

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE  
SIEMBRA DE CAÑA DE UNA EMPRESA  
AGROINDUSTRIAL 2017-2019”

Tesis para optar el título profesional de:  
Ingeniero Industrial



Autores:

Jesus Bacilio Cornejo Alayo  
Marcos Javier Garcia Carrion

Asesor:

Ing. Willy Roberto Mantilla Correa

Trujillo - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A mi familia a quienes me debo. Para mí esposa por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos más difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y a mis hijos por comprender el esfuerzo al robarles el tiempo que debería pasarlo con ellos, a mis queridos suegros por sus consejos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes que han dado todo su esfuerzo por ayudarme a culminar esta etapa de mi vida profesional, a mi familia por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida para que pueda ser un gran profesional y orgullo para todos los que confiaron en mí, a mi asesor de tesis por su gran apoyo.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Participación de la producción de la caña de azúcar.....	<b>12</b>
<b>TABLA 2.</b> Duración de las etapas fenológicas en el cultivo de caña de azúcar.....	<b>22</b>
<b>TABLA 3.</b> Edad de cultivo de caña de azúcar.....	<b>22</b>
<b>TABLA 4.</b> Lamina de reposición de agua diaria en caña de azúcar.....	<b>23</b>
<b>TABLA 5.</b> Dosis de fertilización de cultivo de caña de azúcar.....	<b>25</b>
<b>TABLA 6.</b> Datos del proceso de siembra año 2017.....	<b>32</b>
<b>TABLA 7.</b> Costos totales de insumos año 2017.....	<b>33</b>
<b>TABLA 8.</b> Pareto de las causas de la baja productividad.....	<b>37</b>
<b>TABLA 9.</b> Priorización de causas.....	<b>38</b>
<b>TABLA 10.</b> Costos de insumos por cambio de proveedor.....	<b>41</b>
<b>TABLA 11.</b> Reducción de horas extras de trabajadores .....	<b>42</b>
<b>TABLA 12.</b> Costos totales de insumos año 2018.....	<b>57</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Superficie cosechada y producción de caña de azúcar.....	<b>11</b>
<b>FIGURA 2.</b> ciclo de mejora continua.....	<b>19</b>
<b>FIGURA 3.</b> Grafica de diseño experimental.....	<b>27</b>
<b>FIGURA 4.</b> Dosis de fertilización año 2017.....	<b>34</b>
<b>FIGURA 5.</b> Metros cúbicos aplicados.....	<b>35</b>
<b>FIGURA 6.</b> Diagrama de Ishikawa de causa y efecto.....	<b>36</b>
<b>FIGURA 7.</b> Causas de la baja productividad.....	<b>39</b>
<b>FIGURA 8.</b> 5 porqués para hallar propuesta de mejora.....	<b>40</b>
<b>FIGURA 9.</b> Flujograma de procesos de distribución del agua.....	<b>46</b>
<b>FIGURA 10.</b> Flujograma de procesos para el uso adecuado de fertilizante.....	<b>50</b>
<b>FIGURA 11.</b> Flujograma de procesos para la aplicación del tipo de semilla adecuada.....	<b>54</b>
<b>FIGURA 12.</b> Check list para el proceso de siembra de caña de azúcar.....	<b>55</b>
<b>FIGURA 13.</b> Formato de mejoras.....	<b>56</b>
<b>FIGURA 14.</b> Dosis de fertilización año 2018.....	<b>59</b>
<b>FIGURA 15.</b> Distribución de agua año 2019.....	<b>59</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>ECUACION 1.</b> Productividad total.....	<b>22</b>
<b>ECUACION 2.</b> Productividad parcial.....	<b>22</b>
<b>ECUACION 3.</b> Costo beneficio.....	<b>23</b>

## RESUMEN

La presente investigación busca proponer mejoras en el proceso de siembra de caña de azúcar, para aumentar la productividad en la empresa agroindustrial. La empresa está dedicada a la elaboración y producción de azúcar, y cuenta con varios años dedicándose al rubro del azúcar. El objetivo principal de esta investigación es elaborar la propuesta de un plan de mejora continua basada en el ciclo de Deming PHVA. Para incrementar la productividad. Esto se realizó utilizando, el diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto, los 5 porqués; correspondiente al proceso de siembra.

El proceso metodológico se basa en recopilar información mediante el análisis de documentos. Utilizando los registros de información de todo el proceso de cultivo, cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentadas y observar los hechos por parte de los encuestados y entrevistados con el fin de utilizar la información dentro de nuestra investigación.

El principal resultado de esta investigación es que la empresa agroindustrial mejoró el proceso de siembra e incrementó su productividad en un 56%, se redujo la cantidad de agua, se disminuyó la dosis de fertilizante, se modificó la variedad de semilla de caña y se incorporó materia orgánica al terreno.

La inversión para la implementación del sistema se recuperó en el primer año, el resultado del análisis costo-beneficio es de 1,6% es decir que la propuesta es económicamente viable, en donde se recupera la inversión y se obtiene ganancias.

**Palabras clave:** productividad, mejora continua.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### **.1. Realidad problemática**

El azúcar de caña es un commodity específico y uno de los mayores contribuyentes al producto interno bruto agrícola de los países en desarrollo para el consumo interno y el comercio internacional. Por lo tanto, el mayor reto para la competitividad de la industria azucarera es la reducción de los costos de producción para ser más rentables en los mercados locales y regionales. Brasil, Australia, Tailandia, América del Norte, Centroamérica, India, China y Colombia son los mayores productores y exportadores de azúcar de caña más importantes del mundo. (Aguilar, 2017).

Siendo su materia prima principal la caña de azúcar esta investigación se centra en ella pues es factor limitante principal de su productividad, al respecto se puede mencionar que, durante el 2018, se cultivaron unas 24 mil nuevas hectáreas de caña de azúcar, informó la Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados. (Asociados & Apoyo, 2017)

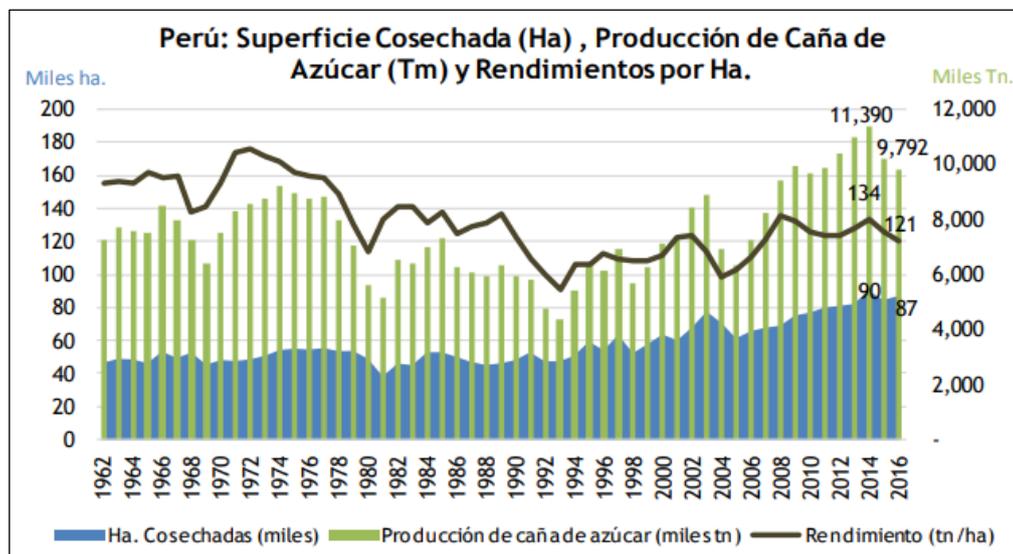
Según la Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados (APAAD), la producción de azúcar para el presente año 2019 será de aproximadamente 1'293,600 toneladas. Esta proyección representa un crecimiento del 15% con respecto a la producción del 2018, que ascendió a unas 1'124,869 toneladas, en tanto, las ventas ascendieron a unos US\$550 millones, la mayor producción se debe a la ampliación de los cultivos de caña de azúcar tras la recuperación de los terrenos de los estragos del Fenómeno El Niño.

Asimismo, al cierre del 2018, ascendieron a 160,000 las hectáreas de caña de azúcar cultivadas en el país, que representaron un 17% más que al cierre del 2017 (136,000).

Además de ampliar sus cultivos, los empresarios del rubro están invirtiendo cada vez más en tecnología.

En general, en cuanto a las ventas, no se ha registrado pérdidas en el 2018; pero, los márgenes de ganancia fueron absolutamente estrechos, porque hubo una gran afectación en el precio del azúcar a nivel mundial. La industria peruana, que reúne a las empresas productoras de azúcar y derivados, como Casa Grande, San Jacinto, Cartavio, Olmos, Agro Aurora, Caña Brava, Pomalca, Laredo y Paramonga ha demostrado ser altamente competitiva a nivel mundial. Las estrategias de los empresarios que toman las acciones de mejora que permitan mantener a flote la industria se han visto afectados por la distorsión de precios en el mercado interno y externo, impulsada por la competencia desleal (dumping) del azúcar proveniente de la India. (Rosales, 2019).

En el Perú, el cultivo de la caña de azúcar se concentra principalmente en la costa norte (78.8% en el 2014, no se dispone de datos más recientes en la fuente consultada, INEI). Al cierre del 2014 el área cosechada alcanzó 90.4 mil ha según el INEI, la mayor superficie cosechada registrada históricamente en el Perú. Lo anterior, producto de la continua recuperación del sector y la consolidación del mismo. (Asociados & Apoyo 2017).



*Figura 1:* Superficie cosechada y Producción de caña de azúcar  
Fuente: INEI (asociados & apoyo 2017)

En Perú, las principales variaciones negativas en la producción de caña de azúcar (en términos de daños al cultivo) se asocian más a sequías que a la ocurrencia del fenómeno El Niño. En el caso particular del reciente fenómeno llamado El Niño costero, se habría parado la producción en los campos afectados por las fuertes lluvias, dado que no se podía cosechar normalmente. Al respecto, se debe mencionar que, en el caso de Cartavio, el evento coincidió con una parada programada, y en el caso particular de Agrolmos, que recién había empezado a producir, tuvo que retomar sus operaciones en mayo del presente año. En términos generales, se puede decir que menos del 2.0% de las plantaciones se vieron afectadas, y que la maquinaria se encuentra en buen estado, con lo cual para el presente año se esperaba un nivel de producción similar al del 2016.

Tabla 1:

*Participación de la Producción de caña de azúcar*

Empresa	Producción (%)
Casa Grande	24.1
Cartavio	15.3
Laredo	14.5
Paramonga	12.6
San Jacinto	9.9
Tumán	6.2
Pomalca	5.2
Andahuasi	4.4
Churacapi	0.4
Azucarera del Norte	0.3

**Fuente:** Adaptado de: “Informe Anual Corporación Azucarera del Perú” por Apoyo & Asociados, 2017

([http://www.aai.com.pe/wp-content/uploads/2017/06/CoazucarDic\\_2016.pdf](http://www.aai.com.pe/wp-content/uploads/2017/06/CoazucarDic_2016.pdf))

Respecto a las empresas indicadas en la Tabla 1, estas se encuentran distribuidas en conformidad con lo señalado en la clasificación de riesgo elaborada Por Corporación Azucarera del Perú, (Asociados y Apoyo, 2017), así como por los Informes de Caracterización de los departamentos de La Libertad, Ancash, Lima y Arequipa, elaborados por el BCRP (2016), de la siguiente manera:

- Lambayeque: Pucalá, Tumán, Pomalca y Azucarera del Norte
- La Libertad: Cartavio, Casa Grande y Laredo
- Ancash: San Jacinto
- Lima: Andahuasi y Paramonga (Lima)
- Arequipa: Chuca rapi.

El presente estudio se justifica pues con el conocimiento sobre el proceso adecuado y la aplicación de tecnologías en el cultivo de caña de azúcar en la zona liberteña permitirá obtener comportamientos agrícolas que se enfoquen a la obtención de mejores niveles de productividad y por ende una mejora económica, sin dejar de lado la experiencia del agricultor.

En tanto, la empresa en estudio para el desarrollo del presente proyecto, podemos indicar que se encuentra en el tercer lugar en producción a nivel nacional, ubicándose en la segunda región más productora a nivel nacional

En la provincia de Trujillo destaca el distrito de Laredo como uno de los Lugares idóneos para el cultivo de la caña principalmente, su uso agrícola (suelo ocupado) ocupa un 77.3% del suelo ocupado del distrito, el área industrial ocupa un 1.61 % y el 21.36% lo ocupa el área urbana. (Municipalidad distrital de Laredo).

El estudio se centra en evaluar el ciclo de mejora continua en la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar en los campos de arena dulce (Virú), Sus principales productos son la azúcar blanca, azúcar rubia, azúcar refinada y sus derivados como el alcohol, cachaza, etc. Actualmente la empresa se abastece de un 25% de caña de terceros y un 75% de caña propia. De los cuales el 45% corresponde a cultivos provenientes de Laredo y el 30% a arena dulce. Actualmente, presenta grandes problemas de abastecimiento de caña influenciados principalmente por la baja productividad de caña en los campos de arena dulce (Viru), debido a la mala Calidad del terreno (arena) obteniendo productividades entre 90 y 100 toneladas por HA. Debido principalmente a la falta de materia orgánica en el suelo, la poca

Distribución del agua, la mala aplicación de fertilizantes y mala variedad de semilla de caña para sembrar.

En el presente proyecto daremos a conocer los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología de mejora continua; al respecto en el año 2017 se contaba con una productividad de entre 90 y 100 toneladas por hectárea, se sembraba en campos de arena sin materia orgánica (compost) con un tipo de semilla que no era la adecuada para el terreno, con una dosis de fertilización muy pobre y con una mala distribución de agua durante todo el proceso de cultivo. A través de la mejora continua se llegó a determinar unos cambios en el proceso de siembra para aumentar la productividad de caña de azúcar. Obteniéndose unas producciones de entre 170 y 180 toneladas por hectárea. Esta investigación pretende dar a conocer los beneficios obtenidos con la aplicación de la metodología de mejora continua y establecer un patrón de comportamiento futuro con el ingreso de algunos aspectos adicionales de mejora a través de un modelo matemático de simulación.

Con respecto a la problemática abordada se tiene algunas investigaciones como las de: **Lara (2015)** en su artículo “Productividad del cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) en Ecuador bajo un enfoque econométrico”, que buscó determinar las variables que tiene un impacto significativo sobre la productividad del cultivo de la caña de azúcar, a través de un modelo econométrico generado con la metodología de Mínimos Cuadrados en dos Etapas. Instrumentándolo con las variables Temperatura, Heliofanía y Precipitación. Determinando que la región, el riego, la edad del cultivo y el control fitosanitario, influyen significativamente sobre la productividad de la caña de azúcar en el país. Estableciendo además que la región de cultivo presenta

endogeneidad. Concluyendo que, para incrementar la productividad de caña de azúcar en el país, los ingenios azucareros deberían enfocar todos sus esfuerzos e inversiones a dotar de riego constante al cultivo, determinar ciclo óptimo de cultivo, desarrollar variedades resistentes a plagas y enfermedades para disminuir los controles fitosanitarios, y considerar las regiones geográficas que cumplan con los requerimientos climáticos de la caña de azúcar para llegar a la eficiencia productiva anhelada.

**Rosales (2013)** en su tesis “Evaluación de tres frecuencias de riego con polietileno, en suelo arcilloso, sobre el crecimiento y rendimiento de caña de azúcar; Cuyo Tenango, Suchitepéquez” – Guatemala, el cual buscó determinar el efecto del riego en surcos alternos con películas de polietileno, en condiciones de un suelo arcilloso, sobre el crecimiento y rendimiento de la caña de azúcar. Los resultados que obtuvo basados en los rendimientos de caña (107.93 tn/ha, 106.84 tn/ha y 109.91 tn/ha) y de azúcar (11,158.51kg/tn, 10,980.03 kg/tn y 11,440.93 kg/tn de caña), no fueron afectados por las modalidades de riego con acolchado evaluadas en la presente investigación, debido a que los meses de déficit hídrico coinciden con las etapas fisiológicas de menor requerimiento hídrico (iniciación y macollamiento).

**Agro productividad (2016)** realizó una evaluación de 53 variedades de caña incluyendo un testigo que es el que ocupa la mayor parte de cultivo en la zona, para medir la longitud, grosor del tallo, cantidad de tallos por cepa para identificar las 10 mejores. Evaluando la adaptabilidad en el campo, suelo, condiciones climáticas. La siembra se llevó a cabo en julio con riegos uniformes, consumiéndose unos 18000 m<sup>3</sup> de agua por toda la campaña y una fertilización de 240N, 120P, 120K, unidades.

Se observaron que de las 53 variedades dos superaron al testigo en todo el ciclo del cultivo; en longitud, tamaño, cantidad de tallos, etc.

**M. Luque, (2007)** en su “Estudio retrospectivo en pacientes con diagnóstico de carcinoma de pulmón no microcítico estadio avanzado tratados con la combinación de gemcitabina y vinorelbina: valoración de la eficacia terapéutica y factores pronósticos”, reviso de forma retrospectiva la historia de 144 pacientes con CPNM avanzado, tratados entre octubre del 1996 y enero del 2005 con (G) gemcitabina y (V) vinorelbina y su combinación de (GV). Se tolera bien y es eficaz en pacientes con CPNM avanzado. De los cuales el 43,8% o sea 63 pacientes lograron estabilizarse de manera satisfactoria. Propone que los estudios retrospectivos son el punto de partida para poder pronosticar las mejoras que se puedan llevar a cabo en el futuro.

**Robles, (2018)** en su tesis “Planeamiento Estratégico para la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A” – Trujillo, propone cuáles son las principales medidas para obtener un papel protagónico en la industria de la caña de azúcar en el Perú, puesto que, en estos tiempos de globalización, se deben implementar estrategias que sean óptimas para que Agroindustrial Laredo S.A.A. pueda llegar a ser el principal productor de azúcar en el Perú. Después de diversos efectos climáticos que se produjeron en los últimos años, como, por ejemplo, el fenómeno del niño, el Perú se encuentra en una posición favorable para otras industrias.

Se concluye que se debe aprovechar el uso de innovación tecnológica en la siembra de la caña de azúcar, como, por ejemplo, el uso óptimo de sistemas de irrigación y aprovechamiento de los conocimientos y buenas prácticas de los productos a gran escala para implementar más campos de cultivo de caña de azúcar, por otra parte,

también implementar, como expuesto anteriormente, un sistema de tracking para los productos que son enviados a los diferentes clientes que tienen en todo el Perú.

Para el proyecto en estudio, la tesis de (Robles, 2018), va a contribuir como referencia en las etapas del proceso de siembra y conceptualizar.

**Cardona, Sánchez, Montoya, Quintero, (2005).** “simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz”. Se realizó la selección del proceso más adecuado para ambas materias primas teniendo en cuenta factores económicos y ambientales. Finalmente se simularon los procesos escogidos, obteniendo resultados semejantes a los de los procesos reales correspondientes. Se demostró que las técnicas de simulación son una herramienta poderosa que permite minimizar tiempo, costos y experimentación en el diseño de bioprocesos como los de obtención de alcohol carburante.

### **Ciclo de mejora continua**

1.1.1. Esta investigación se basa en la teoría de la mejora continua la cual es una actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos, según lo definido en ISO 9000:2015. cuando se mejora la calidad se logra una disminución de los costos debido a un menor número de reprocesos, un menor número de errores, menos demoras y obstáculos, una mejor utilización de las máquinas, del tiempo y de los materiales. (Marzano y Pérez, 2017)

1.1.2. **La mejora continua** es importante porque: (Chang, 2012).

- Contribuye en el afianzamiento de las fortalezas y en la mejora de las debilidades de la empresa, lo que repercute positivamente en la producción.

- Facilita la corrección de errores o inconvenientes en la organización, basada en el análisis de los procesos llevados a cabo.
- Es eficaz para desarrollar cambios positivos.
- Minimizar las fallas en la calidad, con ello permite ahorrar dinero y esfuerzo.
- Una de las metodologías para realizar acciones de mejoras sigue los pasos del Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).

1.1.3. Metodologías de mejora continua hay varias la más básica es el del **Ciclo de la PHVA**, también llamado PDCA, que fuera enunciado en la década de 1920 Por Walter Shewhart y fue popularizado por W. Edwards Deming. Esta metodología puede describirse brevemente como: - Planificar: Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización. - Hacer: Implementar los procesos. - Verificar: Realizar El seguimiento y medición de los procesos y productos comparándolos con los objetivos y requisitos establecidos. - Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. (García, 2016).



*Figura 2:* Ciclo de la mejora continua

Fuente: escuela latinoamericana de ingeniería de calidad

- **Etapa de planificar (Plan):** en esta fase se trabaja en la identificación del problema o actividades susceptibles de mejora, se establecen los objetivos a alcanzar, se fijan los indicadores de control y se definen los métodos o herramientas para conseguir los objetivos. (García, 2016).
- **Etapa de hacer (Do):** llega el momento de llevar a cabo el plan de acción, mediante la correcta realización de las tareas planificadas, la aplicación controlada del plan y la verificación y obtención del feedback necesario para el posterior análisis. (García, 2016).
- **Etapa de verificar (Check):** una vez implementada la mejora se comprueban los logros obtenidos en relación a las metas u objetivos que se marcaron en la primera fase del ciclo mediante herramientas de control (diagrama de Pareto, check list, kpls, etc.). (García, 2016).
- **Etapa de actuar (Act):** por último, tras comparar el resultado obtenido con el objetivo marcado inicialmente, es el momento de realizar acciones correctivas

y preventivas que permitan mejorar los puntos o áreas de mejora, así como extender y aprovechar los aprendizajes y experiencias adquiridas a otros casos, y estandarizar y consolidar metodologías efectivas. (García, 2016).

**La productividad** es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo utilizado para obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad, la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

La productividad se define la cantidad de producción de una unidad de producto servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo, (Álvarez-Moro 2008).

Tipos de productividad (Álvarez-Moro 2008).

Productividad global: es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumos. Producción, mano de obra, materiales, insumo de capital, energía y otros gastos

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Costos totales empleados}}$$

Producción parcial: es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo empleado. Mano de obra, materia prima, materiales, insumo de capital, energía y otros

$$\frac{\text{Producción}}{\text{unidad de insumos empleados}}$$

Caña de azúcar La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis. Según Castro (2005), en el ciclo de la caña de azúcar se diferencian claramente cuatro etapas de desarrollo: iniciación; macollamiento; rápido crecimiento o elongación; y la maduración.

**Costo beneficio** es una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de obtener su rentabilidad, un costo beneficio mayor que 1 significa que el proyecto es rentable, y cuando es menor a 1 significa que el proyecto no es rentable. (Arturo R. 2019).

La fórmula de la relación costo beneficio es:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

En la tabla 2. Se describe la duración de las etapas fenológicas del cultivo, según estudios realizados por CENCICAÑA

Tabla 2:  
*Duración de las etapas fenológicas en el cultivo de caña de azúcar*

<b>caña plantía</b>			
Inicio	Macollamiento	elongación	Maduración
1.5 meses	3 meses	6 meses	1.5 meses
<b>caña soca</b>			
Inicio	Macollamiento	elongación	Maduración
1 mes	3 meses	6.5 meses	1.5 meses

Fuente: cenicaña, 1982

El estudio se centra específicamente en el riego por goteo, que es el más eficiente método de suministro de agua y nutrientes a los cultivos. Entrega el agua y fertilizantes directamente a la zona radicular del cultivo, en la cantidad correcta y en el momento adecuado, por lo tanto, cada planta recibe exactamente lo que necesita, cuando lo necesita para desarrollarse óptimamente. Gracias al riego por goteo, los productores pueden tener mejores rendimientos mientras ahorran agua, así como fertilizantes, energía e incluso agroquímicos. Formula básica de reposición de agua (evaporación del tanque x Kc (edad del cultivo después de siembra) – lluvia efectiva) = necesidad hídrica (mm/día). (Netafim, 2010).

Tabla 3:  
*Edad del cultivo de caña de azúcar*

Fase de la planta	Kc
Hasta 40 días después de la siembra o cosecha	0.4
25 - 50% de cobertura foliar	0.45 - 0.65
50 - 75% de cobertura foliar	0.7 - 0.9
75 - 100% de cobertura foliar	0.9 - 1.2

Fuente: Netafim

Tabla 4:

*Lamina de reposición de agua diaria en caña de azúcar*

MES	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY
EVAPORACION	54	58	73	90	110	117	126	127	110	108	82	65
KC	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1	1,1	1,1	1,2
MM/DIA	0,7	0,9	1,4	2,2	2,8	3,3	3,6	3,9	3,9	3,6	3	2,5

Fuente: Netafim

Por ser un cultivo grande que produce enorme cantidad de biomasa, la caña de azúcar generalmente requiere mayores cantidades de nutrientes. Muchos estudios han demostrado claramente que el N, P y K son fundamentales para obtener mayores producciones de caña y azúcar en base a una aplicación sustentable de cantidades adecuadas de fertilizantes como son:

**El Nitrógeno** constituye solo una fracción equivalente al 1% del total del peso seco de la caña madura. Es el elemento clave que influye sobre el crecimiento, la producción y la calidad. Un suministro adecuado y apropiado promueve la formación de retoños, el crecimiento del follaje, la formación y el crecimiento de los tallos (formación de entrenudos, elongación, aumento del grosor y peso).

Influye sobre la penetración y proliferación de las raíces. La deficiencia de N causa clorosis, senescencia temprana de las hojas, tallos más delgados y cortos y Raíces más delgada y larga. El exceso de N prolonga el crecimiento vegetativo, retrasando la maduración y la cosecha; además reduce el contenido de azúcar del jugo, perjudicando así su calidad, y aumenta el N soluble en el jugo después de su clarificación. Por último, aumenta la susceptibilidad del cultivo a la tendedura y a ataques de plagas y enfermedades. (Netafim, 2010).

**El fósforo**, su requerimiento es generalmente menor que el de N y K. Es vital para el metabolismo y la fotosíntesis. Es fundamental para la división celular y, por lo tanto, es indispensable para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Promueve el desarrollo de los retoños, del follaje y de los tallos. Promueve la penetración y proliferación de las raíces.

Es necesario un contenido adecuado de P [3-4 mg/litro] en el jugo de caña para lograr su clarificación. La deficiencia de fósforo causa: un crecimiento pobre de tallos; reducción del largo internodal; retraso en el cierre del follaje y una reducción del área ocupada por las raíces. (Netafim, 2010)

**El Potásio** es necesario en muchos procesos de la planta: fotosíntesis, asimilación del carbono y translocación de los carbohidratos. Estimula la síntesis de azúcar y su translocación al tejido de reserva.

Confiere resistencia frente al ataque de plagas y enfermedades y frente a la tendadura. Regula la abertura y el cierre estomático, manteniendo así la presión de turgor en condiciones desfavorables de humedad del suelo. El consumo de lujo del K afecta adversamente la cristalización del azúcar y aumenta las pérdidas de azúcar. La deficiencia de K afecta el crecimiento, al reducir el largo internodal, la síntesis de azúcar y su recuperación. (Netafim, 2010).

Tabla 5:

*Dosis de fertilización de cultivo de caña de azúcar*

Días después de la plantación	Nutrientes (kg/ha/día)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1-30 Días	1.20	0.10	0.20
31-80 Días	1.50	0.40	0.24
81-110 Días	2.00	1.00	0.40
111-150 Días	0.75	0.30	0.75
151-190 Días	--		1.50

Fuente: netafim

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica. Sin embargo, es un error considerar que agricultura orgánica es simplemente “no usar productos sintéticos”. La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003).

Agricultores (2014), se conoce como materia orgánica a los restos de seres vivos y vegetales en proceso de descomposición, ayudados por la temperatura, el agua y la intervención de seres vivos. Todos estos materiales sufren un proceso de descomposición que acaban formando minerales funcionales para la planta, una vez esta tiene la capacidad de absorberlos. Se estima que un porcentaje indicado para la práctica agrícola estaría comprendido entre el 1,5 y 2%.

Agrológica (2012), incorporo estiércol en suelo arenoso para restituir los valores de materia orgánica en proporciones de 96 toneladas por hectárea a 20 cm de profundidad, de 15 a 18 kilogramos por metro lineal. Eso aumenta en un 40% la productividad al final del cultivo.

## **.2. Formulación del problema**

¿Qué efecto producirá la aplicación del Ciclo de Mejora Continua en la Productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019?

## **.3. Objetivos**

### **.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la aplicación del Ciclo de Mejora Continua en la Productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019.

### **.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017.
- Medir la productividad
- Aplicar el ciclo phva
- Determinar la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar después de la aplicación del ciclo de mejora continua.
- Comparar los indicadores de productividad en la siembra de caña de azúcar
- Determinar el costo beneficio de las mejoras realizadas.

## **1.4.Hipótesis**

La aplicación del Ciclo de Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación:

Es experimental, se modifica la siembra con la metodología del ciclo de mejora continua para ver sus efectos en la Productividad. El periodo de evaluación es retrospectivo, pues evalúa los hechos realizados en un periodo anterior a la evaluación de los resultados (2017 y 2018).

### 2.2. Diseño de la Investigación:

El diseño de investigación es preexperimental con pre y post prueba, pues mide la productividad del año 2017-2018, realiza mejoras y vuelve a medir su efectividad para verificar su efecto; sin tener ningún grupo de control, ni controlar las variables intervinientes que pudiesen de manera indirecta afectar los resultados de la investigación, hace referencia al proceso de evaluación de la precisión del método de pronóstico mediante el uso de datos históricos existentes. (Vermorel, 2013).

## DISEÑOS EXPERIMENTALES

### DISEÑO PRE EXPERIMENTAL

- Diseño pre-test post-test con un solo grupo

### ESQUEMA



Donde:

**X** = Variable independiente

**O<sub>1</sub>** = Medición pre-experimental de la variable independiente

**O<sub>2</sub>** = Medición post-experimental de la variable independiente

*Figura 3:* gráfica de diseño preexperimental

Fuente: [slideplayer.es/slide/1018316/](http://slideplayer.es/slide/1018316/)

## **2.3.Población y Muestra:**

### **2.3.1. Población**

Para el presente trabajo de investigación la población estuvo constituida por 25 hectáreas de terreno de la zona de arena dulce (Virú). Propiedad de la empresa azucarera Agroindustrial Laredo S.A.A. Durante el periodo de las siembras de los años (2017-2018).

### **2.3.2. Muestra:**

Para el presente trabajo de investigación, la muestra será delimitada por la misma cantidad de la población, es decir que es de tipo censo, en tal sentido la muestra es igual a la población.

## **2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Como herramienta para la recolección de datos, se utilizará la ficha de recolección de datos elaborados por el autor. Que permite conocer el comportamiento de las siembras. En el año 2017 y sus Causales, donde podemos observar tipo de semilla de caña, cantidad de agua m<sup>3</sup> aplicado en todo el cultivo, Cantidad de fertilizante aplicada, el tipo de terreno y como estuvo compuesto y la Productividad al final de cultivo.

Para determinar los problemas más frecuentes en todo el proceso de cultivo utilizaremos la matriz causa-efecto (Ishikawa), Pareto y los 5 porqués.

## 2.5.Procedimientos:

Para realizar el diagnóstico se va a analizar registros de la información todo el proceso de cultivo y productividad obtenida de caña de azúcar del año 2017, en 25 ha de terreno en campo sin materia orgánica.

- Se elaboró una ficha de recolección de datos donde se analizaron tipo de siembra, variedad de semilla, la cantidad de agua en m<sup>3</sup>, dosis de fertilización y tipo de materia orgánica compuesta el terreno y su productividad al final del cultivo de caña de azúcar. Las cuales se tabularán en tablas. Para recolectar la información que sirva Como guía para la implementación de mejoras en el proceso de siembra de caña de azúcar.

Se elaboró encuestas al personal operarios de riego, mayordomos de campo, supervisores e ingenieros encargados, con la ayuda de las herramientas de mejora continua, diagrama de Ishikawa y Pareto se logró determinar el comportamiento de siembra de caña de azúcar del año 2017.

Encontrándose un tipo de variedad de semilla no apta para los suelos arenosos, dosis inadecuada de fertilización, riego de uniforme en cantidad de agua, suelo arenoso sin materia orgánica y por ende una baja productividad.

- Con la ayuda de herramientas como los 5 porqués, se logró determinar las oportunidades de mejora de siembra del año 2018. se incorporó materia orgánica en campo en cantidades de 50 a 55 tn/ha de 8 a 10 kg/metros lineales en surcos de 160 metros de largo separados de surco a surco en 1,65 metros.

Se cambió el tipo de semilla a variedades que sean más adaptables al tipo de terreno y tipo de clima del lugar, el riego se distribuyó de manera más eficiente y homogénea durante todo el cultivo, se ajustó la dosis de fertilización.

- Se comparó los resultados obtenidos de productividad de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017 – 2018. Encontrándose un aumento de productividad de un 55% mayor en el año 2018
- Con los resultados obtenidos de la productividad de la caña de azúcar, se realizó un análisis estadístico con la ayuda de las herramientas ssps vs 21 para demostrar la hipótesis de la investigación.
- Determinar el costo de las mejoras implementadas con la información obtenida de los años 2017-2018-2019, y determinar si el impacto económico de las mejoras es favorable para la empresa.

## **2.6 Métodos de análisis de datos:**

El análisis estadístico a emplear es el descriptivo y el inferencial. El primero estuvo dirigido a describir el comportamiento de las variables; como histogramas, tablas, gráficos, entre otros. El segundo método a emplear, es debido a que la presente investigación pretende contrastar sus variables a través de la prueba de hipótesis; con la ayuda de una herramienta informática como SPSS, empleando una prueba de normalidad, de acuerdo a la cantidad de datos recolectados; si es mayor o igual a 40, Kolmogórov-Smirnov, de lo contrario, Shapiro-Wilk, para determinar si los datos son paramétricos o no paramétricos. De acuerdo al resultado se realizó las pruebas de T-Student o Wilcoxon dependiendo si las variables son paramétricas o no paramétricas, respectivamente.

## **2.7 Aspectos Éticos:**

El investigador se compromete a respetar la autoría de las fuentes de información, la veracidad de los datos y el resguardo de la confiabilidad de los mismos en base a las consideraciones dada a la empresa en estudio, respetar el anonimato de las personas intervenidas en el presente estudio.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017.

A través de la ficha de recolección de datos se analizó los registros de la información de todo el proceso de siembra de caña del año 2017.

Tabla 6:  
*Datos del proceso siembra año 2017*

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION
TERRENO ARENOSO	25	HECTÁREAS
MANGUERA	173,75	ROLLOS
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	700	M3
DISTANCIA DE SURCO	1,8	METROS
TIPO DE SEMILLA CC.93-3803	17500	TERCIOS
MAQUINA TAPADORA SEMILLA	25	HECTÁREAS
FERTILIZANTE NITROGENO	1278	KILOGRAMOS
FERTILIZANTE ACIDO	156	KILOGRAMOS
FERTILIZANTE CLORURO	284	KILOGRAMOS
AGUA UTILIZADA	19944	M3
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	103	JORNAL
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	2708,75	TONELADAS

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Medir la productividad del año 2017

Se procesó y analizó los resultados obtenidos sobre los costos y beneficios del año 2017 Utilizando la fórmula de productividad total.

Tabla 7:  
*Costos totales de insumos año 2017*

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
MANGUERA	173,75	ROLLOS	56044,8
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	700	M3	56,77
DISTANCIA DE SURCO	1,8	METROS	1400
TIPO DE SEMILLA CC.93-3803	17500	TERCIOS	43750
MAQUINA TAPADORA SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
FERTILIZANTE NITROGENO	1278	KILOGRAMOS	1022,4
FERTILIZANTE ACIDO	156	KILOGRAMOS	312
FERTILIZANTE CLORURO	284	KILOGRAMOS	340,8
AGUA UTILIZADA	19944	M3	1617,46
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	103	JORNAL	5974
COSTO TOTAL			113018,23
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	2708,75	TONELADAS	400461,6

Fuente: elaboración propia

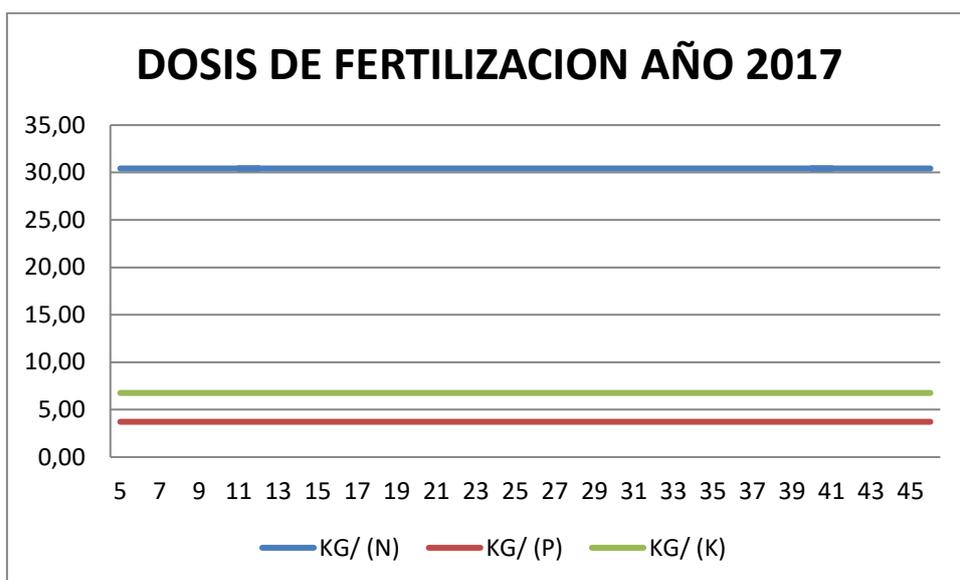
$$Productividad = \frac{Producción}{Costos\ totales\ empleados}$$

PRODUCCION	COSTOS TOTALES	
	EMPLEADOS	PRODUCTIVIDAD
2708.75	113018.23	0.0240
toneladas	soles	toneladas/sol

$$Productividad = \frac{Producción}{Costos\ materia\ Prima}$$

PRODUCCION	COSTOS MATERIA PRIMA	PRODUCTIVIDAD
2708.75	47042.66	0.0576
toneladas	Soles	toneladas/sol

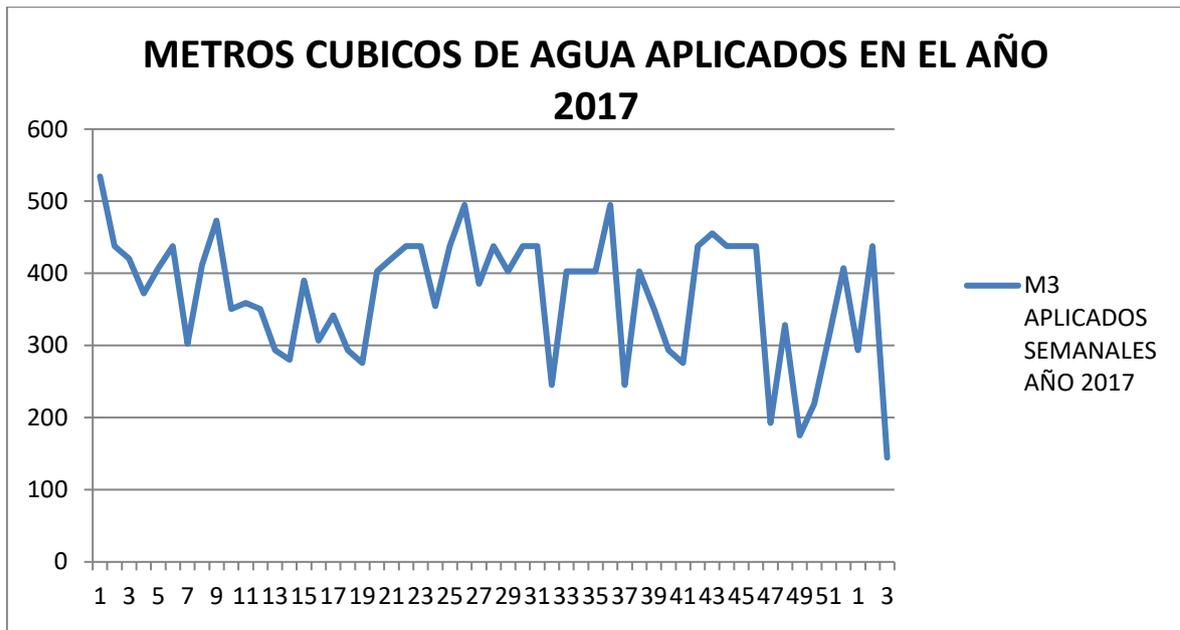
Como se observa en la figura 4 se fertilizó en forma lineal año 2017 antes de la mejora continua. Lo que nos indica que la barra azul es solución de nitrógeno en proporción de 30 unidades por semana, la línea verde es solución de cloruro en proporción de 7 unidades semanales y la línea roja es solución de fósforo en proporción de 4 unidades semanales, sin variar la dosis en todo el año de cultivo



*Figura 4:* Dosis de fertilización año 2017

Fuente: elaboración propia

La figura 5, la línea azul nos muestra la distribución del agua en metros cúbicos, semanalmente, de forma, es uniforme en el año 2017, como no se tenía un pleno conocimiento de riego, el consumo de agua oscilaba entre 200 y 500 metros cúbicos semanales sin tener un parámetro establecido.



*Figura 5:* Metros cúbicos de agua aplicados  
Fuente: elaboración propia

### 3.3. Aplicar el ciclo PHVA

#### Planificar

Se demostrará con la herramienta de Ishikawa de causa y efecto determinar las causas posibles del siguiente proceso y conocer el origen del problema. Y con ayuda del gráfico de Pareto priorizaremos las principales causas que originan el problema.

Se realizó el diagrama de Ishikawa según las causas como la baja productividad de la empresa agroindustrial por problemas en el proceso de siembra de caña de azúcar.

Seguidamente se procesó y analizó los resultados obtenidos sobre las causas y efectos de las cuales se presenta a continuación en el diagrama.

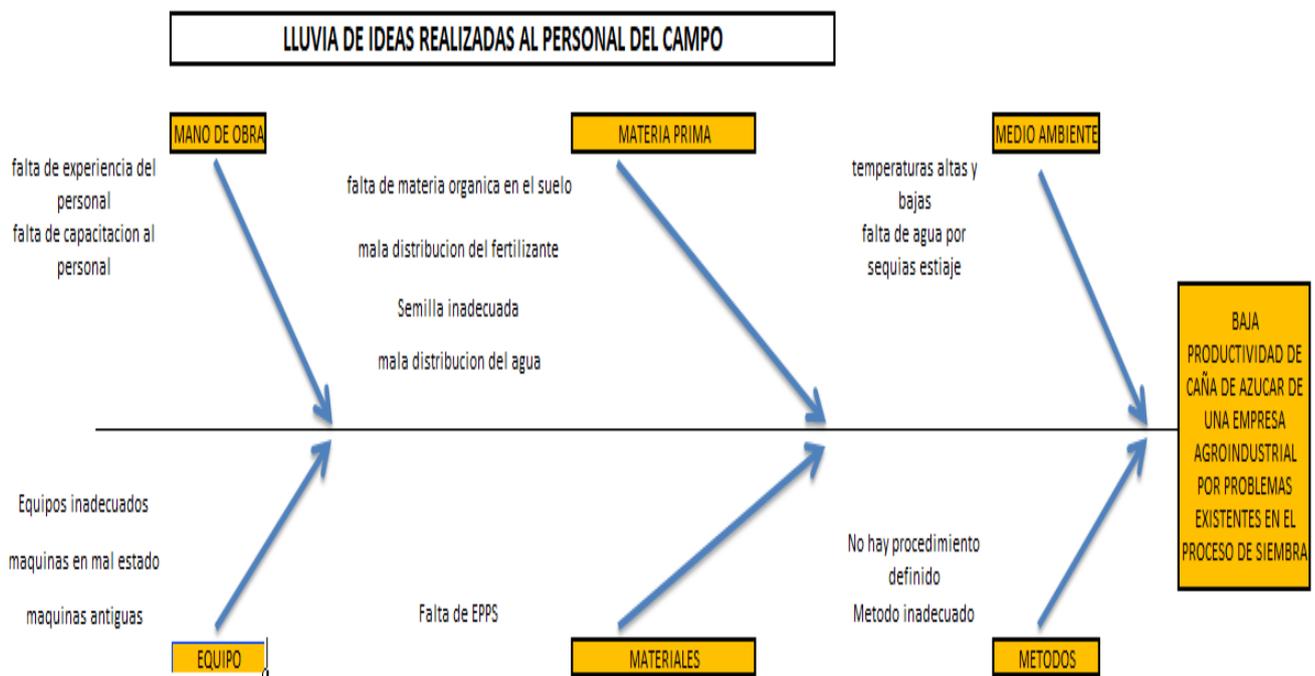


Figura 6: Diagrama de Ishikawa de causa y efecto

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8, nos muestra el número de causas y cuál es la que tiene mayor impacto, que ocasionan la baja productividad de caña de azúcar, encontradas en el diagrama de Ishikawa,

Tabla 8:  
*Pareto de las causas de la baja productividad*

	CAUSA	CAUSA RAIZ	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
Mano de Obra	Falta de experiencia personal	C1	13	6%	6%
	Falta de capacitación personal	C2	13	6%	12%
	Falta de materia orgánica suelo	C3	35	16%	28%
Materia Prima	Mala distribución de fertilizante	C4	25	11%	39%
	Semilla inadecuada	C5	25	11%	50%
	Mala distribución del agua	C6	17	8%	58%
Materiales	Falta de EPPS	C7	5	2%	60%
	Equipos inadecuados	C8	17	8%	68%
Equipos	Maquinas en más estado	C9	13	6%	74%
	Maquinas antiguas	C10	5	2%	76%
Métodos	No hay procedimiento	C11	17	8%	84%
	Método inadecuado	C12	17	8%	92%
Medio	Temperaturas altas y bajas	C13	5	2%	94%
Ambiente	Falta de agua por estiaje (sequias)	C14	13	6%	100%
		Total	220		

Fuente: elaboración propia

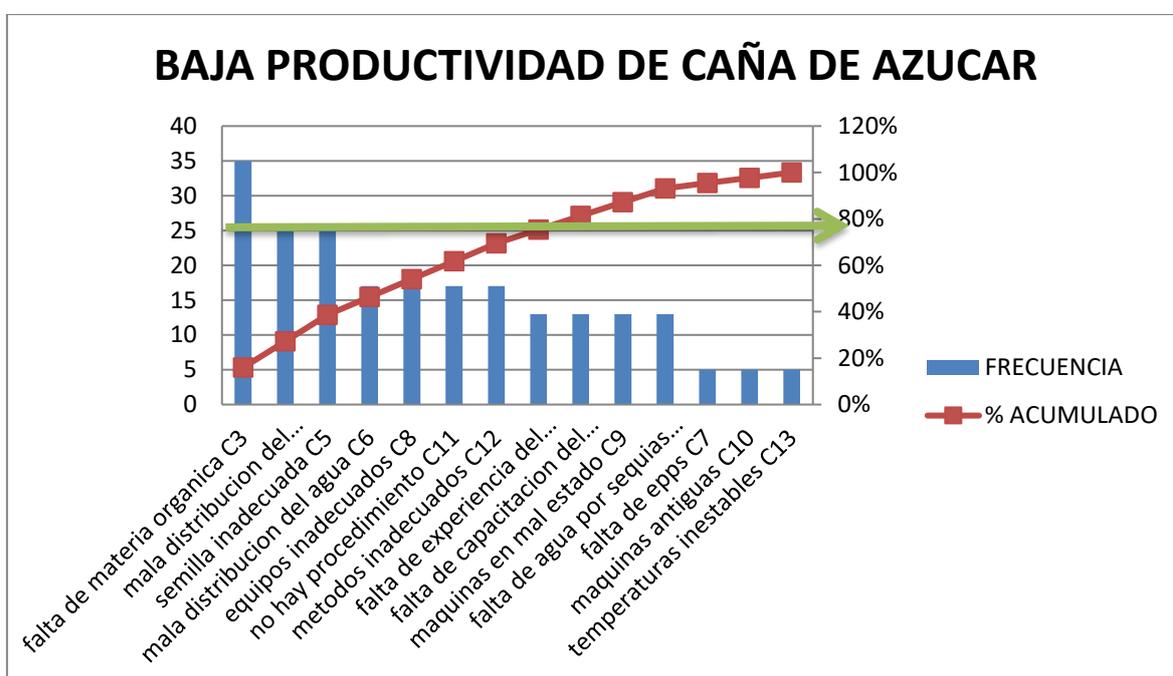
Como se observa en la tabla 9, se priorizaron las causas más críticas de las cuales 4 fueron las más críticas como son: c3 con 16%, c4 con 11%, c5 con 11%, c6 con 8%

Tabla 9:  
*Priorización de causas*

CAUSA	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
falta de materia orgánica C3	35	16%	16%
mala distribución del fertilizante C4	25	11%	27%
semilla inadecuada C5	25	11%	39%
mala distribución del agua C6	17	8%	46%
equipos inadecuados C8	17	8%	54%
no hay procedimiento C11	17	8%	62%
métodos inadecuados C12	17	8%	70%
falta de experiencia del personal C1	13	6%	75%
falta de capacitación del personal C2	13	6%	81%
maquinas en mal estado C9	13	6%	87%
falta de agua por sequias (estiaje)C14	13	6%	93%
falta de epps C7	5	2%	95%
maquinas antiguas C10	5	2%	98%
temperaturas altas y bajas C13	5	2%	100%

Fuente: elaboración propia

Según se muestra en la figura 7, Se realizó la regla del 80 – 20 (Pareto) según las causas de la baja productividad de caña de azúcar en el proceso de siembra se debe a la falta de materia orgánica, mala distribución del fertilizante, tipo de semilla inadecuada y mala distribución del agua



*Figura 7:* Causas de la baja productividad  
Fuente: elaboración propia

Se utilizará la herramienta de los 5 porqués para poder encontrar el origen del problema de las causas ya priorizadas y encontrar la mejor solución que nos ayude a mejorar el proceso de siembra.

Según los datos analizados en la figura 8, se proponen como propuesta de mejora, la incorporación de materia orgánica, distribución de fertilizante según las estaciones, cambiar tipo de semilla más adaptable al clima y distribución del agua de forma uniforme.

M	CAUSA PRIMARIA			CAUSA SECUNDARIA			CAUSA TERCIAIA			CAUSA CUARTA			CAUSA QUINTA			PROPUESTA DE MEJORA
	CÓDIGO	1er PORQUÉ	VALOR	CÓDIGO	2do PORQUÉ	VALOR	CÓDIGO	3er PORQUÉ	VALOR	CÓDIGO	4to PORQUÉ	VALOR	CÓDIGO	5to PORQUÉ	VALOR	
materia prima	C3	falta de materia orgánica	35%	CR3.1	no se contaba con el insumo	100%	CR3.1.1	falta de capital	100%							PLANIFICACION DE LOS RECURSO
	C4	mala distribución del fertilizante	25%	CR4.1	falta de conocimiento en la dosis para aplicar	100%	CR4.1.1	falta de capacitación	100%							ELABORACION DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
	C5	semilla inadecuada	15%	CR5.1	falta de experiencia para elegir la semilla	100%	CR5.1.1	desconocimiento el terreno	100%							ELABORACION DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
	C6	mala distribución del agua	25%	CR6.1	falta de experiencia en la distribución del agua	100%	CR6.1.1	falta de capacitación	100%							ELABORACION DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

*Figura 8:* 5 porqués para hallar propuesta de mejora  
Fuente: elaboración propia.

### Hacer:

como propuesta de mejora se planifico los recursos y se elaboró un manual de procedimiento para solucionar las causas encontradas.

### PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS

Para solucionar la falta de capital para poder incorporar materia orgánica al cultivo se priorizaron algunos recursos que detallamos a continuación.

- ✓ Se cambió de proveedor en la compra de insumos, la cual disminuyo en un 50% de nitrógeno, 25% de ácido y 21% de cloruro. Con respecto del proveedor 1 con el proveedor 2, y se obtuvo un ahorro de s/. 1,650.500.00 soles. Lo cual presentamos a continuación.

Tabla 10

*Costos de insumos por cambio de proveedor*

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	COSTO 1° PROVEEDOR		COSTO 2° PROVEEDOR		HECTAREAS EN EL FUNDO	COSTO TOTAL 1° PROVEEDOR	COSTO TOTAL 2° PROVEEDOR	AHORRO	POR LAS HECTAREAS TOTALES
NITROGENO	1278	KILOGRAMOS	S/	1.20	S/	0.80	2500	S/ 1,533.60	S/ 1,022.40	S/ 511.20	S/ 1,278,000.00
ACIDO	156	KILOGRAMOS	S/	2.50	S/	2.00	2500	S/ 390.00	S/ 312.00	S/ 78.00	S/ 195,000.00
CLORURO	284	KILOGRAMOS	S/	1.45	S/	1.20	2500	S/ 411.80	S/ 340.80	S/ 71.00	S/ 177,500.00
<b>TOTAL</b>								<b>S/ 2,335.40</b>	<b>S/ 1,675.20</b>	<b>S/ 660.20</b>	<b>S/ 1,650,500.00</b>

Fuente elaboración propia.

- ✓ Se eliminaron algunas labores la cual ayudo a reagrupar el trabajo y reducir el pago de sobretiempo a los trabajadores.

Tabla 11

*Reducción de horas extras de trabajadores.*

SUELDO MENSUAL	CANTIDAD DE TRABAJADORES	SUELDO DIARIO	HORAS EXTRAS AL 25%	PAGO POR 3 HORAS EXTRAS AL DIA	HOIRAS EXTRAS POR LOS 26 DIAS DE TRABAJO	PAGO POR LA CANTIDAD DE TRABAJADORES
1250	113	S/ 41.67	S/ 10.42	S/ 31.25	S/ 812.50	S/ 91,812.50

Fuente: Elaboración propia.

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL USO Y BUENA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, SIEMBRA EN ARENA**

### **1. OBJETIVO**

este manual de procedimiento tiene como objetivo suministrar los volúmenes de agua adecuados en el momento oportuno, que garantice un desarrollo apropiado de la plantación de caña de azúcar y asegure una productividad favorable y una sacarosa adecuada en los campos de riego en arena.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento se aplica a todas las áreas de producción de caña de azúcar sembradas en campos de arena.

### **3. DEFINICIONES**

**Riego por goteo:** sistema de riego que utiliza tecnología de punta para la irrigación de terrenos arenosos ya que por su capacidad de filtración hace imposible regar a gravedad.

**Factor cultivo:** es la edad que se le asigna a la caña teniendo en cuenta la cobertura del cultivo en un área determinada.

**Lamina de riego:** cantidad de agua a reponer por causa de la evaporación diaria que afecta al factor cultivo (kc).

**Evaporación:** lectura diaria tomada de una estación meteorológica de la cual se calcula la cantidad de agua a reponer en el cultivo por causas de la radiación solar.

**Humedad:** la humedad de campo en terrenos de arena debe estar a una profundidad entre 30 y 60 cm.

#### **4. RESPONSABLES**

Ing. Encargado del proceso, mayordomo o supervisor de campo y operador de riego.

#### **5. CONDICIONES GENERALES**

**5.1** para realizar este tipo de riego se debe tener en cuenta los siguientes parámetros: la evaporación diaria (mm/día), el factor cultivo (kc), la eficiencia de la aplicación del sistema (90%)

**5.2** con todos los parámetros mencionados el ing. Encargado del fundo realiza los cálculos del volumen de agua que se va a reponer en el cultivo de caña de azúcar.

**5.3** El programa de riego es llenado y controlado por el mayordomo o supervisor de campo.

**5.4** El operador de riego debe revisar en campo si la cantidad de hectáreas programadas en riego se están cumpliendo o regando.

**5.5** El operador de riego antes de terminar su jornada de trabajo debe llenar un formato de labores de riego el cual servirá de referencia para su compañero del siguiente turno de trabajo.

**5.6** Se debe tener en cuenta que muchas veces el riego por evaporación no es lo suficiente para el cultivo y se debe de dar riegos extras para asegurar el crecimiento del cultivo.

## 6. CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para realizar esta labor los operarios deben contar con sus EPPS: guantes de jebe; camisas manga larga, pantalones largos, botas de jebe, conectores, cuchillo y manguera para reparación.

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

7.1 para la aplicación de riego por evaporación

7.2 el ing. Encargado verifica la lectura diaria de evaporación registrada en la estación meteorológica.

7.3 Luego el ing. Encargado ingresa los datos en una hoja de cálculo la cual mediante fórmulas determina el volumen a regar en el día.

Cálculo de volumen de agua a reponer por turno.

$$\text{Vol. (m}^3\text{)} = \text{LN (m}^3\text{/Ha.)} * \text{área de turno (Ha)}$$

Cálculo de tiempo en horas mediante la siguiente relación.

$$\text{TR (hr)} = \frac{\text{vol. (m}^3\text{)}}{Q_{\text{turno}} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right)}$$

Con los volúmenes y las horas de riego obtenidas por el ing. Encargado, el mayordomo de campo comunica al operador para la ejecución de riego según los turnos con mayores problemas de falta de humedad.

**FLUJO GRAMA DE PROCESOS PARA EL USO Y DISTRIBUCION DEL AGUA**

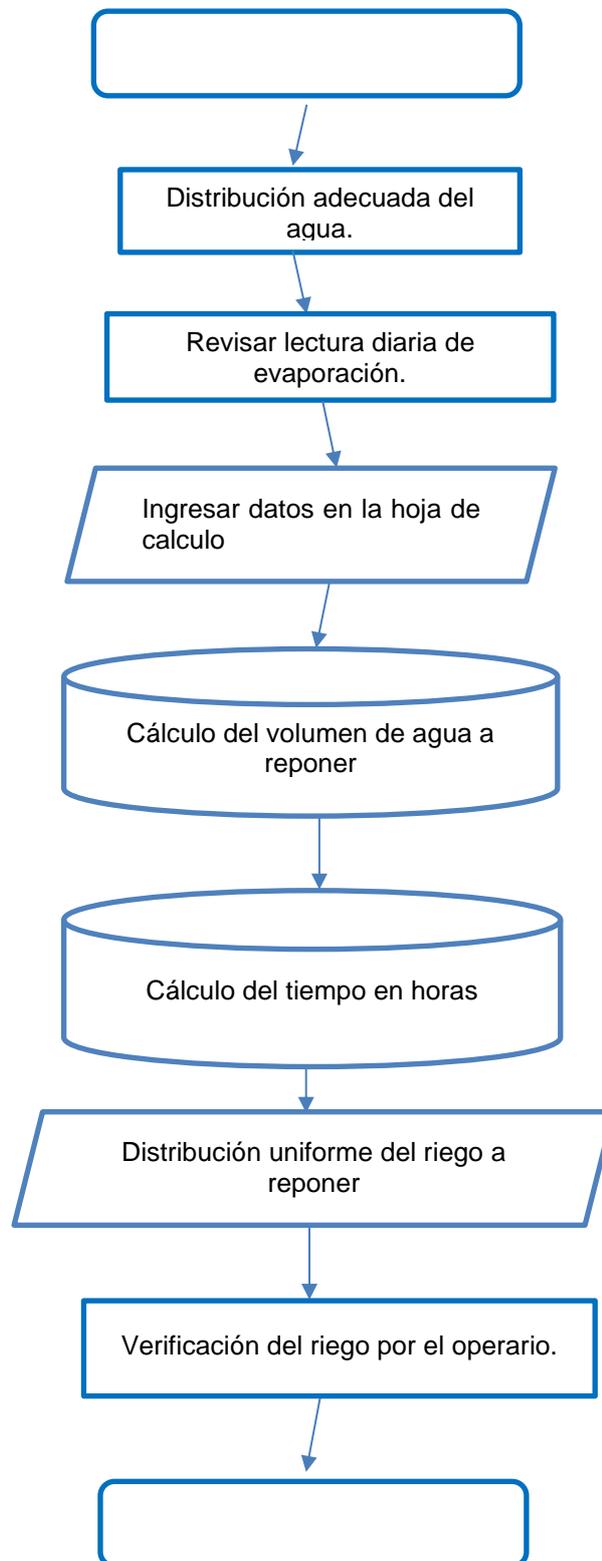


Figura 9: Flujograma de procesos de distribución de agua.

Fuente: Elaboración propia.

## **MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA EL USO ADECUADO DE FERTILIZANTE EN CULTIVOS SEMBRADOS EN ARENA**

### **1. OBJETIVO**

Este procedimiento tiene como objetivo distribuir y aplicar la dosis adecuada de fertilizante de acuerdo a los estudios de fertilidad de la plantación garantizando una productividad de 160 o 180 TN/HA y una sacarosa de 14% en los campos sembrados en arena.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todas las áreas donde se cultiva caña de azúcar en arena.

### **3. DEFINICIONES**

**3.1 Fertilizante:** material natural o manufacturado que contiene elementos nutritivos para las plantas que son añadidos por falta de uno o más elementos nutritivos para que no limite el crecimiento de los cultivos.

**3.2 Urea:** contiene el 33% del nitrógeno que significa 100 kg del fertilizante, contiene 21 unidades de nitrógeno.

**3.3 Ácido fosfórico:** se presenta en forma líquida con una riqueza de 62% de fósforo. en consecuencia 100 kg de este fertilizante, contiene 62 unidades de fósforo.

**3.4 Cloruro de potasio:** este producto contiene 60% de potasio, es decir, 100 kg de fertilizante contiene 60 unidades de potasio.

**3.5 Nitrógeno:** este elemento representa el mayor gasto de fertilizante para la caña de azúcar, se absorbe en grandes y se aplica en todo el cultivo de la caña.

**3.6 fósforo:** este elemento suministra la energía necesaria para que ocurra el metabolismo de la planta. Es absorbido principalmente como anión de fosfato.

**3.7 potasio:** este elemento actúa como regulador y sirve para mantener la integridad de las membranas celulares y es absorbido como ion potasio.

#### 4. RESPONSABLES

Ing. Encargado de la fertilización, mayordomos o supervisores de campo y operadores de riego.

#### 5. CONDICIONES GENERALES

**5.1** el equipo necesario para la fertilización es el fertiducto o central de fertirrigación

**5.2** la edad para iniciar la fertilización es entre 30 y 45 días

**5.3** tener en cuenta que en los campos de cultivo de arena la fertilización es hasta los 12 meses.

**5.4** La dosis o distribución de fertilizante debe ser de N= 250 und, P= 90 und, K= 175 und.

**5.5** Para iniciar la fertilización los campos de cultivo deben tener un 75% de riego de franja de humedad.

**5.6** La inyección de fertilizante debe terminar al mismo tiempo que el riego de agua para así evitar un lavado.

## **6. CONDICIONES DE SEGURIDAD**

Para realizar la fertilización los operarios deben contar con sus EPPS: guantes de jebe, lentes, botas de jebe y mascarillas anti vapores.

## **7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

**7.1** el jefe de fertirriego elabora el cuadro de fertilización mensual que será aplicado en todo el proceso de cultivo el cual corresponde a 25 und de nitrógeno mensual.

**7.2** el jefe de fertirriego verifica la dosis de fertilizante necesaria que se aplicara por campo y edad de cultivo.

**7.3** El mayordomo o supervisor de campo llevara el control de dosis y distribución de fertilizante semanalmente para verificar si se está cumpliendo con lo establecido.

**7.4** El operador de riego monitorea la calidad de fertilizante y en qué condiciones está llegando al campo, con ayuda de un instrumento llamada peachimetro.

**7.5** El operador de riego medirá Las condiciones óptimas para la buena fertilización son PH= de 3 a 4 grados de acides, MS= 6 a 8 grados de alcalinidad.

**FLUJO GRAMA DE PROCESOS PARA EL USO ADECUADO DE  
FERTILIZANTE EN CULTIVOS SEMBRADOS EN ARENA**

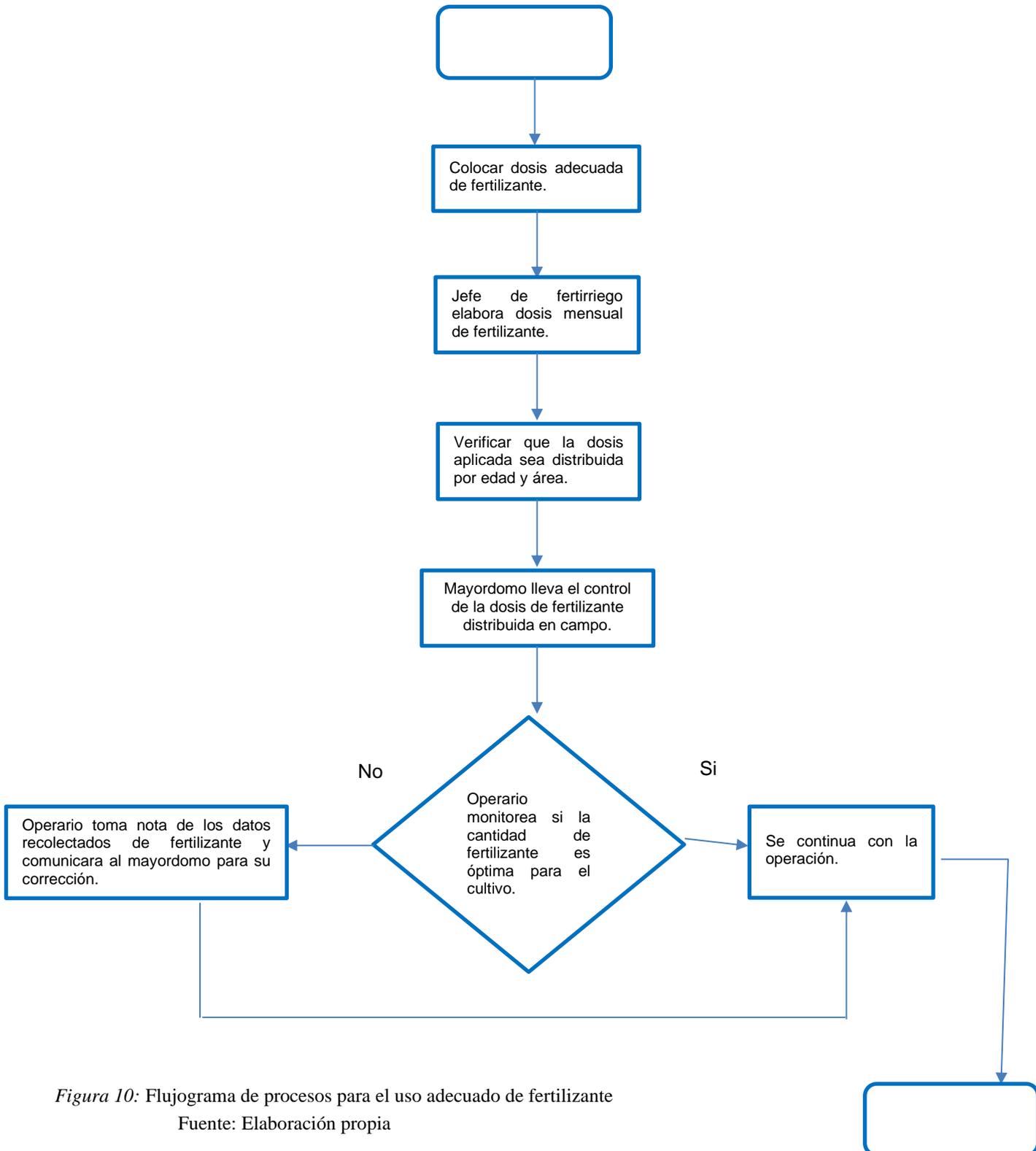


Figura 10: Flujograma de procesos para el uso adecuado de fertilizante  
 Fuente: Elaboración propia

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA**  
**APLICACIÓN DEL TIPO DE SEMILLA ADECUADA EN SIEMBRA EN**  
**ARENA**

**1. OBJETIVO**

Tiene como finalidad elegir el tipo de semilla más adaptable al terreno de arena, con el objetivo de evitar pérdidas drásticas en la productividad de los campos sembrados.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todas las áreas donde se cultiva caña de azúcar en arena.

**3. DEFINICIONES**

**3.1 Agua:** fuente principal e importante para poder realizar la siembra, ya que se tiene que humedecer el terreno antes de realizar la siembra de lo contrario la semilla se quemaría.

**3.2 Tipo de semilla:** se escoge la semilla más adaptable al terreno, que después de haber obtenido producciones anteriores con buena productividad se elige de todos los tipos la que mejor producción dio. México- 73, CC.00-3803, CC.01-1940 y la CC.00-3079.

**3.3 Semilla de caña:** trozos de caña cortados a medida de un metro de longitud, sirve para la siembra y el nacimiento de un nuevo cultivo variedad más adaptable al terreno arenoso es CC.00-3079.

**3.4 Riego:** el riego en siembra debe estar disponible para el terreno en un 90% con humedad que alcance de 30 a 60 cm de profundidad.

#### **4. RESPONSABLES**

Mayordomo encargado del campo y capitán u/o supervisor que está a cargo de la labor.

#### **5. CONDICIONES GENERALES**

**5.1** Para iniciar la siembra el ingeniero o mayordomo encargado, debe saber la cantidad de hectáreas del terreno, con la finalidad de asegurar la cantidad de semilla que se va a necesitar para la siembra.

**5.2** El campo a sembrar debe contar con capacidad de campo, con 45 horas o 600 m<sup>3</sup> de riego.

**5.3** El tipo de semilla debe ser la más adecuada para el terreno, como es el caso de la semilla ya evaluada para cultivo de caña en arena. La variedad más adaptable es la CC.00-3079.

**5.4** El personal deberá contar con sus implementos de seguridad como son: botas de jebe o caucho, camisa manga larga.

## **6. CONDICIONES DE SEGURIDAD**

Para realizar esta labor los operarios deben contar con sus EPPS: guantes de polietileno; camisas manga larga, pantalones largos y zapatos de seguridad.

## **7. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD**

**7.1** verificar que el terreno este lo suficientemente húmedo para sembrar y así no quemar las yemas de la semilla caña de azúcar.

**7.2** Una maquina realiza el surcado del terreno a una profundidad de 10 a 15 cm.

**7.3** se debe tener en cuenta la cantidad de metros lineales de cada surco a sembrar.

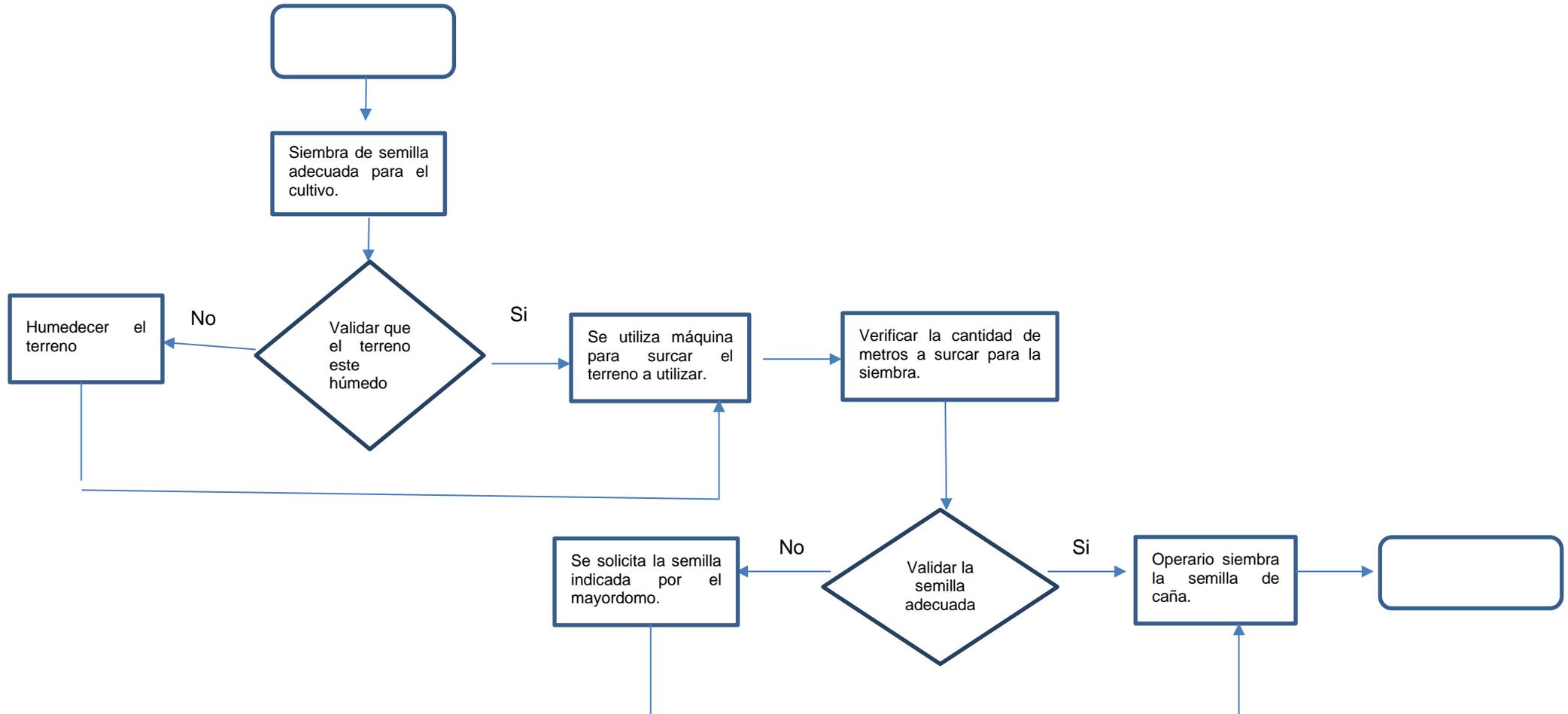
**7.4** La semilla adecuada para siembra en arena es el tipo CC.00-3079, ya que por el clima tropical que hay en Colombia se asemeja al de Perú por ese motivo se adapta en cultivos sembrado en arena.

**7.5** El personal operario deberá sembrar tres tercios de semilla por cada 10 metros lineales. Cada tercio contiene 30 semillas de caña de 1 metro de longitud cada uno.

**7.6** cada operario, siembra 2.14 ha en un turno de 8 horas de trabajo.

**7.7** Al terminar la labor la maquina tapadora de semilla se encarga de tapar la semilla sin dañar su yema. El cual queda listo para el cultivo.

**FLUJO GRAMA DE PROCESOS PARA LA APLICACIÓN DEL TIPO DE SEMILLA ADECUADA PARA  
 LA SIEMBRA EN ARENA**



*Figura 11:* Flujograma de procesos para la aplicación del tipo de semilla adecuada.

Fuente: Elaboración propia.

### Verificar

Se utilizó el check list, como herramienta para verificar que las propuestas establecidas se cumplan en las fechas indicadas.

CHECK LIST PROCESO DE SIEMBRA DE CAÑA DE AZUCAR										
DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES	REVISION									
	FECHA									
			1° MES		2° MES		3° MES		4° MES	
SIEMBRA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
terreno con humedad de 30 a 40 cm										
materia orgánica 50 kg por Ha										
profundidad de la materia orgánica de 35 a 45 cm										
surcado del terreno entre 10 y 15 cm										
tipo de semilla adecuada para el terreno										
siembra realizada manual para no dañar semilla										
tapada de semilla mecánica										
primer riego a la semilla debe estar entre 600 y 800 m3 para germinación										
regar según la evaporación establecida en la lámina de riego										
la fertilización se debe aplicar después de un mes de haberse sembrado										
la dosis de fertilizante debe ser 25 und mensuales N-P-K										
rangos óptimos de acides de fertilizante en campo deben estar entre 3 a 4 grados de acides										
rangos óptimos de conductividad de fertilizante en campo deben estar entre 6 a 8 grados de conductividad eléctrica										
los m3 de agua deben de estar entre 1300 y 1500 m3 mensual.										

1	cumple con todos los requisitos		
2	cumple con la mayoría de requisitos		
3	no cumple con los requisitos		

*Figura 12:* check list de verificación para el cumplimiento de las labores  
Fuente: elaboración propia

## Actuar

Como acciones correctivas para la siguiente siembra se elaboró un plan de mejora

PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE SIEMBRA DE CAÑA DE AZUCAR					
Aspecto a mejorar	Plan de acción	Indicador del logro	Meta	Recursos	Responsable
condición de terreno	aplicar más materia orgánica al terreno	toneladas por aplicación por año	150 toneladas por hectárea	planta de compostaje	ingeniero a cargo
disminuir dosis de fertilizante	con más materia orgánica se podría reducir la dosis de fertilizante	verificación mensual	de 25 und mes a 22 und mes	almacén general	mayordomo encargado
disminuir cantidad de agua	a mayor cantidad de materia orgánica al suelo, mayor humedad retiene	verificación mensual	de 1350 m3 por mes a 1200 m3 por mes	planta de tratamiento de agua	ingeniero a cargo

*Figura 13:* formato de mejoras  
Fuente: elaboración propia

### 3.4. Determinar la productividad del proceso de siembra después de la aplicación del ciclo de mejora continua.

Se procesó y analizó los resultados obtenidos sobre los costos y beneficios del año 2018 después de haberse aplicado la mejora continua, Utilizando la fórmula de productividad total.

Tabla 12:

*Costos totales de insumos año 2018*

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
INCORPORACION MATERIA ORGÁNICA	1350	TONELADAS	60750
MAQUINA GUANEADORA	25	HECTAREAS	3000
MAQUINA SURCADORA	25	HECTAREAS	2500
MAQUINA TAPADORA DE SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
MAGUERA	187,5	ROLLOS	75,6
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	650	M3	52,715
DISTANCIA DE SURCO	1,65	METROS	1633
TIPO DE SEMILLA CC.00-3079	19000	TERCIOS	52250
FERTILIZANTE NITROGENO	1189	KILOGRAMOS	951,2
FERTILIZANTE ACIDO	146	KILOGRAMOS	292
FERTILIZANTE CLORURO	262	KILOGRAMOS	314,4
AGUA UTILIZADA	19294	M3	1564,74
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	118	JORNALES	6844
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>193132,055</b>
<b>TONELADAS DE CAÑA COSECHADA</b>	<b>4707,5</b>	<b>TONELADAS</b>	<b>695956,8</b>

Fuente: elaboración propia

$$Productividad = \frac{Producción}{Costos\ totales\ empleados}$$

PRODUCCIÓN	COSTOS TOTALES	
	EMPLEADOS	PRODUCTIVIDAD
4707.5	193132.055	0.0244
Toneladas	soles	toneladas/sol

$$Productividad\ Parcial\ MP = \frac{Producción}{costos\ Materia\ Prima}$$

PRODUCCIÓN	COSTOS MATERIA PRIMA	PRODUCTIVIDAD
4707.5	55372.34	0.0850
Toneladas	soles	toneladas/sol

La figura 14 muestra que la dosis de fertilización se realizó de forma estacional aprovechando la época de verano donde mejor asimila la planta el fertilizante, la línea azul nos muestra la solución de nitrógeno en la semana 27 que es la época de invierno, se disminuye el nitrógeno de 30 a 25 unidades, la línea verde de solución de cloruro también se disminuye de 7 a 5 unidades y la línea roja que es solución Fósforo se disminuye por completo ya que en invierno no lo aprovecha la planta. Concentrando la mayor parte de fertilizante en la época de verano.

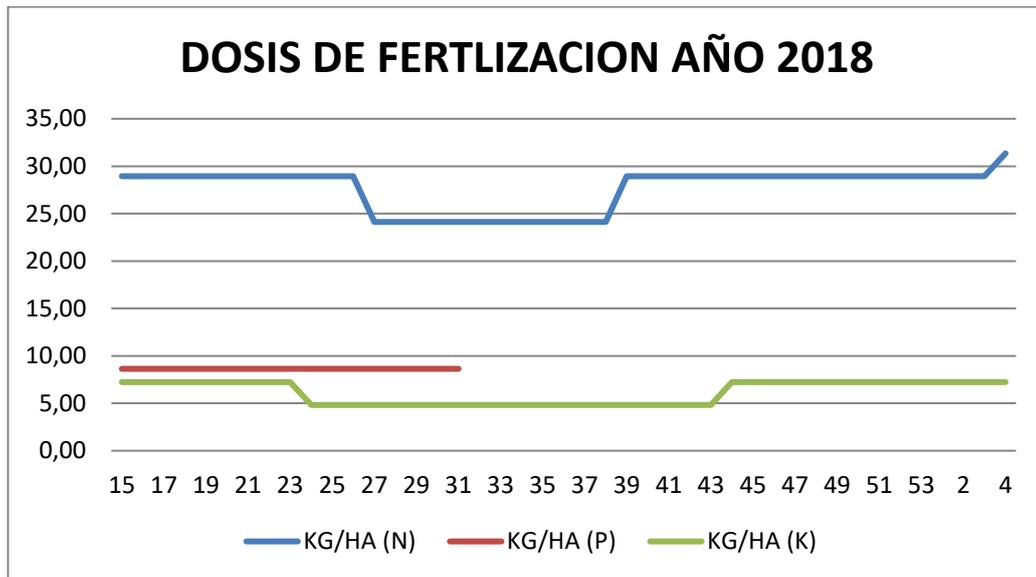


Figura 14: Dosis de fertilización año 2018

Fuente: elaboración propia

La figura 15, nos muestra la distribución del agua de forma más uniforme, entre 300 a 400 metros cúbicos de agua con algunos picos de 200 a 500 metros cúbicos, pero en proporción es más uniforme el riego que es mejor aprovechado para la planta y ahorro en dinero.

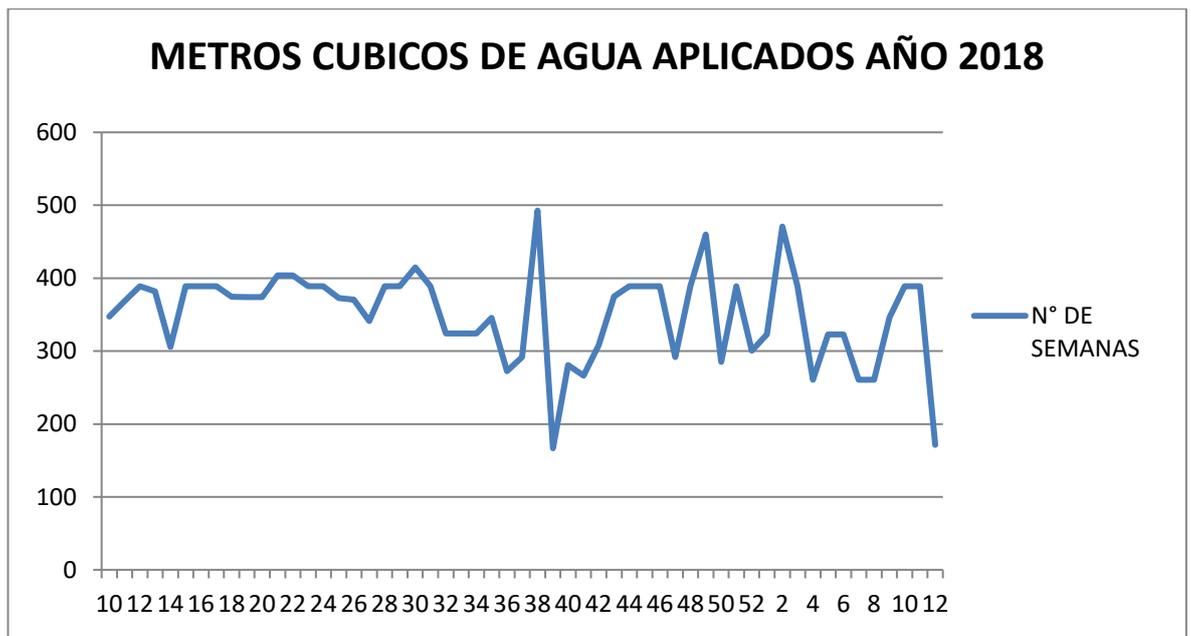


Figura 15: Distribución de agua año 2018

Fuente: elaboración propia

### 3.5. Comparación de indicadores de productividad de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017-2018.

#### Productividad año 2017

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
MANGUERA	173,75	ROLLOS	56044,8
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	700	M3	56,77
DISTANCIA DE SURCO	1,8	METROS	1400
TIPO DE SEMILLA CC.93-3803	17500	TERCIOS	43750
MAQUINA TAPADORA SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
FERTILIZANTE NITROGENO	1278	KILOGRAMOS	1022,4
FERTILIZANTE ACIDO	156	KILOGRAMOS	312
FERTILIZANTE CLORURO	284	KILOGRAMOS	340,8
AGUA UTILIZADA	19944	M3	1617,46
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	103	JORNAL	5974
COSTO TOTAL			113018,23
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	2708,75	TONELADAS	400461,6

$$Productividad = \frac{Producción}{Costos\ totales\ empleados}$$

COSTOS TOTALES		
PRODUCCIÓN	EMPLEADOS	PRODUCTIVIDAD
2708.75	113018.23	0.0240
Toneladas	Soles	toneladas/sol

$$Productividad\ Parcial\ MP = \frac{Producción}{Materia\ Prima}$$

COSTOS TOTALES		
PRODUCCIÓN	EMPLEADOS M. P	PRODUCTIVIDAD
2708.75	47042.66	0.0576
Toneladas	Soles	toneladas/sol

Por cada sol invertido se produce 0.0240 toneladas de caña.

### Productividad año 2018

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
INCORPORACION MATERIA ORGANICA	1350	TONELADAS	60750
MAQUINA GUANEADORA	25	HECTAREAS	3000
MAQUINA SURCADORA	25	HECTAREAS	2500
MAQUINA TAPADORA DE SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
MAGUERA	187.5	ROLLOS	60480
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	650	M3	52.715
DISTANCIA DE SURCO	1.65	METROS	1633
TIPO DE SEMILLA CC.00-3079	19000	TERCIOS	52250
FERTILIZANTE NITROGENO	1189	KILOGRAMOS	951.2
FERTILIZANTE ACIDO	146	KILOGRAMOS	292
FERTILIZANTE CLORURO	262	KILOGRAMOS	314.4
AGUA UTILIZADA	19294	M3	1564.74
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	118	JORNALES	6844
COSTO TOTAL			193132.055
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	4707.5	TONELADAS	695956.8

$$Productividad = \frac{Producción}{Costos\ totales\ empleados}$$

COSTOS TOTALES		
PRODUCCIÓN	EMPLEADOS	PRODUCTIVIDAD
4707.5	193132.055	0.0244
toneladas	Soles	toneladas/sol

$$Productividad\ Parcial\ MP = \frac{Producción}{Materia\ Prima}$$

COSTOS TOTALES		
PRODUCCIÓN	EMPLEADOS M. P	PRODUCTIVIDAD
4707.5	55372.34	0.0850
toneladas	Soles	toneladas/sol

Por cada sol invertido se produce 0.0244 toneladas de caña.

### 3.6. Determinar el costo beneficio de las mejoras implementadas.

**Año 2017**

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
MANGUERA	173,75	ROLLOS	56044,8
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	700	M3	56,77
DISTANCIA DE SURCO	1,8	METROS	1400
TIPO DE SEMILLA CC.93-3803	17500	TERCIOS	43750
MAQUINA TAPADORA SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
FERTILIZANTE NITROGENO	1278	KILOGRAMOS	1022,4
FERTILIZANTE ACIDO	156	KILOGRAMOS	312
FERTILIZANTE CLORURO	284	KILOGRAMOS	340,8
AGUA UTILIZADA	19944	M3	1617,46
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	103	JORNAL	5974
COSTO TOTAL			113018,23
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	2708,75	TONELADAS	400461,6

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

$$Productividad\ total\ 2017 = \frac{\text{toneladas de caña cosechada soles}}{\text{costo total M.O, insumos, M.P, agua fertilizante}} = \frac{400461,6}{113018,2} = 3,54$$

Por cada 1 sol invertido en el proceso de siembra se obtiene una ganancia de 3,54 soles.

## Año 2018

DESCRIPCION	CANTIDAD	NOMINACION	SOLES
TERRENO ARENOSO	25	HECTAREAS	
INCORPORACION MATERIA ORGANICA	1350	TONELADAS	121500
MAQUINA GUANEADORA	25	HECTAREAS	3000
MAQUINA SURCADORA	25	HECTAREAS	2500
MAQUINA TAPADORA DE SEMILLA	25	HECTAREAS	2500
MAGUERA	187,5	ROLLOS	75,6
RIEGO FRANJA DE HUMEDAD	650	M3	52,715
DISTANCIA DE SURCO	1,65	METROS	1633
TIPO DE SEMILLA CC.00-3079	19000	TERCIOS	52250
FERTILIZANTE NITROGENO	1189	KILOGRAMOS	951,2
FERTILIZANTE ACIDO	146	KILOGRAMOS	292
FERTILIZANTE CLORURO	262	KILOGRAMOS	314,4
AGUA UTILIZADA	19294	M3	1564,74
JORNAL TRABAJO 8 HORAS SIEMBRA	118	JORNALES	6844
COSTO TOTAL			193477,66
TONELADAS DE CAÑA COSECHADA	4707,5	TONELADAS	695956,8

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

$$Productividad\ total\ 2018 = \frac{\text{toneladas de caña cosechada soles}}{\text{costo total M.O, insumos, M.P, agua fertilizante}} = \frac{695956,8}{193477,6} = 3,60$$

Por cada 1 sol invertido en el proceso de siembra se obtiene una ganancia de 3,60 soles.

## Variación de la productividad

$$\text{variacion de la productividad} = \frac{\text{productividad actual} - \text{productividad anterior}}{\text{productividad actual}} = \frac{3,60 - 3,54}{3,60} = 1,6\%$$

Con respecto del año 2017 y año 2018 hubo una variación de 1,6%. Las ganancias en el año 2017 antes de la mejora fueron de s/.287443.37 soles y luego de la mejora año 2018 las ganancias fueron de s/.502479.14 soles lo que nos indica que si la variación es 1 o mayor que 1 el negocio es rentable.

**Contrastación de Hipótesis:**

**H0:** La aplicación del Ciclo de Mejora Continua no incrementa la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019.

**H1:** La aplicación del Ciclo de Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019.

**Regla de decisión:**

**Si  $p \leq 5\%$  se rechaza  $H_0$**

**Si  $p \geq 5\%$  se acepta  $H_1$**

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Pretest – Postest	-,41500	,38518	,19259	-1,02791	,19791	-2,155	3	,120

De la Tabla de muestras emparejadas se puede comprobar que la significancia de la prueba T-Student, aplicada a la distribución antes y después es de 0,120, de acuerdo con la regla de decisión se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , es decir que la aplicación del Ciclo de Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017-2019.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### DISCUSIONES

#### 4.1. Con relación al Objetivo General

#### **Evaluar el efecto de la aplicación del ciclo de mejora continua en la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, en el periodo 2017 – 2019**

Para evaluar el efecto de la aplicación del ciclo de mejora continua en el proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial, se analizaron los registros de siembra de caña de azúcar del año 2017 para tomarlo como punto de partida hacia las mejoras que se implementaran. Luego se utilizó la metodología del ciclo de Deming (planificar-hacer-verificar-actuar), para determinar donde se pueda mejorar el proceso de siembra. Seguidamente se compararon indicadores de productividad del proceso de siembra, obteniéndose una variación de 1,01% con respecto del año 2017 al 2018. Posteriormente se determinó la productividad de la siembra antes y después de la aplicación del ciclo de mejora continua.

Al igual que (Rosales, 2013), obtuvo los siguientes resultados de su investigación de 107,93 TN/HA. En nuestra investigación se logró aumentar en 187,23 TN/HA. Finalmente se determinó el costo beneficio de las mejoras implementadas.

De acuerdo con (Arturo, 2019), que establece que cuando el costo de beneficio es mayor a 1, el negocio es rentable. En nuestra investigación se obtuvo una variación con respecto al año 2017 y 2018 de 1,6%, lo que nos indica que el negocio es rentable.

#### **4.2. Con relación al Objetivo Especifico 1**

##### **Realizar un diagnóstico de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017**

Según (M. Luque, 2007), propone que los estudios retrospectivos son un punto de partida para poder pronosticar las mejoras que se puedan llevar a cabo en el futuro. ya que con los datos obtenidos se lograron estabilizar el 43,8% de pacientes. Coincidimos con la investigación puesto que se revisó y analizo los registros de información de todo el proceso de siembra de caña de azúcar del año 2017, para tomarlo como punto de partida hacia las futuras mejoras.

#### **4.3. Con relación al Objetivo Especifico 2**

##### **Medir la productividad.**

Según (Álvarez-Moro, 2008). En realidad, la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. Estoy de acuerdo con la investigación ya que medir la productividad me ayuda a verificar si el plan de mejora continua se está llevando a cabo de la mejor manera y así seguir buscando mejores para el proceso.

#### **4.4. Con relación al Objetivo Especifico 3**

##### **Aplicar el ciclo PHVA**

Según (Chang, 2012), plantea que la mejora continua facilita la corrección de errores e inconvenientes en la organización basada en el análisis de los procesos llevados a cabo. Minimiza fallas de calidad, con ello permite ahorrar dinero, esfuerzo y aumenta la

productividad en un 35%. Una de las metodologías más básicas para realizar acciones de mejora es el llamado ciclo de Deming o PHVA. Coincidió con la investigación ya que aplicando el ciclo de Deming (planificar-hacer-verificar-actuar) se logró un aumento en la productividad de un 57%.

#### **4.5. Con relación al Objetivo Específico 4**

##### **Determinar la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar después de la aplicación del ciclo de mejora continua**

Según (**Rosales, 2013**), propone que los meses de déficit hídrico deben coincidir con las etapas fisiológicas de menor requerimiento hídrico de la planta (iniciación – macollamiento) siendo los resultados obtenidos en su investigación de 107,93 TN/HA. Coincidimos con la investigación, anteriormente la siembra se realizaba en cualquier mes del año obteniendo producciones de 102,03 TN/HA. Ahora considerando los meses de déficit hídrico se logró aumentar la producción a 187,23 TN/HA.

Según (**Agrológica, 2014**), propone incorporar estiércol en suelos arenosos para restituir los valores de materia orgánica. En proporciones de 96 TN/HA a 20 cm de profundidad de 15 a 18 kilogramos por metro lineal. Coincidimos con la investigación, anteriormente no se aplicaba materia orgánica al suelo. Ahora se aplica materia orgánica en el suelo a en proporciones de 50 TN/HA a 30 cm de profundidad de 8 a 10 kilogramos por metro lineal lo que llevó de un aumento en la productividad de un 56%.

#### **4.6. Con relación al Objetivo Especifico 5**

##### **Comparar indicadores de productividad del proceso de siembra de caña de azúcar en el periodo 2017 y 2018**

Según (Álvarez-Moro, 2008), establece que cuando mayor sea el índice de productividad más positiva será la rentabilidad. Coincidimos con la investigación en cuanto al índice de productividad, comparando la productividad obtenida el año 2017 de 0,0240 TN/SOL y el año 2018 de 0,0244 TN/SOL hubo una variación del 1,01% a favor.

#### **4.7. Con relación al Objetivo Especifico 6**

##### **Determinar el costo beneficio de las mejoras realizadas**

Según (Arturo, 2019), establece que cuando el costo beneficio es mayor a 1 el negocio es rentable y que cuando el costo beneficio es menor a 1 el negocio no es rentable. En nuestra investigación, analizando los costos/beneficios del año 2017 y el año 2018 hubo una variación de la productividad de 1,6% lo que nos indica que el negocio es rentable.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación del ciclo de mejora continua impacta de manera positiva la productividad del proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial en el periodo 2017-2019, aumentando en un margen de 1.6%
2. Al realizar el diagnóstico de la siembra de caña de azúcar en el periodo 2017, determino 14 causa raíces de las cuales 4 corresponden al 46% del impacto del problema.
3. al medir la productividad del año 2017, se encontró una productividad de 0,0240 tn/sol y presentaba muchas deficiencias en el manejo del cultivo y por ende bajas productividades lo que llevo a buscar herramientas que ayuden a mejorar y aumentar el proceso y así obtener resultados favorables en productividad.
4. Se concluye aplicar el ciclo PHVA con lo cual realizaremos un Ishikawa para determinar las causas posibles y conocer el origen del problema, en el proceso de siembra de caña de azúcar. Se analizó las causas más críticas del proceso de siembra de caña de azúcar en Pareto. Para demostrar las causas más críticas se empleó los 5 porqués, concluyendo como una propuesta de mejora continua la planificación de los recursos y la elaboración de manual de procedimientos.
5. Después de aplicar el ciclo PHVA se vio un aumento en la producción de azúcar de 102 tn/ha a 187 tn/ha lo que nos indica que las herramientas del ciclo la mejora continua ayuda a aumentar la producción notablemente.

6. Comparando los indicadores de productividad total, se logró determinar que en el año 2017 se tuvo una productividad de 0,0240 tn/sol. En el año 2018 se obtuvo una productividad de 0,0244 tn/sol. Lo que nos indica que el año 2018 hubo una variación del 1,01% lo que es favorable para la empresa.
7. Al determinar el costo beneficio de las mejoras implementadas se logró una variación de la productividad de 1,6% entre el año 2017 y el año 2018, Las ganancias en el año 2017 antes de la mejora fueron de s/.287443.37 soles y luego de la mejora año 2018 las ganancias fueron de s/.502824.74 soles lo que nos indica que, si la variación es 1 o mayor que 1 el negocio es rentable, lo que demuestra que el ciclo de mejora continua si incremento la productividad en el proceso de siembra de caña de azúcar de una empresa agroindustrial.

### **LIMITACIONES**

- Falta de procedimientos que ayuden a mejorar el desempeño del personal de campo para mejorar la productividad en el proceso de siembra de caña de azúcar.
- Se empezó a trabajar con una base de datos incorrectas debido al mal manejo del personal.
- Desinterés de la empresa para aplicar técnicas que ayuden a mejorar el proceso de siembra y por consecuencia aumentar la productividad.

### RECOMENDACIONES

- Se debe de seguir buscando mejorar el proceso de siembra de caña de azúcar para aumentar la productividad.
- Capacitar al personal siempre que se implante alguna mejora para que tengan conocimiento en la labor a realizar ya sea manual o mecánica.
- Disminuir los costos en materia prima, maquinaria y equipo.
- Controlar los procedimientos ya establecidos para el manejo del proceso de siembra.
- Describir de manera sencilla y de fácil entendimiento los objetivos planteados en el proceso. Ya que es el primer paso del proceso de mejora continua.
- En futuras investigaciones se recomienda utilizar las fichas de datos históricos que sirven de partida para continuar con la mejora en la empresa.

## REFERENCIAS

1. Agricultores, (2014). “la importancia de la materia orgánica en el suelo”. Obtenida de: [agriculturers.com/la-importancia-de-la-materia-organica-en-el-suelo/](http://agriculturers.com/la-importancia-de-la-materia-organica-en-el-suelo/)
2. Aguilar, N. (2017). Perfil competitivo de la agroindustria azucarera de caña de azúcar. virtual pro - Grupo Ingenio Colombiano (INGCO), 1, 2.obtenido de: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/perfil-competitivo-de-la-agroindustria-azucarera-de-cana-de-azucar>
3. Agro productividad, (2016). Evaluación de diez variedades de caña, volumen 9, número 3, 21 - 25 obtenida de: [www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/.../730/597/](http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/.../730/597/)
4. Álvarez. M. (2008). “análisis de la productividad”. Obtenido de: <http://adamyongcarrillo.blogspot.com/>  
  
Arturo, (2019). “que es el análisis de costo beneficio”. Obtenida de: <https://www.crecenegocios.com> ›
5. Asociados&Apoyo. (2017). Corporación Acucarera del Perú SA. Lima: Asociados Y Apoyo.1ra y 2da edision, 3 - 4. obtenida de: <https://www.aai.com.pe/wp-content/uploads/2018/05/Coazucar-Dic-2017.pdf>
6. Brenes, L. (2003). Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 70: 7-18. Obtenido de: [www.sidalc.net/repdoc/A1935e/A1935e.pdf](http://www.sidalc.net/repdoc/A1935e/A1935e.pdf)
7. Cardona, Sánchez, Montoya, Quinteros, (2005). "simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz". Scientia Et Technica, vol. XI, núm. 28, octubre, 2005, pp. 187-192. obtenida de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911707033>
8. Cencicaña. (1982). Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - Efecto de la materia extraña en la calidad de la caña. Cali - Colombia: Informe Anual 1983.
9. Chang, R. (2012). Mejora Continua de Procesos de gestion del conocimiento en instituciones de educacion superior ecuatorianas btenido de: [scielo.sld.cu/pdf/rdir/v11n2/rdir05217.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v11n2/rdir05217.pdf)
10. Daniela, R. (2019). Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Obtenido de: <https://www.lifeder.com> › Ciencia.
11. García, (2016). “el ciclo de Deming: la gestión y mejora de procesos”. Obtenido de: <https://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>

12. Glosario de psicología. (2018). "método experimental". Obtenido de:  
<https://glosarios.servidor-alicante.com/psicologia/metodo-experimental>
13. H, Gonzales. (2013). "cuadernos de docentes en proceso de desarrollo" n°1, primera edición. Obtenido de:  
<https://riunet.upv.es/.../Metodología%20y%20técnicas%20cuantitativas%20de%20inve sti...>
14. Lara, D. (2015). Productividad del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en ecuador bajo un enfoque econométrico. Ecuador: EUMET.obtenido de:  
<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/cultivo-cana-azucar.html>
15. Luque, (2019). Estudio retrospectivo en pacientes con diagnóstico de carcinoma de pulmón no microcítico estadio avanzado tratados con la combinación gemcitabina y vinorelbina: valoración de la eficacia terapéutica y factores pronósticos. *Oncología (Barc.)* [online]. 2007, vol.30, n.2, pp.32-43. ISSN 0378-4835. Obtenido de:  
[scielo.isciii.es > scielo](http://scielo.isciii.es/scielo)
16. Marzano y Pérez (2017). "Revista de la invención técnica", volumen 1, número 3, 27 – 29 obtenido de:  
[http://www.ecorfan.org/taiwan/research\\_journals/Invencion\\_Tecnica/vol1num3/Revista\\_de\\_Invencion\\_Tecnica\\_V1\\_N3.pdf](http://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Invencion_Tecnica/vol1num3/Revista_de_Invencion_Tecnica_V1_N3.pdf).
17. Netafim, (2010). "Riego por goteo en caña de azúcar 20 años de experiencia". Obtenida de: 1ra edición, 31 - 40  
<https://es.scribd.com/.../Riego-por-Goteo-en-Cana-de-Azucar-20-anos-de-Experiencia...>
18. Robles, J. (2018). Planeamiento Estratégico para la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. Surco - Lima: PUinCP.obtenido de:  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12117>
19. Rodríguez, L. (2011). "métodos cuantitativos de organización industrial obtenido de simulación, método de Montecarlo. Obtenido de:  
<https://intercostos.org/documentos/congreso-15/SALAZAR-JIMENEZ.pdf>
20. Rosales, C. (2013). Evaluación De Tres Frecuencias De Riego Con Polietileno, En Suelo Arcilloso, Sobre El Crecimiento Y Rendimiento De Caña De Azúcar; Cuyotenango, Suchitepéquez. escuintla, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.pagina 14 -17. obtenida de:  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/17/Rosales-Carlos.pdf>
21. Rosales, S. ( 2019). Gestión pe. obtenido de gestión pe:  
<https://gestion.pe/economia/produccion-peruana-azucar-crecera-15-2019-extension-cultivos-fen-25802>

## ANEXOS

### Anexo 1: Dosis anual de fertilización año 2017

UNIDADES DE FERTILIZACION			ANTES DE LA MEJORA		AÑO 2017	
DOSIS DE FERTILIZACION			TURNO V F-11 (25)			
FECHA	N° DE SEMANA	SEMANA	LITROS /HA	KG/ (N)	KG/ (P)	KG/ (K)
	1	5	3381	30,43	3,72	6,76
	2	6	3381	30,43	3,72	6,76
	3	7	3381	30,43	3,72	6,76
	4	8	3381	30,43	3,72	6,76
	5	9	3381	30,43	3,72	6,76
	6	10	3381	30,43	3,72	6,76
	7	11	3381	30,43	3,72	6,76
	8	12	3381	30,43	3,72	6,76
	9	13	3381	30,43	3,72	6,76
	10	14	3381	30,43	3,72	6,76
	11	15	3381	30,43	3,72	6,76
	12	16	3381	30,43	3,72	6,76
	13	17	3381	30,43	3,72	6,76
	14	18	3381	30,43	3,72	6,76
	15	19	3381	30,43	3,72	6,76
	16	20	3381	30,43	3,72	6,76
	17	21	3381	30,43	3,72	6,76
	18	22	3381	30,43	3,72	6,76
	19	23	3381	30,43	3,72	6,76
	20	24	3381	30,43	3,72	6,76
	21	25	3381	30,43	3,72	6,76
	22	26	3381	30,43	3,72	6,76
	23	27	3381	30,43	3,72	6,76
	24	28	3381	30,43	3,72	6,76
	25	29	3381	30,43	3,72	6,76
	26	30	3381	30,43	3,72	6,76
	27	31	3381	30,43	3,72	6,76
	28	32	3381	30,43	3,72	6,76
	29	33	3381	30,43	3,72	6,76
	30	34	3381	30,43	3,72	6,76
	31	35	3381	30,43	3,72	6,76
	32	36	3381	30,43	3,72	6,76
	33	37	3381	30,43	3,72	6,76
	34	38	3381	30,43	3,72	6,76
	35	39	3381	30,43	3,72	6,76
	36	40	3381	30,43	3,72	6,76
	37	41	3381	30,43	3,72	6,76
	38	42	3381	30,43	3,72	6,76
	39	43	3381	30,43	3,72	6,76
	40	44	3381	30,43	3,72	6,76
	41	45	3381	30,43	3,72	6,76
	42	46	3381	30,43	3,72	6,76
<b>TOTAL, KILOS</b>				<b>1278,018</b>	<b>156,20</b>	<b>284,00</b>
<b>TOTAL, UND.</b>				<b>268,4</b>	<b>96,8</b>	<b>170,4</b>

**Anexo 2:** Dosis de fertilización año 2018

UNIDADES DE FERTILIZACION		DESPUES DE LA MEJORA		AÑO 2018		
DOSIS DE FERTILIZACION						
FECHA	SEMANA	N° SEMANAS	LITROS/HA	KG/HA (N)	KG/HA (P)	KG/HA (K)
	15	1	3216	28,94	8,63	7,24
	16	2	3216	28,94	8,63	7,24
	17	3	3216	28,94	8,63	7,24
	18	4	3216	28,94	8,63	7,24
	19	5	3216	28,94	8,63	7,24
	20	6	3216	28,94	8,63	7,24
	21	7	3216	28,94	8,63	7,24
	22	8	3216	28,94	8,63	7,24
	23	9	3216	28,94	8,63	7,24
	24	10	3216	28,94	8,63	4,82
	25	11	3216	28,94	8,63	4,82
	26	12	3216	28,94	8,63	4,82
	27	13	2680	24,12	8,63	4,82
	28	14	2680	24,12	8,63	4,82
	29	15	2680	24,12	8,63	4,82
	30	16	2680	24,12	8,63	4,82
	31	17	2680	24,12	8,63	4,82
	32	18	2680	24,12		4,82
	33	19	2680	24,12		4,82
	34	20	2680	24,12		4,82
	35	21	2680	24,12		4,82
	36	22	2680	24,12		4,82
	37	23	2680	24,12		4,82
	38	24	2680	24,12		4,82
	39	25	3216	28,94		4,82
	40	26	3216	28,94		4,82
	41	27	3216	28,94		4,82
	42	28	3216	28,94		4,82
	43	29	3216	28,94		4,82
	44	30	3216	28,94		7,24
	45	31	3216	28,94		7,24
	46	32	3216	28,94		7,24
	47	33	3216	28,94		7,24
	48	34	3216	28,94		7,24
	49	35	3216	28,94		7,24
	50	36	3216	28,94		7,24
	51	37	3216	28,94		7,24
	52	38	3216	28,94		7,24
	53	39	3216	28,94		7,24
	1	40	3216	28,94		7,24
	2	41	3216	28,94		7,24
	3	42	3216	28,94		7,24
	4	43	3484	31,36		7,24
<b>TOTAL, KG/HA</b>				<b>1189,10</b>	<b>146,79</b>	<b>262,96</b>
<b>TOTAL, UND/HA</b>				<b>249,71</b>	<b>91,01</b>	<b>157,77</b>

**Anexo 3: M3 aplicados año 2017**

F-11 TURNO V AÑO 2017		
N° DE SEMANAS	% CUMPLIMIENTO	M3 APLICADOS SEMANALES AÑO 2017
1	122%	534
2	100%	438
3	96%	420
4	85%	372
5	93%	407
6	100%	438
7	69%	302
8	94%	412
9	108%	473
10	80%	350
11	82%	359
12	80%	350
13	67%	293
14	64%	280
15	89%	390
16	70%	307
17	78%	342
18	67%	293
19	63%	276
20	92%	403
21	96%	420
22	100%	438
23	100%	438
24	81%	355
25	100%	438
26	113%	495
27	88%	385
28	100%	438
29	92%	403
30	100%	438
31	100%	438
32	56%	245
33	92%	403
34	92%	403
35	92%	403
36	113%	495
37	56%	245
38	92%	403
39	80%	350
40	67%	293
41	63%	276
42	100%	438
43	104%	456
44	100%	438
45	100%	438
46	100%	438
47	44%	193
48	75%	329
49	40%	175
50	50%	219
51	71%	311
52	93%	407
1	67%	293
2	100%	438
3	33%	145
		<b>20363</b>

**Anexo 4: M3 aplicados año 2018**

F -11 TURNO V AÑO 2018		
N° DE SEMANAS	% CUMPLIMIENTO	M3 APLICADOS SEMANALES AÑO 2018
10	89%	347
11	95%	368
12	100%	389
13	98%	382
14	79%	306
15	100%	389
16	100%	389
17	100%	389
18	96%	375
19	96%	374
20	96%	374
21	104%	404
22	104%	404
23	100%	389
24	100%	389
25	96%	373
26	95%	370
27	88%	341
28	100%	389
29	100%	389
30	107%	415
31	100%	389
32	83%	324
33	83%	324
34	83%	324
35	89%	346
36	70%	272
37	75%	292
38	127%	493
39	43%	167
40	72%	281
41	68%	266
42	79%	308
43	96%	375
44	100%	389
45	100%	389
46	100%	389
47	75%	292
48	100%	389
49	118%	460
50	73%	285
51	100%	389
52	77%	301
1	83%	323
2	121%	471
3	100%	389
4	67%	261
5	83%	323
6	83%	323
7	67%	261
8	67%	261
9	89%	346
10	100%	389
11	100%	389
12	44%	171
		<b>19294</b>

**Anexo 5: check list**

CHECK LIST PROCESO DE SIEMBRA DE CAÑA DE AZUCAR										
DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES	REVISION									
	FECHA									
			1° MES		2° MES		3° MES		4° MES	
SIEMBRA		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
terreno con humedad de 30 a 40 cm		1								
materia orgánica 50 kg por Ha		1								
profundidad de la materia orgánica de 35 a 45 cm		1								
surcado del terreno entre 10 y 15 cm		1								
tipo de semilla adecuada para el terreno		1								
siembra realizada manual para no dañar semilla		1								
tapada de semilla mecánica		2								
primer riego a la semilla debe estar entre 600 y 800 m3 para germinación		1								
regar según la evaporación establecida en la lámina de riego		1		1		1		1		
la fertilización se debe aplicar después de un mes de haberse sembrado				1		1		1		
la dosis de fertilizante debe ser 25 und mensuales N-P-K				1		1		2		
rangos óptimos de acides de fertilizante en campo deben estar entre 3 a 4 grados de acides				1		2		1		
rangos óptimos de conductividad de fertilizante en campo deben estar entre 6 a 8 grados de conductividad eléctrica				2		1		1		
los m3 de agua deben de estar entre 1300 y 1500 m3 mensual.				1		2		1		

1	cumple con todos los requisitos		
2	cumple con la mayoría de requisitos		
3	no cumple con los requisitos		

**Anexo 6:** Valorización de causas

CAUSAS	MANO DE OBRA		MATERIA PRIMA				MATERIALES	EQUIPO			METODOS		MEDIO AMBIENTE		TOTAL
	FALTA DE EXPERIENCIA DEL PERSONAL	FALTA DE CAPACITACION DEL PERSONAL	FALTA DE MATERIA ORGANICA EN EL SUELO	MALA DISTRIBUCION DEL FERTILIZANTE	SEMILLA INADECUADA	MALA DISTRIBUCION DEL AGUA	FALTA EPPS	EQUIPOS INADECUADOS	MAQUINAS EN MAL ESTADO	MAQUINAS ANTIGUAS	NO HAY PROCEDIMIENTO	METODOS INADECUADOS	TEMPERATURAS ALTAS Y BAJAS (INESTABLES)	FALTA DE AGUAS POR SEQUIAS (ESTIAJE)	
PERSONAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
P1	5	5	7	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1	5	
P2	5	1	7	5	5	5	1	5	1	1	1	1	1	1	
P3	1	5	7	5	5	1	1	1	1	1	5	5	1	5	
P4	1	1	7	5	5	5	1	1	5	1	5	5	1	1	
P5	1	1	7	5	5	5	1	5	5	1	5	5	1	1	
TOTAL	13	13	35	25	25	17	5	17	13	5	17	17	5	13	220

**Anexo 7:** ficha de recolección de datos

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA HALLAR LA BAJA PRODUCTIVIDAD**

**EN EL PROCESO DE SIEMBRA DE CAÑA**

En total se encuestaron a 220 trabajadores los cuales se arrojaron estos datos los siguientes datos:

maquinas en mal estado	falta de agua por sequias (estiaje)	falta de epps
(13)	(13)	(5)
maquinas antiguas	temperaturas altas y bajas	falta de materia orgánica
(5)	(5)	(35)
mala distribución del fertilizante	semilla inadecuada	mala distribución del agua
(25)	(25)	(17)
equipos inadecuados	no hay procedimiento	métodos inadecuados
(17)	(17)	(17)
falta de experiencia del personal	falta de capacitación del personal	
(13)	(13)	