMIAS ESCALANTE GOMEZ |
| 598 | 357526105250149 | 107764 | 105577 | JUAN CARLOS MARQUEZ |
| 9001 | 350579455735596 | 138514 | 102823 | ELMER ANTONIO GONZALEZ |
| 9002 | 350579455821735 | 104136 | 138007 | ABRAHAN MARTINEZ MOLINA |

Sub acción 5: realización de un manual de uso de la aplicación de reconocimiento facial e ingreso de datos entregándolo a cada operador haciendo más practico el apunte.

Para grabar nuestro ingreso al turno, seleccionando las tres líneas superior izquierda

Colocar el rostro correctamente dentro del cuadro de líneas verdes y pedimos a la persona que parpadee dos veces.

Y seleccionamos ingreso del empleado.

Cuando lea el nombre correcto, damos en confirmar

Vemos que estemos en la fecha correcta.

Seleccionamos nuestra turna.

Y damos al botón azul con la personita para continuar.

Al terminar todos los reconocimientos en la parte de abajo damos en volver a ABS 108.

Actividad 3. Abastecimiento y control de combustible a las cosechadoras, aladoras, camiones y tractores.

Acción 1: Los supervisores envían los requerimientos de solicitud de combustible, partiendo de ello se evalúan las rutas de abastecimiento de combustible de las pipas de combustible.

REQUERIMIENTO ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

FECHA: _____

| CODIGO EQUIPO | CATEGORIA | FINCA | DESC. FINCA | SUPERVISOR |
|---------------|------------------|--------------|-------------|----------------|
| 10010150 | Tractor AR10 | GT01-0010647 | EL BAUL | MIGUEL MORENTE |
| 10010151 | Tractor AR10 | GT01-0010647 | EL BAUL | MIGUEL MORENTE |
| 10020058 | Cosechadora BR01 | GT01-0010647 | EL BAUL | MIGUEL MORENTE |
| 10051150 | Camion EP14 | GT01-0010647 | EL BAUL | MIGUEL MORENTE |
| | | | | |
| | | | | |

Acción 2: Luego de recibidos los requerimientos y de analizar las rutas de las fincas que solicitan abastecimiento de combustible se realiza el programa de ruta de las cisternas de combustible.

| Código | Descripción | Finca destino | Desc. Finca |
|----------|-------------------------|---------------|---------------|
| 10051185 | CISTERNA DE COMBUSTIBLE | GT01-0010134 | La Florida |
| 10051186 | CISTERNA DE COMBUSTIBLE | GT01-0010004 | San Bonifacio |
| 10051187 | CISTERNA DE COMBUSTIBLE | GT01-0010011 | La Presa |

Acción 3: Se realiza un formato en el que se lleva toma de dato del horometro o kilometraje actual de la maquina al momento del abastecimiento de combustible.

EFICIENCIA COMBUSTIBLE

FECHA: _____

| CODIGO EQUIPO | CATEGORIA | HOROMETRO/ KILOMETRAJE ANTERIOR | HOROMETRO/ KILOMETRAJE ACTUAL | TOTAL | EFICIENCIA |
|---------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Acción 4: Se utilizan mangueras de 20 metros de largo, para reducir la distancia desde la maquina hasta la cisterna de combustible, evitando atascos de la cisterna dentro del terreno que se encuentran trabajando.

Acción 5: Se realiza un control de la cantidad de galones de gasolina que abasteció cada una de las cisternas de combustible, quedando de la siguiente manera.

| Cisterna | Cantidad en galones | | Fecha | Piloto |
|----------|---------------------|--------|-------|--------|
| | Entrada | Salida | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Actividad 4: Contratación de pilotos con mayor experiencia.

Para el inicio de zafra se contratan pilotos con experiencia mínima de 3 años en el manejo de tractores, alzadoras, cosechadoras y camiones.

Acción 1: En las divulgaciones de contratación para pilotos de tractores, alzadoras, cosechadoras y camiones se especifica la experiencia comprobable mínima de 3 años, con la que se buscara elevar el rendimiento de la maquinaria durante la zafra.

Acción 2: Se analizan los CV recibidos, seleccionando a un grupo de pilotos los cuales tengan los requisitos necesarios y se planean las fechas para las jornadas de pruebas y contratación de los pilotos para la zafra próxima.

Acción 3: Comprobación de la experiencia en manejo de tractores, alzadoras, cosechadoras y camiones.

Sub acción 1: Durante la jornada de contratación de pilotos, se realizan exámenes teóricos de comprobación de experiencia y manejo de tractores, alzadoras, cosechadoras y camiones.

Sub acción 2: Luego de la prueba teórica, se realizan las pruebas prácticas en el espacio diseñado con tractores, alzadoras, cosechadoras y camiones verificando y evaluando por puntuación a los pilotos.

Sub acción 3: Se realizan pruebas médicas y visuales para verificar el estado de salud de los pilotos que han sido seleccionados.

Sub acción 4: Se verifican que sus documentos estén en el orden correcto, DPI, antecedentes limpios, licencia vigente y los mismos sean legítimos.

Sub acción 5: Firma de contrato en la cual indique sus prestaciones laborales y la fecha en la que entrará a laborar.

Resultado 3. Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.

Actividad 1. Taller de mejora continua.

Se realiza una realiza una reunión con los coordinadores para agendar capacitaciones a los colaboradores encargados del mantenimiento de la maquinaria, para dar a conocer los pasos a desarrollar para el correcto mantenimiento de la maquinaria.

| Tema | Instructor | tiempo | lugar | Dirigido a |
|--------------------------|------------------------|---------|--------------------------------------|---|
| Gestión de calidad total | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |
| Control de calidad | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |
| Mejora continua | Profesional capacitado | 2 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |

| | | | | |
|--|------------------------|---------|--------------------------------------|---|
| Importancia del rol del colaborador en su puesto de trabajo | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |
| Lluvia de ideas para la mejora continua y gestión de calidad | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |
| Buenas prácticas de mantenimiento y reparación | Profesional capacitado | 2 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal encargado del mantenimiento de la maquinaria |

Actividad 2. Taller de divulgación del plan al personal operativo.

Se comunica al personal encargado del mantenimiento de la maquinaria las actividades de manejo y funcionamiento de la propuesta, que se debe realizar durante todo el periodo de reparación para lograr obtener los resultados que han sido propuestos.

Se ejecuta un programa de capacitación para delegar responsabilidades e inculcar una concientización dentro del personal

Cuadro de programa de capacitación

| Tema | Instructor | Tiempo | Lugar | Frecuencia | Dirigido a |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|------------|---|
| Mejora continua | Profesional particular capacitado | 4 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | 6 meses | Personal de mantenimiento e involucrado dentro del plan |
| Uso de Maquinaria utilizada en la | Profesional particular capacitado | 4 horas | Pantaleón S.A, | 6 meses | Personal de mantenimiento |

| | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|---|
| producción de la azúcar | | | Siquinalá, Escuintla. | | e involucrado dentro del plan |
| Gestión de Calidad | Profesional particular capacitado | 4 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | 6 meses | Personal de mantenimiento e involucrado dentro del plan |
| Sistema de mejora continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) | Profesional particular capacitado | 4 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | 6 meses | Personal de mantenimiento e involucrado dentro del plan |
| Uso aplicación ABS reconocimiento facial | Personal de planillas | 2 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | | Pilotos designados por frente. |

Actividad 3: Taller seguridad industrial

Se realizan capacitaciones sobre la importancia de la seguridad industrial dentro del taller de mantenimiento y reparación de la maquinaria, realizando una inducción sobre la seguridad industrial la cual es importante para la seguridad del colaborador.

| Tema | Instructor | tiempo | lugar | Dirigido a |
|--|------------------------|--------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Uso correcto de mangueras | Profesional capacitado | 2 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Pilotos cisternas de combustible |
| Encendido y apagado de la bomba de combustible | Profesional capacitado | 2 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Pilotos cisternas de combustible |
| Acciones ante eventualidades no previstas | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Pilotos cisternas de combustible |
| Uso correcto de EPP | Coordinador SSO | 2 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Pilotos cisternas de combustible |

Actividad 4. Taller contratación de personal

Se realiza una capacitación al personal de recursos humanos, encargados de la contratación del personal, para realizar una correcta selección de los pilotos con la experiencia requerida.

| Tema | Instructor | tiempo | lugar | Dirigido a |
|--|------------------------|---------|--------------------------------------|---|
| Manejo de plataforma virtual de recepción de hojas de vida | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal de recursos humanos contrataciones |
| Organización jornadas de contratación | Profesional capacitado | 2 horas | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal de recursos humanos contrataciones |
| Pruebas teóricas y practicas | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal de recursos humanos contrataciones |

| | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------|--------------------------------------|---|
| Como detectar papelería falsificada | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal de recursos humanos contrataciones |
| Firma de contratos | Profesional capacitado | 1 hora | Pantaleón S.A, Siquinalá, Escuintla. | Personal de recursos humanos contrataciones |

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

| Componentes del plan | Indicadores | Medios de Verificación | Supuestos |
|---|--|---------------------------------|---|
| Objetivo general: Elevar el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | Al quinto año de ejecutar la propuesta se eleva el rendimiento en la zafra de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla, y a la vez se soluciona el efecto en un 90%. | Reportes de la unidad ejecutora | La gerencia general implementa la propuesta en otras áreas de la empresa. |
| Objetivo específico: Usar adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. | Al quinto año de ejecutar la propuesta se usa adecuadamente la maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla., y a la vez se soluciona el problema en un 95%. | Reportes de la unidad ejecutora | La gerencia general implementa la propuesta en otras áreas de la empresa. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Resultado 1</p> <p>Fortalecimiento de la unidad ejecutora</p> | | | |
| <p>Resultado 2</p> <p>Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en el uso de maquinaria utilizada en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), en Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.</p> | | | |
| <p>Resultado 3</p> <p>Programa de capacitación a personal de Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla.</p> | | | |