

**Eficiencia y Productividad en el Proceso de Siembra del Cultivo de Caña de Azúcar
(*Saccharum officinarum* L) en el Valle del Cauca**

Mauricio Rodríguez Ramírez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y Medio Ambiente – ECA/PM

Programa de Agronomía

Palmira

2024

**Eficiencia y Productividad en el Proceso de Siembra del Cultivo de Caña de Azúcar
(*Saccharum officinarum* L) en el Valle del Cauca**

Mauricio Rodríguez Ramírez

Proyecto aplicado para optar al título de Agrónomo

Director:

Milton Ararat

Ingeniero Agrónomo PhD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Agronomía

Palmira

2024

Agradecimientos

En el marco de la culminación de mi tesis, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que fueron pilares fundamentales en este camino:

A Dios, gracias por guiar mis pasos y por darme la fortaleza para enfrentar cada obstáculo. Por la sabiduría y la claridad mental que me permitieron culminar este proyecto.

A mi esposa, gracias por ser mi compañera de vida, mi apoyo incondicional y por tu paciencia en los momentos difíciles. Tu amor y comprensión fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A mi familia, gracias por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en mí desde el inicio. A mis padres, por su invaluable sacrificio y por inculcarme valores como la responsabilidad y la perseverancia.

A la Universidad, agradezco a la institución por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por ofrecerme los recursos necesarios para desarrollar mi investigación. A mis profesores, por su invaluable conocimiento y por su guía en este proceso.

Resumen

En Colombia y específicamente en el Valle del Cauca la siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) para la explotación comercial se realiza con material vegetativo, específicamente por esquejes denominados comúnmente trozos o estacas de tallo de entre 55 y 65 cm de longitud, aproximadamente, y de un mínimo de 3 a 4 yemas (según variedad de la caña de azúcar), los cuales se agrupan en paquetes o atados de 30 unidades cada uno. La siembra más común es la manual, donde el corte, descargue y siembra de los trozos o estacas está a cargo netamente de personal operativo que hace uso de herramientas manuales para realizar la siembra.

El siguiente proyecto se realizó con el objetivo principal de implementar una cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en el ingenio Pichichi S.A. Dado que el ingenio Pichichi no cuenta con personal propio para realizar dicha labor, siempre ha hecho uso de personal de contrato externo para la realización de la siembra de caña de azúcar en fincas de manejo propio y de proveedores, la implementación de la cuadrilla presenta diferentes retos como son la contratación del personal, su capacitación, personal de supervisión, logística y costos operaciones, además de garantizar la operación de la siembra dentro de los parámetros dados por el equipo de seguridad y salud en el trabajo, por lo que se hace necesario realizar una gestión integral entre las áreas involucradas para lograr el objetivo principal.

Palabras clave. Productividad, mejoramiento, calidad, eficiencia, caña de azúcar, siembra.

Abstract

In Colombia and specifically in the Valle del Cauca, the planting of sugar cane (*Saccharum officinarum* L) for commercial exploitation is carried out with vegetative material, specifically by cuttings called composite compounds or stem cuttings of between 55 and 65 cm in length, approximately , and a minimum of 3 to 4 buds (depending on the variety of sugar cane), which are grouped in packages or bundles of 30 units each. The most common planting is manual, where the cutting, unloading and planting of the pieces or stakes is carried out solely by operational personnel who use manual tools to carry out the planting.

The following project was carried out with the main objective of implementing its own sugar cane (*Saccharum officinarum* L) planting crew at the Pichichi S.A. mill. Given that the Pichichi mill does not have its own personnel to carry out this work, it has always used external contract personnel to carry out the planting of sugar cane on farms managed by its own and suppliers, the implementation of the crew presents different challenges such as the hiring of personnel, their training, supervisory personnel, logistics and operations costs, in addition to guaranteeing the planting operation within the parameters given by the occupational health and safety team, which is why It is necessary to carry out comprehensive management between the areas involved to achieve the main objective.

Keywords. Productivity, improvement, quality, efficiency, sugar cane, planting.

Tabla de Contenido

Introducción.....	11
Justificación.....	13
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Metodología.....	19
Identificación de Problemáticas.....	19
Caracterización de las Herramientas y Equipos.....	19
Promoción de Habilidades Técnicas.....	20
Cuantificación de Remuneración Económica.....	21
Estimación de la Eficiencia y Productividad en el Rendimiento de la Labor.....	22
Resultados.....	24
Objetivo 1. Identificación de las Problemáticas a través de la Matriz de Vester.....	24
Objetivo 2. Caracterización de las Herramientas y Equipos de Protección Personal (EPP).....	27

Objetivo 3. Capacitaciones en Campo para Promover Habilidades Técnicas.....	35
Objetivo 4. Establecimiento de Método de Remuneración.....	40
Objetivo 5. Estándar de Rendimiento para el Personal de la Cuadrilla de Siembra....	50
Conclusiones.....	54
Glosario.....	56
Referencias Bibliográficas.....	59

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Matriz de Vester</i>	25
Tabla 2. <i>Medidas Antropométricas de los Trabajadores</i>	28
Tabla 3. <i>Detalle de las Capacitaciones</i>	35
Tabla 4. <i>Tarifas por Destajo en Siembra Manual</i>	40
Tabla 5. <i>Peso Promedio por Paquete de Semilla de Caña de Azúcar en tres Variables Diferentes</i>	43
Tabla 6. <i>Benchmarking Siembra Manual Ingenio Azucarero</i>	49
Tabla 7. <i>Estándar de Rendimiento para la Cuadrilla de Siembra</i>	50

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Herramienta Manual Inadecuada -Pala</i>	27
Figura 2. <i>Diseño de la Pala con Cabo Estandarizado</i>	29
Figura 3. <i>Cabos de Madera Estandarizados</i>	33
Figura 4. <i>Capacitaciones en Campo</i>	36
Figura 5. <i>Ilustración Siembra Manual con Semilla</i>	37

Lista de Gráficas

Gráfica 1. <i>Ubicación Antropométrica con Relación a los Astiles de las Palas.....</i>	30
Gráfica 2. <i>Nivel de Confort Postural de la Pala con Astil.....</i>	31
Gráfica 3. <i>Eficiencia en la Actividad de Descargue por parte de la Cuadrilla de Siembra.....</i>	44
Gráfica 4. <i>Eficiencia en la Actividad de Descargue por parte de la Cuadrilla de Siembra.....</i>	45
Gráfica 5. <i>Eficiencia en la Actividad de Descargue por parte de la Cuadrilla de Siembra.....</i>	46
Gráfica 6. <i>Promedio Paquetes Sembrados por el Personal de la Cuadrilla Propia.....</i>	47
Gráfica 7. <i>Hectáreas Sembradas.....</i>	48

Introducción

La siembra de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es diferente de las técnicas utilizadas para otros cultivos ya que el proceso tiene un esquema operativo diferente el cual consiste en cortar el tallo en trozos o estacas, preparar el terreno, colocar los trozos o estacas en surcos y cubrirlos con tierra. Esta labor se realiza de manera manual desde los inicios del sector agroindustrial de la caña de azúcar, y actualmente sigue siendo así. Los ingenios azucareros contratan personal externo para realizar esta labor, que incluye el corte de la semilla, el transporte y la siembra. Por tal razón, la siembra de la caña de azúcar es una labor que requiere una gran cantidad de mano de obra, por lo que las empresas de la agroindustria contratan empresas contratistas especializadas para realizarla. Sin embargo, esta práctica puede generar una serie de problemas que afectan la calidad del cultivo, la productividad, genera accidentes de trabajo y produce enfermedades laborales a largo plazo. La empresa Ingenio Pichichi S.A. es solidariamente responsable de estos problemas.

Una de las situaciones recurrentes es la rotación de personal, ya que la siembra es una labor temporal. Los trabajadores contratados permanecen en el campo por períodos cortos de tiempo, lo que dificulta el entrenamiento y seguimiento de los métodos de trabajo en campo, siendo esta una labor físicamente exigente, los trabajadores deben estar en buenas condiciones físicas para realizar la tarea (hidratación, buena alimentación, pausas de recuperación, buen estado físico), ya que deben caminar largas distancias, manejar cargas físicas, trabajar en condiciones climáticas adversas y adoptar posturas de trabajo repetitivas, Esto aumenta la probabilidad de que se presenten accidentes de trabajo y/o enfermedades laborales, errores en el desarrollo de la actividad y fallas en el proceso de siembra que afecten la germinación de las semillas.

Este trabajo constituye los aportes realizados por el área de mejoramiento, para la implementación de una cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar, caso ingenio Pichichi S.A, donde se contemplaron diferentes procesos administrados como contratación del personal, formación y entrenamiento del personal, seguimiento de la apropiación del conocimiento en campo, búsqueda de herramientas necesarias y el aseguramiento de que las labores se realicen bajo los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo.

Justificación

La siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es una práctica común en la industria azucarera. La técnica tradicional consiste en cortar el tallo de la caña de azúcar en trozos o estacas, preparar el terreno y colocar las estacas en los surcos. Esta labor se ha realizado tradicionalmente de forma manual, y actualmente la mayoría de los ingenios azucareros contratan a personal externo para realizarla; El ingenio Pichichi S.A. es uno de los ingenios azucareros más importantes del país. Actualmente, la siembra de caña de azúcar en el ingenio se realiza con personal externo. Sin embargo, la empresa ha identificado una serie de factores que hacen necesaria la implementación de una cuadrilla propia de siembra.

El proceso de siembra de caña de azúcar es un proceso complejo y delicado que requiere de una gran precisión. La colocación de las estacas a la distancia y orientación correctas es fundamental para garantizar una buena germinación y desarrollo de las plantas; La experiencia y habilidad del operario de siembra son factores clave para realizar esta labor de forma eficiente y efectiva; dando como resultado un proceso lento y costoso que no garantiza una uniformidad en la plantación ya que las estacas pueden no ser colocadas a la misma distancia y orientación, lo que puede afectar al desarrollo del cultivo.

La implementación de una cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar en el ingenio Pichichi S.A. puede traer consigo una serie de beneficios, entre los que destacan:

Mejor calidad de la siembra; Una cuadrilla propia en la siembra de caña de azúcar tendrá los conocimientos y la experiencia necesarios para realizar este proceso de forma eficiente y efectiva; Esto se traducirá en una mejor calidad de la siembra, con estacas de mayor tamaño y

mejor condición, lo que se traduce en una mayor probabilidad de germinación y desarrollo de las plantas.

Se debe tener en cuenta que una cuadrilla propia en la siembra de caña de azúcar puede garantizar una mayor uniformidad en la plantación, con estacas colocadas a la misma distancia y en la misma orientación. Esto facilita el manejo del cultivo y mejora la eficiencia de la cosecha.

De igual manera, una cuadrilla propia en la siembra de caña de azúcar puede ayudar a reducir costos de producción. Esto se debe a que los miembros de la cuadrilla estarán capacitados para trabajar de forma eficiente y efectiva, lo que puede traducirse en una reducción del tiempo de siembra y de los materiales utilizados; Por lo tanto, la implementación de una cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar es una decisión estratégica para el ingenio Pichichi S.A. Esta medida puede contribuir a mejorar la calidad de la producción y reducir los costos de operación.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la eficiencia y productividad de una cuadrilla de siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en zona centro del valle geográfico del río Cauca.

Objetivos Específicos

Establecer una matriz de Vester para identificar las problemáticas asociadas a la siembra manual de caña de azúcar.

Caracterizar las herramientas y equipos de protección personal (EPP) del personal de siembra para identificar requerimientos técnicos exigidos por área de salud ocupacional.

Promover las habilidades técnicas de los trabajadores asignados a cuadrilla para la siembra de caña de azúcar.

Establecer método de remuneración por unidad de obra para cada labor realizada durante la siembra.

Evaluar y definir un estándar de rendimiento para el personal de la cuadrilla de siembra con el fin de estimar la eficiencia.

Marco Teórico

La caña de azúcar es una gramínea de gran tamaño que puede permanecer sobre el terreno muchos años, resurgiendo como el ave fénix, no de sus cenizas, sino de yemas subterráneas que brotan cuando los tallos aéreos mueren, se cortan o se hacen viejos. Según Mercadé, L. O; (2008):

Tiene un sistema radicular que puede llegar a ser muy profundo y ramificado (hasta 6 m) en condiciones apropiadas, y un tallo macizo con células especializadas para almacenar sacarosa (nuestro azúcar común de mesa), con nudos provistos de yemas y primordios radiculares, que pueden dar lugar a brotes nuevos con sus propias raíces. Sus hojas tienen un relativamente alto contenido en sílice, son duras y, en general, provistas de pequeñas espinas. Y una yema terminal que, bajo condiciones apropiadas de fotoperiodo¹ y temperatura se convierte en primordio floral y origina una inflorescencia muy parecida a la de nuestras cañas silvestres, que puede llegar a producir semillas. (Pág.3)

Según lo mencionado por Mercadé, L. (2008) “La especie originaria es *Saccharum officinarum* L, que agrupa a las que en la terminología especializada se denominan “cañas nobles”, con alto contenido en azúcar, bajo contenido en fibra (celulosa y lignina) y poca resistencia a las enfermedades más características.” (Pág.3).

Y continúa explicando que:

En la mayor parte de los países es un cultivo extensivo, que crece a expensas del agua de lluvia. Se plantaba enterrando en el suelo trozos de tallo, de cuyas yemas nacen los nuevos brotes, y de los primordios radiculares el sistema de raíces. “Crecía hasta bien

entrado el otoño, cuando las temperaturas bajan, y entonces empezaba a acumular sacarosa (azúcar), llegando en primavera, cuando se recolectaba, a tener hasta un contenido del 16-17%, con relación a la caña limpia.” (Mercadé, L. O; 2008. Pág.4).

Para la Corporación YARA (s.f) “El primer cultivo o caña planta (plantilla) suele obtenerse de un trozo de tallo llamado estaca o esqueje”. En algunos países plantan la caña entera. “Las yemas u ojos en el esqueje germinan hasta producir brotes y raíces que darán lugar a la primera generación del cultivo. En algunos cultivares las raíces se desarrollan primero y en otros, los brotes.”

Así mismo, para la Corporación YARA (s.f):

La duración del ciclo de cultivo, de brotación a cosecha varía dependiendo del clima y variedad y va de 12 a 24 meses; Luego de la cosecha del primer cultivo, a partir del mismo vástago, crece una serie de cultivos sucesivos llamados caña soca. A medida que cada nuevo cultivo crece, las raíces viejas mueren y se forman otras nuevas. También se generan macollos nuevos y de éstos se cosecha la caña de azúcar de la temporada siguiente, luego de cada corte o ciclo de cultivo sucesivo, la producción de materia seca y el rendimiento declinan. En algunas circunstancias, por presión de enfermedades o falta de disponibilidad de variedades adecuadas como en algunos países asiáticos, se hace una nueva plantación cada segunda temporada.

En el Valle geográfico del río Cauca, el sistema de siembra de caña de azúcar más común es el manual que incluye diferentes pasos como son; bandereo, que consiste en colocar banderolas cada 10 o 12 m en forma hileras a lo largo del surco. El espaciamiento entre hileras e

de 30 surcos; la semilla proveniente de cultivos sanos y manejados en forma adecuada se corta entre 7 a 9 meses de edad, se alza y transporte en vagones o camiones hasta el sitio de siembra.

Ramos, O; (1995) menciona que,

una vez en el campo coma el tractor con el vagón y los paquetes con los trozos o estacas, avanza sobre cada línea de banderolas coma y en forma coordinada, los operarios colocan los paquetes a cada lado en 3 o cuatro surcos; los trozos esquejes se colocan en el fondo del surco en forma manual y se distribuyen de manera uniforme en los espacios señalados quedando generalmente tras la pausa en longitud variable según la distancia bandereo; por último coma y se cure el material en forma manual o mecánica con una capa de suelo de 5 cm.(Pág.133)

Metodología

En cuanto a la localización, este estudio fue realizado en las fincas pertenecientes a la empresa Ingenio Pichichi S.A, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Guacarí del departamento del Valle del Cauca (zona centro del departamento) a 966 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 3° 46` de latitud Norte y a 76° 15` de longitud oeste. La zona presenta temperatura media anual de 23 °C y precipitación media anual 1 mm (máximo mensual 140 mm y mínimo mensual 8 mm) respectivamente. (Registro base de datos climatológica del Ingenio Pichichi).

Identificación de Problemáticas

Se utilizó la Matriz de Vester o Matriz de Impactos Cruzados, desarrollada por Frederic Vester, la cual permite dimensionar, entender y analizar la situación problemática e identificar el problema que el equipo de diseño priorizará para definir alternativas de solución. “Esto se logra definiendo, de manera precisa, todos los problemas que conforman la situación problemática e identificando las relaciones de causa-consecuencia para una posterior jerarquización y priorización de aquellos problemas de los cuales se estaba en capacidad de solucionar”. (Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2021).

Caracterización de las Herramientas y Equipos

Para identificar las herramientas y equipos de protección personal (EPP) necesarios para la actividad de siembra de caña de azúcar, se realizó un recorrido en campo. Durante el recorrido, se analizaron las tareas que realizan los trabajadores paso a paso, para conocer el desarrollo de la actividad.

En este análisis, se identificaron las herramientas necesarias para realizar la labor de siembra y se identificaron posibles peligros y se evaluaron los riesgos asociados a cada tarea. Con esta información, se definieron las medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Para realizar el análisis, se realizaron encuestas y mediciones antropométricas, las cuales permitieron tener un contexto real de las condiciones de trabajo, herramientas y los riesgos asociados a cada tarea

Promoción de Habilidades Técnicas.

Como parte del mejoramiento de la eficiencia y seguridad, se estableció un cronograma de entrenamiento y capacitación para los trabajadores de la cuadrilla. Este cronograma incluyó un programa de formaciones técnicas en siembra, impartido por expertos en técnicas y prácticas de siembra del contratista con mayor eficiencia.

La capacitación se realizó en colaboración con las áreas transversales de la empresa Ingenio Pichichi, de acuerdo con las necesidades identificadas por cada labor que se debe realizar durante el proceso de siembra.

La capacitación para la siembra manual de caña de azúcar se realizó en dos etapas. La primera etapa se llevó a cabo antes del inicio de las tareas en campo. En esta etapa, se impartieron al personal las siguientes temáticas:

Indicaciones iniciales sobre las labores a realizar: Se brindó información general sobre las diferentes tareas que se llevarían a cabo durante la siembra, incluyendo manejo del cultivo

(fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha), adecuación, preparación y siembra, técnicas de siembra (manual y mecanizada), selección, corte y manejo de la semilla.

La segunda etapa de capacitación se llevó a cabo durante la ejecución de la siembra en campo. Se realizaron un total de 5 capacitaciones enfocadas en las siguientes temáticas:

Ejecución de las labores que integran la actividad de siembra de caña de azúcar: Se profundizó en las diferentes etapas del proceso de siembra, incluyendo la preparación del terreno, la selección de la semilla, la siembra propiamente dicha y el cuidado de las plántulas.

Supervisión de las labores: Se capacitó al personal de supervisión en las técnicas para evaluar y controlar la calidad del trabajo realizado durante la siembra.

Higiene postural y pausas activas: Se brindaron recomendaciones al personal para mantener una postura más indicada durante la siembra y realizar pausas de recuperación para prevenir la fatiga y el riesgo de lesiones. Las capacitaciones de la segunda etapa fueron impartidas por personal del área de mejoramiento, desarrollo humano y personal de supervisión del contratista de siembra manual.

Cuantificación de Remuneración Económica.

Se planteó la necesidad de determinar un pago por labor ejecutada durante la labor de siembra manual para el personal de la cuadrilla de siembra propia, debido que inicialmente la cuadrilla propia inicio labores bajo el pago de salario mínimo legal vigente lo cual no es conveniente ya que no compensa económicamente los trabajadores con mejores rendimientos frente a los de menor rendimiento.

Para establecer las tarifas de destajo por labor para la cuadrilla de siembra propia se realiza una comparación de las tarifas establecidas por los contratistas de siembra a sus trabajadores, partiendo de estos valores el área de financiera del Ingenio Pichichi ajusta los valores sobre la mínima de la tarifa por labor de las empresas contratistas.

Estimación de la Eficiencia y Productividad en el Rendimiento de la Labor.

Se monitoreó de manera diaria en campo las labores de siembra a través de la medición de tiempos y rendimiento en paquetes de semilla sobre la ejecución de las labores de siembra por grupos focales aleatorios y la observación del comportamiento para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad y el uso de los equipos de protección personal (EPP).

El monitoreo se planteó teniendo en cuenta las siguientes variables:

Peso promedio por paquete de semilla de caña de azúcar (30 estacas) en 3 variedades de caña de azúcar (CC 011940 – CC 05430 – CC 85-92), para determinar el máximo de paquetes cargados por el personal durante el descargue de la semilla.

Tiempos de descarga de 800 paquetes de semilla y su distribución en el terreno para siembra

Tiempos de ejecución de las labores de encadenado, y tape manual, en un área lineal de 100 metros equivalente a la siembra de 10 paquetes de semilla de caña de azúcar.

Total, de hectáreas sembradas días vs el área reportada por la empresa para siembra / día

Partiendo del dato anterior se realiza monitoreo diario al personal de la cuadrilla propia de siembra, registrando promedios semanales del rendimiento que conlleva la realización de cada una de las labores que integran la actividad de siembra de caña de azúcar, tomando tiempos a trabajadores aleatorio e identificando posibles mejoras o errores al desarrollar la actividad.

Resultados

Objetivo 1. Identificación de las Problemáticas a través de la Matriz de Vester

Estructuración y Conformación de la Cuadrilla de Siembra Manual. La primera parte del proceso de siembra de caña de azúcar se centró en la estructuración y conformación de la cuadrilla propia de siembra manual. En esta fase, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Conformación de la cuadrilla: Para la siembra de caña de azúcar en el ingenio Pichichi S.A., se definió el número de trabajadores necesarios acorde a las necesidades del área de siembra. Se consideraron factores como el tamaño del área a sembrar de acuerdo las necesidades del proceso productivo mensual y la disponibilidad de mano de obra.

En función de este análisis, se estableció que se necesitaban 29 trabajadores operativos para la siembra de caña de azúcar. Estas personas deben contar con las competencias necesarias para realizar las tareas de siembra, como la manipulación de herramienta manuales, experiencia en el cultivo de caña de azúcar y la siembra de la semilla.

Para identificar a los trabajadores que cumplieran con los requisitos, se estableció un proceso de selección a cargo del área de Desarrollo Humano. Este proceso incluyó la evaluación de las competencias y habilidades de los candidatos, así como una entrevista personal

Finalmente, se contrataron 29 trabajadoras operativas y un trabajador auxiliar de operaciones campo para supervisar el personal en campo.

Identificación inicial de las problemáticas asociadas a la siembra manual de caña de azúcar. Durante el inicio de las labores de siembra de caña de azúcar se identificaron y establecieron relaciones causales entre los diferentes problemas que constituían la situación problemática encontrada en la labor de siembra manual, esta clasificación permitió organizar los problemas de acuerdo con la importancia que tienen para la situación. Esto facilitó la escogencia y priorización de uno o varios de los problemas, los cuales, al ser solucionados, harán desaparecer o disminuir las consecuencias o efectos de los demás. Los resultados obtenidos mediante el uso de la matriz de Vester (Tabla 1) sirvieron como pilar para iniciar la fase inicial de la implementación de la cuadrilla de siembra manual. Estos resultados permitieron identificar los problemas más importantes que afectan la labor de siembra manual, así como las relaciones causales entre ellos. Esta información fue utilizada para diseñar una estrategia de implementación que se enfocara en los problemas.

Tabla 1.

Matriz de Vester

Problemas identificados		
Críticos	9	Falta de experiencia del personal operativo en las labores de siembra
	8	Bajo rendimiento del personal operativo en la labor de siembra
	10	Herramientas inadecuadas o mal uso de estas en el proceso de siembra manual
Pasivos	3	Des uniformidad en la colocación de la semilla en el surco
Indiferente	1	Afectación de la calidad de semilla en el descargue
	2	Afectación de la salud del operario por exceso de peso en los paquetes de semilla

-
- 4 Influencia de la textura del suelo en el tiempo de cobertura de semilla
 - 5 Disponibilidad de personal para siembra manual
 - 6 Disponibilidad de equipos mecanizados para siembra
 - 7 Condiciones climatológicas que afectan la realización de la siembra
-

Nota. Resultados obtenidos mediante el uso de la matriz de Vester, la cual permitió evidenciar los problemas más relevantes (críticos) que afectan la labor de siembra de caña de azúcar. *Fuente.* Autoría propia (2023).

Objetivo 2. Caracterización de las Herramientas y Equipos de Protección Personal (EPP)

Para identificar las herramientas y equipos de protección personal (EPP) necesarios para la actividad de siembra de caña de azúcar, se realizó un recorrido en campo. Durante el recorrido, se analizaron las tareas que realizan los trabajadores paso a paso, para conocer el desarrollo de la actividad. En este análisis, se identificaron los peligros y se evaluaron los riesgos asociados a cada tarea. Con esta información, se definieron las medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Suministro de herramientas: En una primera etapa, se entregaron herramientas manuales (palas, machetes, limas) y elementos de protección personal a los trabajadores seleccionados. Estas herramientas estaban estandarizadas para labores generales de campo.

Sin embargo, al tomar como punto de partida las herramientas utilizadas por el personal de contrato, se evidenció el uso de herramientas no aptas para asegurar la seguridad laboral de los trabajadores. Estas herramientas afectaban la posición ergonómica del trabajador al momento de realizar labores con ellas (Fig. 1).

En particular, la herramienta pala generó problemas posturales y dificultó la realización de las labores de siembra manual, específicamente la labor de cubrimiento de la semilla de forma manual (tape).

Figura 1

Herramienta Manual Inadecuada -Pala



Nota. Una Herramienta manual inadecuada como la pala genera una mala posición postural por parte de los operarios de la cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar. **Fuente.** Autoría propia (2023)

Por lo tanto, se realizó un estudio de las mediciones antropométricas de los trabajadores para definir el tamaño del astil y de la pala con el área de seguridad y salud en el trabajo. (Tabla 2)

Tabla 2*Mediciones Antropométricas*

Trabajador	Medida del cabo con la pala (elaborado por el trabajador).	Medida del cabo con la pala (Entregado por la empresa).	Medida de la pala utilizada	Estatura	Nivel de confort postural de la pala con cabo entregada por la empresa.
1	1.48cm	1.35cm	48cm	1.75cm	Parte medial del pecho
2	1.56cm	1.33cm	49cm	1.72cm	Nivel de pliegue axilar
3	1.52cm	1.36cm	49.5cm	1.74cm	Nivel de pliegue axilar
4	1.54cm	1.55cm	49.5cm	1.85cm	A nivel del hombro
5	1.40cm	1.35cm	49.5cm	1.70cm	Nivel de pliegue axilar
6	1.58cm	1.35cm	49cm	1.77cm	Nivel de pliegue axilar
8	1.36cm	1.35cm	49.5cm	1.68cm	A nivel del hombro
9	1.47cm	1.35cm	49cm	1.78cm	Parte medial del pecho
10	1.55cm	1.35cm	49cm	1.69cm	Nivel de pliegue axilar
11	1.53cm	1.35cm	49cm	1.70cm	Nivel de pliegue axilar
12	1.53cm	1.35cm	50cm	1.67cm	Parte medial del hombro
13	1.52cm	1.35cm	50cm	1.52cm	A nivel del hombro
14	1.51cm	1.48cm	48cm	1.89cm	Nivel de pliegue axilar
15	1.90cm	1.35cm	49cm	1.75cm	Nivel de pliegue axilar
16	1.36cm	1.35cm	49cm	1.80cm	Nivel de pliegue axilar
17	1.57cm	1.35cm	49.5cm	1.74cm	Nivel de pliegue axilar
19	1.60cm	1.35cm	50cm	1.75cm	Nivel de pliegue axilar
20	1.54cm	1.34cm	46cm	1.70cm	Nivel de pliegue axilar
21	1.52cm	1.35cm	49.5cm	1.67cm	Parte medial del hombro
22	1.52cm	1.35cm	49cm	1.67cm	Parte medial del hombro
23	1.56cm	1.35cm	50cm	1.70cm	Nivel de pliegue axilar
24	1.46cm	1.34cm	49cm	1.67cm	Nivel de pliegue axilar
25	1.46cm	1.35cm	49.5cm	1.75cm	Nivel de pliegue axilar
26	1.49cm	1.35cm	49cm	1.72cm	Nivel de pliegue axilar
27	1.53cm	1.35cm	49.5cm	1.62cm	A nivel del hombro
28	1.48cm	1.32cm	47.5cm	1.80cm	Parte inferior del pecho
29	1.51cm	1.56cm	50cm	1.83cm	A nivel del hombro

Nota. Mediciones antropométricas a personal operativo de la cuadrilla de siembra propia. *Fuente.* Autoría propia

(2023)

Personalización de la herramienta manual para la actividad de siembra. La salud y seguridad de los trabajadores, así como el cumplimiento de la calidad de la tarea de tape de caña manual, son dos aspectos fundamentales que deben garantizarse. Para ello, el área de mejoramiento, Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en conjunto con ARL SURA, realizó una identificación de la herramienta manual (pala y astil) necesaria para esta actividad de siembra.

En la identificación, se concluyó que los trabajadores requerían el suministro de palas adecuadas para realizar la tarea. Sin embargo, se identificó la necesidad de estandarizar el tamaño de los cabos de las palas de manera individual. (Fig. 2) Esto se debe a que los trabajadores manifestaron inconformidad frente al uso de los cabos de madera por su peso, tamaño y diámetro. Además, refirieron presentar molestias en espalda, hombros y manos posterior al uso de estos cabos.

Figura 2

Diseño de la Pala con Astil Estandarizado



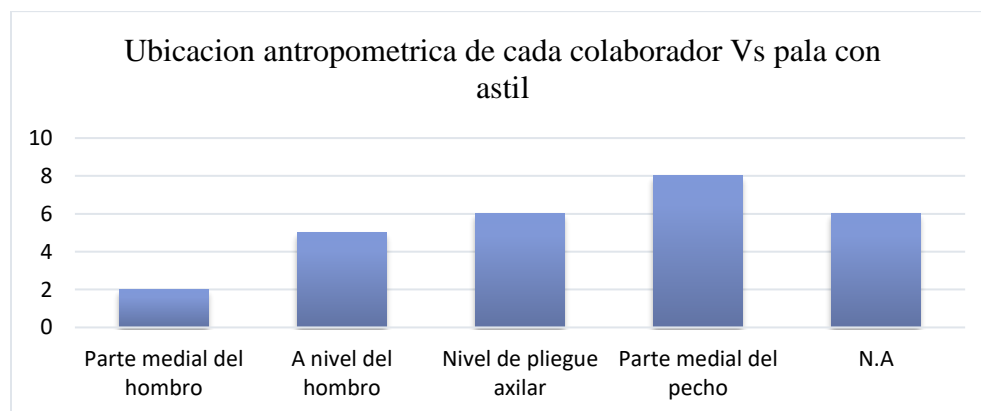
Nota. Se estandariza medidas y peso promedio de herramienta manual (Pala) . **Fuente.** Autoria propia. (2023)

Los astiles de madera estandarizados permitirán a los trabajadores realizar la tarea de tape de caña manual de manera más segura y cómoda, las medidas estándar definidas fueron las siguientes: Largo de cabo de 95cm, largo de pala de 50cm, largo total de 1.35cm (Restan 10cm de ingreso de cabo al tubo en la pala) y un peso total de 1.94Kg

Encuestas y mediciones antropométricas. Para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores que realizan la tarea de tape de caña manual, el área de seguridad y salud en el trabajo (SST) en conjunto con ARL SURA realizaron una encuesta y medición antropométrica de los cabos con pala entregado (Gráfica 1).

Gráfica 1

Ubicación Antropométrica con Relación a los astiles de las Palas



Nota. Ubicación antropométrica del nivel de comodidad de la pala con astil según cada trabajador de la cuadrilla de siembra propia. **Fuente.** Autoría propia. (2023)

De acuerdo con los resultados de la encuesta, los trabajadores se dividieron en tres grupos según su nivel de confort postural (Gráfica 2):

Grupo 1 (8 personas): Nivel de confort postural aceptable para las articulaciones de hombro y columna vertebral.

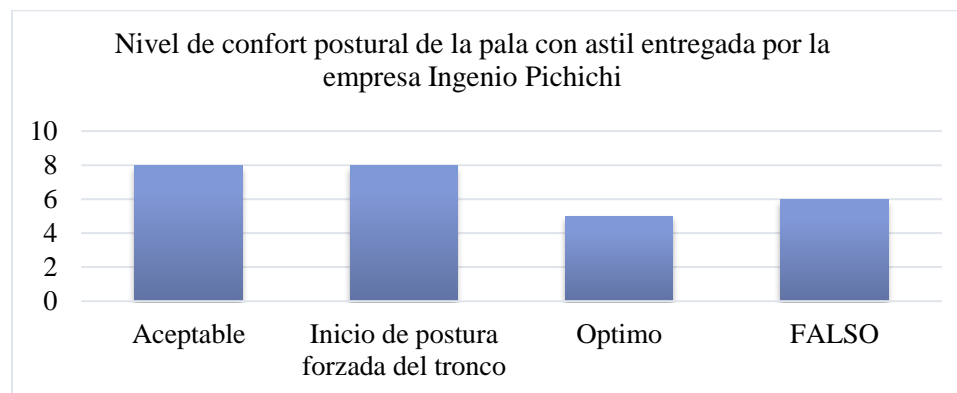
Grupo 2 (8 personas): Nivel de postura forzada del tronco para las articulaciones de hombro y columna vertebral.

Grupo 3 (5 personas): Nivel de confort postural óptimo para las articulaciones de hombro y columna vertebral.

Las 6 personas restantes no se encontraban al momento de la encuesta, ya que estaban realizando labores de bandereo en otra finca próxima a siembra.

Gráfica 2.

Nivel de Confort Postural de la Pala con Astil



Nota. Resultado de conformidad al personal de la cuadrilla de siembra propia sobre la herramienta manual (pala) entrega por la empresa Ingenio Pichichi. **Fuente.** Autoría propia. (2023)

La entrega de las herramientas estandarizadas hizo parte del mejoramiento de la actividad y como medida de seguridad y salud en el trabajo, buscando garantizar la seguridad y comodidad de los trabajadores al realizar la tarea de tape de caña manual.

Suministro de nueva herramienta (Astiles): Se realizó la compra de 30 astiles de madera estandarizados con una longitud de 95 cm, de acuerdo con los resultados de las mediciones antropométricas realizadas a los trabajadores. Los astiles fueron fabricados con madera de cedro, una madera dura y resistente (fig. 3). Los beneficios identificados fueron:

-Mejoran la ergonomía de la tarea de siembra manual. La longitud estándar del astil permite a los trabajadores utilizar la pala de manera más cómoda y eficiente, lo que reduce el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

-Aumentan la productividad. Los astiles más cómodos permiten a los trabajadores trabajar durante períodos de tiempo más prolongados, lo que aumenta la productividad.

-Mejoran la calidad del trabajo. Los trabajadores que utilizan una herramienta ergonómica son más propensos a realizar un trabajo de alta calidad.

La compra de estos astiles de madera estandarizados es una inversión en la salud, la seguridad y la productividad de los trabajadores.

Figura 3

Astiles de Madera Estandarizados



Nota. Entrega de astil estándar por parte del equipo de salud ocupacional. **Fuente.** Autoría propia. (2023).

Para garantizar la seguridad de los trabajadores durante la actividad de siembra de caña de azúcar, se realizó un análisis de peligros y riesgos. En este análisis, se identificaron los peligros y se evaluaron los riesgos asociados a cada tarea. Con esta información, se definieron las medidas preventivas necesarias, entre las cuales se encuentra el suministro de Elementos de Protección Personal (EPP). Los EPP suministrados a los trabajadores de siembra son los siguientes:

- Guantes tipo ingeniero: Para proteger las manos de cortes, abrasiones y otros peligros.
- Guantes Hycron de Ansell: Para proteger las manos de cortes, abrasiones y otros peligros.
- Gafas de seguridad con lente oscuro: Para proteger los ojos de la exposición a la luz solar, partículas y otros peligros.

-Sombrero de protección solar: Para proteger la cabeza de la exposición a la luz solar.

-Calzado de seguridad (botas con puntera o botas plásticas con puntera): Para proteger los pies de cortes, perforaciones y otros peligros. Adicionalmente, la empresa garantizó la entrega de los siguientes elementos:

-Bloqueador solar: Para proteger la piel de la exposición a la luz solar.

-Sombrilla: Para proteger a los trabajadores de la lluvia y el sol.

-Dulce abrigo: Para proteger a los trabajadores del frío.

-Dotación manga larga: Para proteger a los trabajadores de la exposición al sol y a otros peligros.

Estos elementos de protección personal son esenciales para proteger a los trabajadores de los peligros asociados a la actividad de siembra de caña de azúcar. El uso correcto de estos elementos ayuda a prevenir accidentes y lesiones.

Objetivo 3. Capacitaciones en Campo para Promover Habilidades Técnicas.

La capacitación para la siembra manual de caña de azúcar se realizó en dos etapas. La primera etapa se llevó a cabo antes del inicio de las tareas en campo. En esta etapa, se impartieron al personal las siguientes temáticas:

Indicaciones iniciales sobre las labores a realizar, se brindó información general sobre las diferentes tareas que se llevarían a cabo durante la siembra, incluyendo manejo del cultivo (fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha), adecuación, preparación y

siembra, técnicas de siembra (manual y mecanizada), selección, corte y manejo de la semilla; Las capacitaciones de la segunda etapa fueron impartidas por personal del área de mejoramiento, desarrollo humano y personal de supervisión del contratista de siembra manual.

Las capacitaciones realizadas tuvieron un impacto positivo en el desempeño del personal durante la siembra manual de caña de azúcar (Tabla 3). Se observó una mejora en la calidad del trabajo, una mayor eficiencia en la ejecución de las tareas y una reducción del riesgo de accidentes.

Tabla 3

Detalle de las Capacitaciones Realizadas durante la Ejecución de la Siembra

Capacitación	Capacitador	Número de personas capacitadas	Tema	Duración/ Horas
1	Supervisor contratista siembra	31	Labores siembra (encadenado, tape manual) Higiene postural y pausas activas	3
2	Supervisor contratista siembra	31	Ejecución de labores de siembra manual, (descargue, encadenado y siembra manual)	2
3	Coordinador campo Ingenio Pichinchi. SA	1	Supervisión de labores de siembra manual y manejo de personal	3
4	Área de mejoramiento y Supervisor contratista siembra	2	Labores de siembra, tarifas y rendimientos del personal de siembra	3
5	Área de mejoramiento y	31	Labores de siembra, tarifas y rendimientos del personal de siembra	3

Supervisor
contratista siembra

Nota. Capacitaciones impartidas como parte del proceso de evaluación y mejoramiento de la cuadrilla propia de siembra de caña de azúcar. **Fuente.** Autoría propia 2023.

Figura 4

Capacitaciones en Campo



Nota. Fotografías de las capacitaciones en labores de siembra realizadas en campo a los trabajadores. **Fuente.** Autoría propia (2023).

Se realizó un acompañamiento en campo para evaluar las capacitaciones. Este acompañamiento permitió garantizar que los trabajadores habían adquirido los conocimientos y competencias requeridos para el cargo. Este acompañamiento permitió no solo que el personal de la cuadrilla propia de siembra adquiriera los conocimientos básicos para la realización de sus labores, sino que también sirvió de base para la elaboración de manuales de cada actividad que hace parte del proceso de siembra manual (Fig.5).

Figura 5

Ilustración Siembra Manual con Semilla.

INGENIO PICHICHI S.A. 		INSTRUCTIVO	Código: IT-PS-13
		SIEMBRA MANUAL CON SEMILLA	Versión: 1
			Rige: 1/05/2023
			Pág.: 1 de 1
QUE HACER ?			
1		2	
<p>Durante el encadenamiento de la semilla, sostenga el paquete de estacas con una mano apoyando el peso de este en su cuerpo, dejando la otra mano libre para encadenar las estacas en el medio del surco, siempre teniendo en cuenta la distancia de bandereo</p>		<p>Encadene siempre la caña hacia el lado del surco mas alto para al momento de tapar la semilla se le facilite la labor.</p>	
		3	
		<p>Antes de iniciar la labor de tape de semilla cerciorarse que el mango de la pala debe de coincidir con la altura de los hombros, para prevenir lesiones osteomusculares.</p>	
4		5	
<p>Assuma una postura estable, con una amplia base de sustentación (piernas abiertas al ancho de los hombros o un pie delante del otro), teniendo ambos pies apoyados completamente en el suelo, conservando la espalda lo más recta posible.</p>		<p>Tome la pala con una de las manos en la parte superior del mango, con la otra mano agarre la parte media del mango para ejercer la fuerza necesaria.</p>	
		6	
		<p>Con ambos brazos levante la pala para retirar el material (Suelo) y láncelo sobre la semilla encadenada (5 cm de suelo sobre la semilla). Nota: Durante la labor de tape siembre debe ir sobre el surco no sobre la calle.</p>	

Nota. Elaboración ilustración de siembra manual de semilla de caña de azúcar. **Fuente.** Autoría propia (2023).

Con el objetivo de garantizar la asimilación de las capacitaciones impartidas al personal de la cuadrilla de siembra, se llevó a cabo un meticuloso acompañamiento en campo para una evaluación cualitativa. Esta iniciativa no solo validó la adquisición de conocimientos y competencias por parte de los trabajadores, sino que también sentó las bases para la elaboración

de manuales que optimizarán el proceso de siembra de caña de azúcar en el Ingenio Pichichi.

Esto se desarrolló así:

Evaluación integral del entrenamiento: El acompañamiento en campo se enfocó en evaluar no solo la asimilación de conocimientos teóricos por parte del personal, sino también su capacidad para aplicarlos en situaciones reales. Se observó y analizó de cerca el desempeño de los trabajadores durante la ejecución de las diferentes tareas, identificando fortalezas, áreas de mejora y oportunidades de optimización.

Fortalecimiento de competencias y habilidades: Más allá de una simple evaluación, el acompañamiento en campo se convirtió en una valiosa oportunidad de aprendizaje. Se brindó retroalimentación personalizada a cada trabajador, reforzando las habilidades ya adquiridas y abordando las dificultades encontradas. Se fomentó la participación y el aprendizaje entre pares, creando un ambiente de colaboración y constante mejora.

Impacto positivo en el proceso de siembra: El acompañamiento en campo no solo benefició al personal de la cuadrilla de siembra, sino que también impactó positivamente en el proceso de siembra en su conjunto. La mayor eficiencia en la ejecución de las tareas, la reducción de errores y la optimización del tiempo se tradujeron en un aumento de la productividad y una mejora en la calidad del trabajo.

Hacia la creación de manuales operativos: Los conocimientos y experiencias recopilados durante el acompañamiento en campo fueron sistematizados y documentados para la elaboración de manuales operativos específicos para cada actividad del proceso de siembra. Estos manuales

servirán como guías prácticas para el personal, facilitando la estandarización de las tareas, la reducción de la variabilidad y la mejora continua de los procedimientos.

El acompañamiento en campo no solo cumplió con su objetivo de evaluar la efectividad del entrenamiento, sino que excedió las expectativas al convertirse en un proceso de aprendizaje continuo, mejora y transformación. El desarrollo de manuales operativos a partir de la experiencia adquirida consolida los resultados y asegura su replicabilidad en el futuro, sentando las bases para un proceso de siembra de caña de azúcar más eficiente, eficaz y sostenible en el Ingenio Pichichi.

Objetivo 4: Establecimiento de Método de Remuneración.

Se determinó el pago por labor ejecutada (destajo). El pago por destajo es un sistema de remuneración en el que el trabajador recibe un pago por cada unidad de producción que completa, en lugar de un salario fijo por hora o por día. Este sistema se basa en la cantidad de trabajo realizado, lo que significa que los trabajadores pueden ganar más dinero si son más productivos

Se planteó la necesidad de determinar un pago por labor ejecutada durante la labor de siembra manual para el personal de la cuadrilla de siembra propia, debido que inicialmente la cuadrilla propia inicio labores bajo el pago de salario mínimo legal vigente lo cual no es conveniente ya que no compensa económicamente los trabajadores con mejores rendimientos frente a los de menor rendimiento.

En Colombia, el pago por destajo está regulado por el Código Sustantivo del Trabajo. Según el Ministerio de Protección social (2011) La ley establece que la tarifa por unidad de

producción debe ser fijada de manera que permita al trabajador ganar al menos el salario mínimo legal, además el empleador debe proporcionar al trabajador las herramientas y los materiales necesarios para realizar su trabajo y a su vez el empleador debe garantizar la seguridad y la salud del trabajador.

Para establecer las tarifas de destajo por labor para la cuadrilla de siembra propia se realiza una comparación de las tarifas establecidas por los contratistas de siembra a sus trabajadores, partiendo de estos valores el área de financiera del Ingenio Pichichi ajusta los valores sobre la mínima de la tarifa por labor de las empresas contratistas. (Tabla 4).

Tabla 4

Tarifa por Destajo en Siembra Manual

Tarifa por destajo en siembra manual			
Actividad	Contratista 1	Contratista 2	Ingenio Pichichi
Corte semilla	\$ 380	\$ 400	\$ 408
Cargue de semilla	\$ 98	\$ 98	\$ 110
Fumigación semilla	\$ 12	\$ 10	\$ 14
Encadene y tape	\$ 340	\$ 380	\$ 438
Descargue	\$ 120	\$ 130	\$ 110
Encadenado	\$ 112	\$ 135	\$ 140
Retape	\$ 112	\$ 135	\$ 140

Nota. Valor de destajo por cada labor de siembra manual de caña de azúcar, valor en pesos asignado por paquete se semilla. **Fuente.** Autoría propia. (2023).

Eficiencia y rendimiento del personal de siembra. Se iniciaron las actividades de evaluación de las mejoras implementadas sobre el personal de la cuadrilla de siembra propia, la primera etapa en la siembra de caña de azúcar es el descargue de la semilla. Este se realiza de manera cuidadosa para evitar daños en esta. La semilla se descarga en el lugar designado para su posterior organización en el surco.

El siguiente paso es la organización de la semilla en el surco, también conocida como "encadene". Esta labor consiste en colocar la semilla de caña de azúcar de manera uniforme a lo largo del surco, con la distancia adecuada entre ellos. El encadene se realiza manualmente; organizando la semilla en el surco, para ser posteriormente cubierta con tierra (tape de semilla). Este proceso puede realizarse de forma y el cubrimiento manual se realiza con pala.

Monitoreo de las actividades: El monitoreo se planteó teniendo en cuenta las siguientes variables:

Peso promedio por paquete de semilla de caña de azúcar (30 estacas) en 3 variedades de caña de azúcar (CC 011940 – CC 05430 – CC 85-92), para determinar el máximo de paquetes cargados por el personal durante el descargue de la semilla.

Tiempos de descarga de 800 paquetes de semilla y su distribución en el terreno para siembra.

Tiempos de ejecución de las labores de encadenado, y tape manual, en un área lineal de 100 metros equivalentes.

Total de hectáreas sembradas días vs el área reportada por la empresa para siembra / día.

Partiendo del dato anterior se realiza monitoreo diario al personal de la cuadrilla propia de siembra, registrando promedios semanales del rendimiento que conlleva la realización de cada una de las labores que integran la actividad de siembra de caña de azúcar, tomando tiempos a trabajadores aleatorio e identificando posibles mejoras o errores al desarrollar la actividad.

Se registró en una herramienta ofimática el resultado del rendimiento diario y semanal de la ejecución de cada labor, medida en paquetes sembrados por trabajador. Además, el área de seguridad y salud generó registros del comportamiento y el cumplimiento de las normas, teniendo en cuenta las condiciones reales de las actividades.

Determinar peso máximo de paquetes al momento del descargue. Se determinó el máximo de paquetes que puede cargar una persona, para esto se tomaron pesos aleatorios de paquetes de semilla de caña de azúcar de las variedades de caña de azúcar más sembradas actualmente en el ingenio pichichi, para conocer el peso promedio por paquete (tabla 5) y determinar la máxima cantidad de paquetes que pueden ser cargados por el operario.

Tabla 5*Peso Promedio por Paquete de Semilla de Caña de Azúcar en tres Variables Diferentes*

Variedad CC 054030	Semilla de caña de azúcar		
	CC 05430	CC 011940	CC 85-92
Paquete de semilla	Peso (Kg)	Peso (Kg)	Peso (Kg)
1	13,58	11,89	11,22
2	7,04	11,37	11,26
3	11,66	10,73	12,43
4	10,58	10,55	9,07
5	11,26	10,58	10,78
6	14,7	10,26	9,56
7	11,56	10,44	11,24
8	13,44	12,04	9,82
9	10,56	10,57	9,44
10	10,96	13,15	12,57
Promedio	11,534	11,158	10,739

Nota. Determinación de pesos promedio por paquete de semilla de caña de azúcar de 3 variedades CC 05430, CC 011940 y CC 85-92. *Fuente.* Autoría propia (2023)

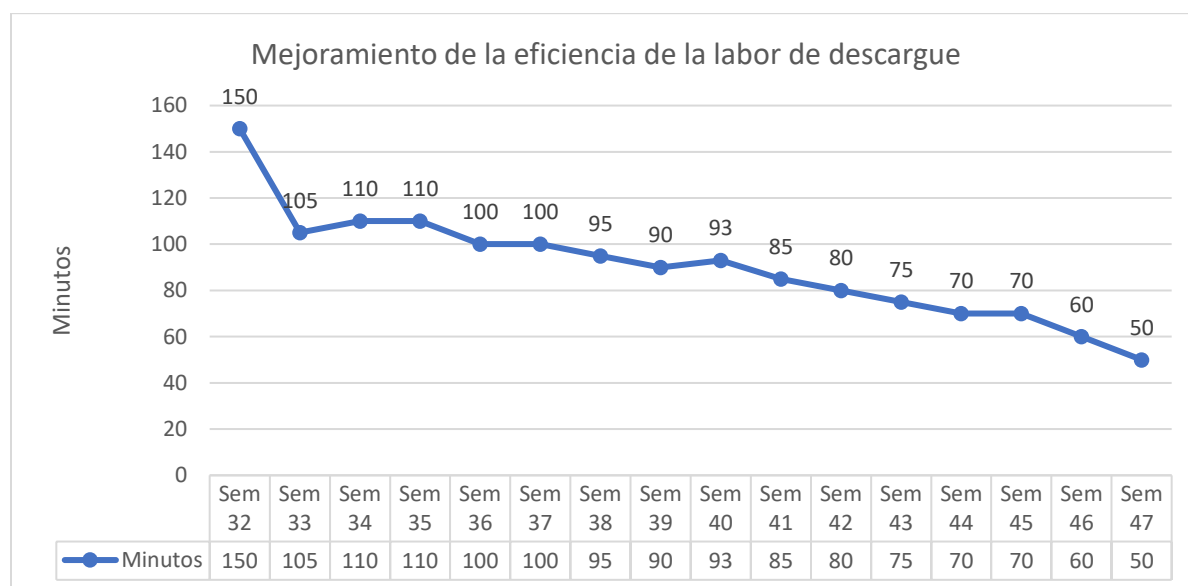
Basado en el peso promedio de la semilla se determina con ayuda del área de salud ocupacional que el máximo de paquetes durante la labor de descarga por trabajador es de 3 paquetes de semilla de caña de azúcar.

Eficiencia en tiempo por labor. Se registro el proceso de mejora frente a la cantidad de paquetes de caña de azúcar sembrada; paquete de semilla de caña (30 estacas por paquete), es decir, la cantidad de paquetes sembrados donde se incluyen tiempos de descargue, cantidad de semilla encadenada y cantidad de semilla tapada; se utiliza como unidad de medida el tiempo que le demora al trabajador realizar una labor determinada en un área lineal de 100 metros.

Descargue de semilla. Se registran los tiempos que le conlleva al personal de la cuadrilla de siembra propia el descargue y organización de la semilla en el área de siembra, registrando el progreso semanal (Gráfica 3).

Gráfica 3

Eficiencia en la Actividad de Descargue por parte de la Cuadrilla de Siembra

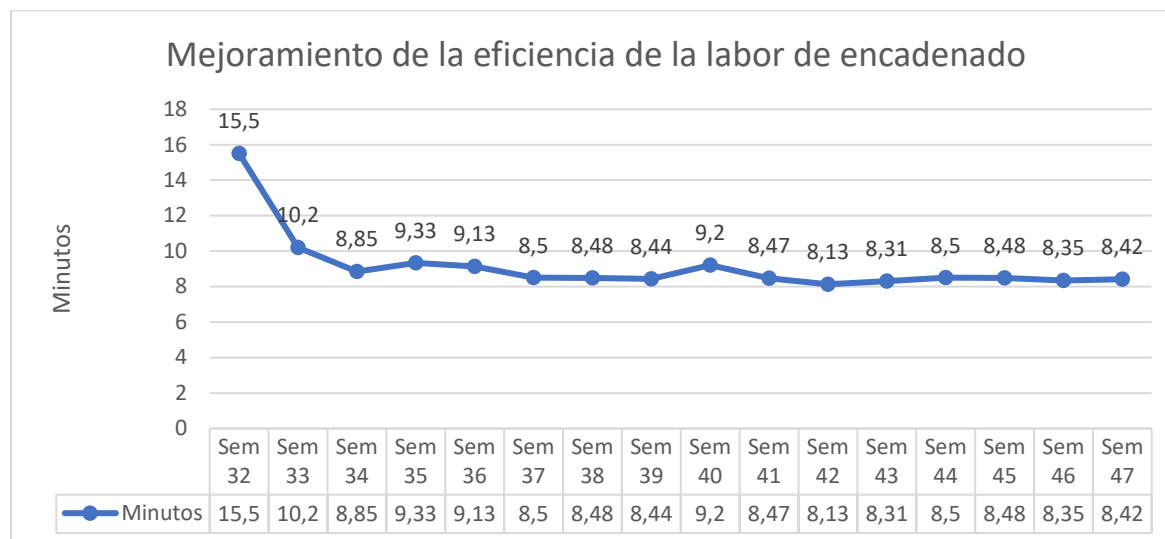


Nota. Eficiencia actividad de descargue de semilla de caña de azúcar, se observa una tendencia general a la baja en el tiempo que se tarda en realizar la labor de descargue y organización de la semilla a lo largo del periodo de 47 semanas. Esto significa que la eficiencia de la labor ha aumentado, iniciando en la semana 32 con tiempo promedio de 150 minutos y finalizando en la semana 47 con tiempo de descargue de 50 minutos. **Fuente.** Autoría propia (2024)

Encadenado de la semilla de caña de azúcar. Se registran los tiempos que le conlleva al personal de la cuadrilla de siembra propia el encadenado de la semilla en el área de siembra, registrando el progreso semanal (Gráfica 4).

Gráfica 4

Eficiencia en la Actividad de Encadenado por parte de la Cuadrilla de Siembra

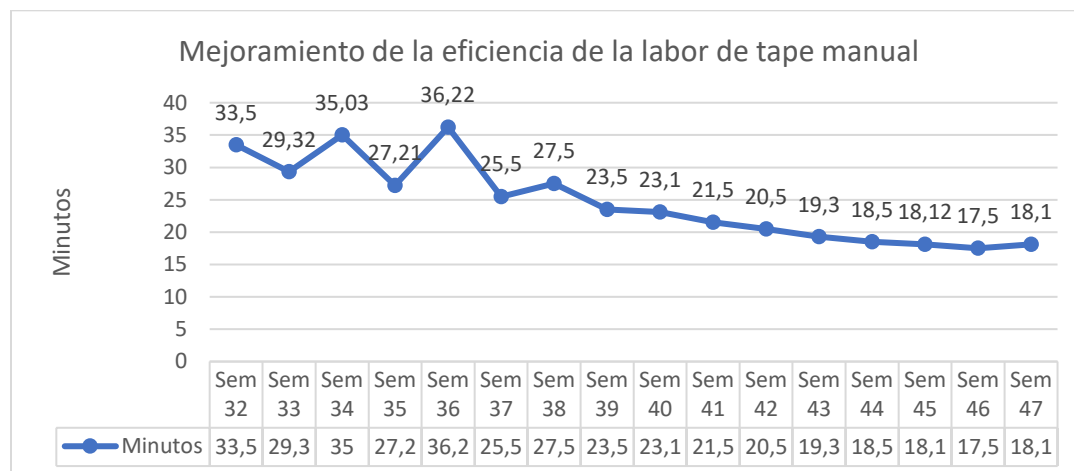


Nota. Eficiencia actividad encade de semilla de caña de azúcar, se observa una tendencia general a la baja en el tiempo que se tarda en realizar la labor de encade a lo largo del periodo de 47 semanas. Esto significa que la eficiencia de la labor ha aumentado, iniciando en la semana 32 con tiempo promedio de 15.5 minutos y finalizando en la semana 47 con tiempo de descargue de 8.42 minutos. **Fuente.** Autoría propia (2024)

Tape manual de semilla de caña de azúcar. Se registran los tiempos que le conlleva al personal de la cuadrilla de siembra propia el tape manual de la semilla en el área de siembra, registrando el progreso semanal (Gráfica 5).

Gráfica 5

Eficiencia en la Actividad de Tape Manual por parte de la Cuadrilla de Siembra



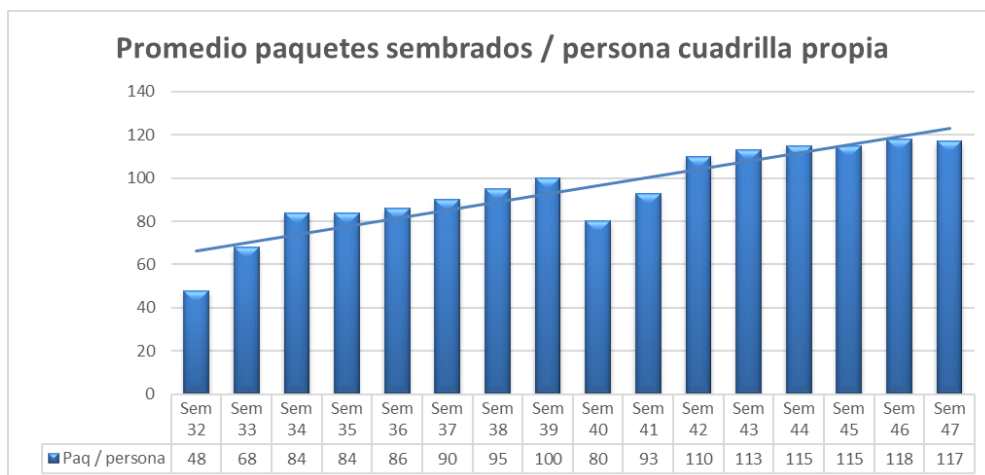
Nota. Eficiencia actividad de tape manual de semilla de caña de azúcar, se observa una tendencia general a la baja en el tiempo que se tarda en realizar la labor de tape manual a lo largo del periodo de 47 semanas. Esto significa que la eficiencia de la labor ha aumentado, iniciando en la semana 32 con tiempo promedio de 33.5 minutos y finalizando en la semana 47 con tiempo de descargue de 18.1 minutos. **Fuente.** Autoría propia 2024

Productividad paquetes de semilla sembrada por persona y área total sembrada

(Ha). Se evalúa el rendimiento en paquetes sembrados de semilla de caña de azúcar por persona y las hectáreas sembradas frente al área en hectáreas para siembra, es decir, cuantas hectáreas entrega sembradas semanalmente la cuadrilla frente al área en hectáreas semanales entregadas por la empresa para siembra. A continuación, se registra la cantidad de paquetes promedio sembrados semanalmente por la cuadrilla propia (Gráfica 6).

Gráfica 6

Promedio Paquetes Sembrados por el Personal de la Cuadrilla Propia

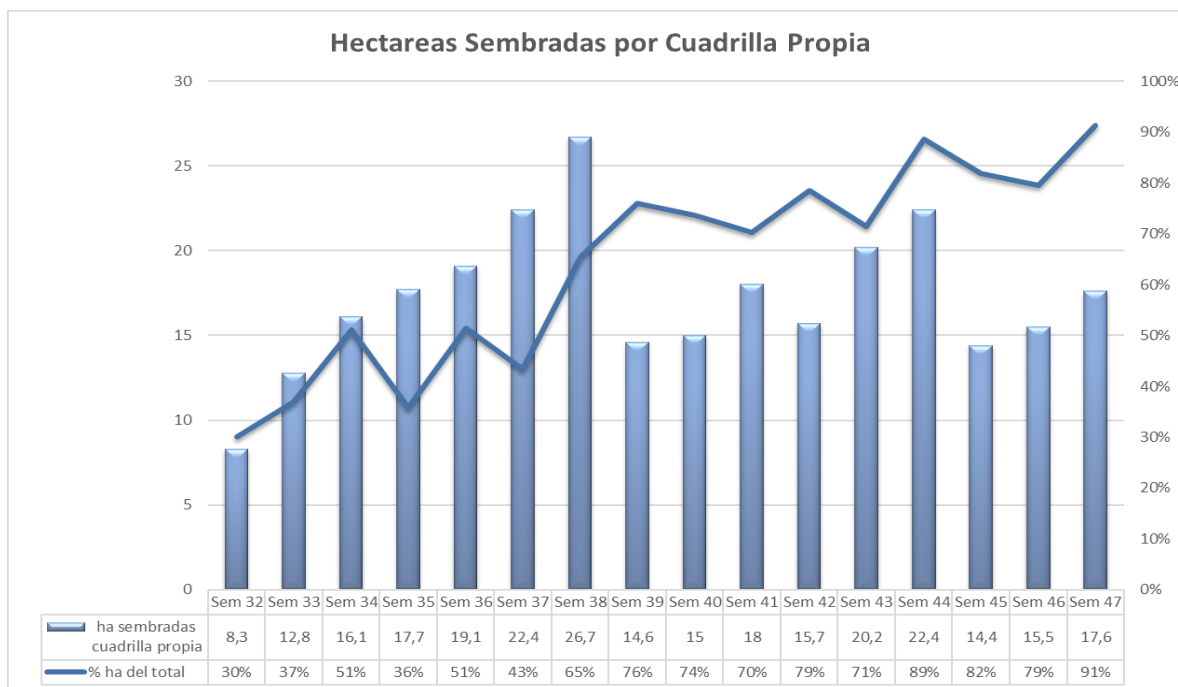


Nota. Promedio de paquetes de semillas sembrados por persona de la cuadrilla propia durante un periodo de 47 semanas. El eje horizontal representa el número de semana, mientras que el eje vertical representa el número de paquetes de semillas sembrados por persona. Se observa que entre las semanas 32 y 47, el promedio de paquetes sembrados por persona supera los 100 paquetes. La semana de mayor siembra es la 47, con un promedio de 118 paquetes por persona. **Fuente.** Autoría propia (2024)

Productividad área sembrada (Ha). Se registra la productividad del área sembrada semana por la cuadrilla propia de siembra frente al área asignada semanal para siembra por parte del Ingenio Pichichi. (Gráfica 7).

Gráfica 7

Hectáreas Sembradas



Nota. Se evidencian las hectáreas sembradas por cuadrilla propia frente al área establecida para siembra. El eje horizontal representa el número de semana, mientras que el eje vertical representa el número de hectáreas sembradas; Se observa una tendencia general al alza en las hectáreas sembradas por cuadrilla propia a lo largo del periodo de 47 semanas. Esto significa que la superficie sembrada ha aumentado; con una variabilidad en las hectáreas sembradas por cuadrilla propia a lo largo del periodo. La semana de mayor siembra es la 47, con un total de 22,4 hectáreas. La semana de menor siembra es la 33, con un total de 14,6 hectáreas; Se observa un aumento significativo en las hectáreas sembradas a partir de la semana 34. **Fuente.** Autoría propia (2024)

Objetivo 5: Estándar de Rendimiento para el Personal de la Cuadrilla de Siembra

Para este apartado se documentaron instructivos para el desarrollo de la labor, teniendo en cuenta la integralidad de las áreas involucradas. Estos resultados permitieron establecer formatos para continuar con las mediciones y dar continuidad con toda la estructuración de la cuadrilla, asegurando su sostenibilidad en el tiempo. Paralelo a los resultados obtenidos se realiza un benchmarking (Tabla 6) realizado a un ingenio azucarero de la zona el cual cuenta con cuadrilla propia de siembra, por aporte para la definición de estándar de rendimiento a establecer por la empresa Ingenio Pichichi.

Tabla 6

Benchmarking Siembra Manual Ingenio Azucarero

Ítem	Ingenio Azucarero	Observación
Número de personas en siembra	30	Distribución: 30 personas en siembra (2 frentes de siembra) 40 personas en corte (2 frentes de corte) 9 resto de personal están distribuidos en las tareas de supervisión y logística de transporte de semilla
Número de personas en descargue	90	El mismo personal de siembra realiza la descarga
Competencia del personal	Mayor 1 año	Selección exhaustiva por condiciones SST
Supervisor	Cabo	2 cabos de siembra y 2 de corte
Compensación siembra	\$ 42,232 / día + \$444,5 / paquete adicional	No existe topo máximo de pago
Compensación descargue	\$ 130 / paquete	

Meta de siembra paquete / día	95	Cuenta con meta por tipo de terreno
Promedio eficiencia paquete / día	120	Terreno difícil: mayor a 70 paquetes / día, terreno medio: mayor a 95 paquetes / día
Meta de siembra semana en Ha / día	6-7	hasta 60 Ha semanales
Herramienta	Pala liviana y cabo medio	Las palas son retomadas de otras labores de campo
Altura pala	150 -160	Depende del trabajador, cada pala se ajusta acorde a la necesidad

Nota: Benchmarking realizado al proceso de siembra de caña de azúcar a un ingenio azucarero de la zona de influencia del ingenio Pichichi. **Fuente.** Autoría propia (2024)

Para finalizar y de acuerdo con los resultados de la evaluación de la cuadrilla propia de siembra manual, se definieron los rendimientos mínimos y la calidad aceptable para cada labor dentro de la actividad de siembra (Tabla 7).

Tabla 7

Estándar de Rendimiento para el Personal de la Cuadrilla de Siembra.

Ítem	Ingenio Pichichi	Observación
Número de personas en siembra	29	Distribución: 29 personas en siembra (2 frentes según necesidad)
Número de personas en descargue	7	El mismo personal de siembra realiza la descarga
Competencia del personal	Mayor 1 año	Selección exhaustiva por condiciones SST
Supervisor	Auxiliar campo	un auxiliar de campo
Compensación siembra	Valor destajo por labor / día	No existe topo máximo de pago
Compensación descargue	Valor destajo	

Meta de siembra paquete / día	90	No se establece meta por condición del terreno
Promedio eficiencia paquete / día	110	No se establece meta por condición del terreno
Meta de siembra semana en Ha / día	5-6	Hasta 35 Ha semanales
Herramienta	Pala liviana y cabo medio	Palas Estandarizadas para labor de siembra
Altura pala	135- 150	Depende del trabajador, cada pala se ajusta acorde a la necesidad

Nota. Estándares establecidos para la labor de siembra en el Ingenio Pichichi S.A. **Fuente.** Gestión documental

Ingenio Pichichi. (2024)

Conclusiones

Luego de efectuar este estudio, se puede concluir acorde a los objetivos establecidos, en el proceso de mejora y estructuración de la cuadrilla de siembra manual en el Ingenio Pichichi, S.A, que la implementación de la matriz de Vester permitió identificar de manera clara y estructurada las problemáticas más críticas y relevantes asociadas a la siembra manual de caña de azúcar. Esta herramienta facilitó la priorización de los problemas a abordar, lo cual fue fundamental para enfocar los esfuerzos de mejora de manera efectiva.

Un paso crucial fue la caracterización detallada de las herramientas y equipos de protección personal utilizados por el personal de siembra. Este análisis permitió identificar posibles riesgos y establecer medidas preventivas para garantizar la seguridad de trabajadores. De esta manera, no solo mejoro las condiciones laborales, sino que también se cumplió con los más altos estándares en el área de salud ocupacional.

Para garantizar la efectividad del entrenamiento impartido, el acompañamiento constante en el campo fue una acción claramente positiva, demostrando ser una herramienta poderosa para fortalecer las habilidades técnicas de los trabajadores, impactando positivamente en la eficiencia y seguridad del proceso de siembra. El aumento en la productividad y la calidad del trabajo reflejó claramente el impacto positivo de invertir en el desarrollo de las competencias del personal.

La implementación de un método de remuneración por unidad de obra incentivó la eficiencia y el rendimiento de la cuadrilla de siembra. Esta estrategia contribuyó a motivar a los

trabajadores y a establecer una relación directa entre el esfuerzo individual y la compensación recibida, lo cual impactó positivamente en la productividad del equipo.

Finalmente, se realizó una evaluación de los resultados del proceso de mejora de la cuadrilla de siembra, centrándose en la eficiencia en el tiempo por labor y la productividad final de la cuadrilla durante el proceso de siembra de caña de azúcar, permitiendo medir de manera objetiva la eficiencia del personal de la cuadrilla durante la realización de cada una de las labores que conforman la siembra, estableciendo criterios claros y medibles para futuras evaluaciones. De esta manera, podemos identificar áreas de mejora y tomar las medidas correctivas necesarias para optimizar aún más el desempeño de la cuadrilla.

Basado en los resultados generales obtenidos de la medición de la efectividad y productividad de la cuadrilla de siembra propia, se puede concluir que las acciones implementadas para mejorar la eficiencia y la seguridad en el proceso de siembra manual de caña de azúcar en el Ingenio Pichichi han tenido un impacto positivo.

El acompañamiento en campo para evaluar la efectividad de las acciones realizadas ha garantizado que el personal adquiera los conocimientos y competencias necesarias para realizar sus labores de manera eficiente y segura. Además, se ha observado un aumento en la productividad, con una tendencia general al alza en las hectáreas sembradas por la cuadrilla propia a lo largo del periodo de evaluación. La implementación de estándares de rendimiento y la documentación de resultados han permitido establecer formatos para continuar con las mediciones y asegurar la sostenibilidad de la cuadrilla en el tiempo. En resumen, los resultados muestran que las medidas tomadas han contribuido a mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad del trabajo de siembra manual de caña de azúcar en el Ingenio Pichichi.

Glosario

Cabo: En el ámbito laboral se refiere a un trabajador con experiencia que tiene a su cargo un grupo de trabajadores.

Astil de pala: Mango, ordinariamente de madera, que tienen las hachas, azadas, picos y otros instrumentos semejantes.

Cuadrilla: Una cuadrilla de trabajo es un grupo de personas organizadas para realizar una tarea específica.

Descargue de la semilla de caña de azúcar: Proceso mediante el cual se realiza la distribución de los paquetes de caña de azúcar desde el vehículo de transporte hasta el área de siembra.

Eficiencia agrícola: Se refiere a la capacidad de producir la mayor cantidad de productos, actividades o servicios agrícolas con la menor cantidad de recursos posibles. Barajas, M. y Pabuena, J. (2023)

Encadenamiento de semilla de caña de azúcar: hace referencia a la organización de la semilla en el surco, esta labor consiste en colocar la semilla de caña de azúcar de manera uniforme a lo largo del surco, con la distancia adecuada entre ellos.

Herramientas de trabajo: Son las que se utilizan para realizar la actividad de siembra de caña de azúcar para este caso se debe utilizar una pala con cabo, ya que es adecuado para realizar el taje manual.

Siembra de caña de azúcar: Es el proceso de plantar tallos de caña de azúcar en el suelo para iniciar un nuevo cultivo. Se diferencia de la siembra de semillas en que se utilizan trozos de tallo, llamados esquejes o estacas, en lugar de semillas.

Destajo: Es un sistema de remuneración en el que el trabajador recibe un pago fijo por cada unidad de trabajo completada, independientemente del tiempo que haya tardado en realizarla.

Retape de semilla de caña de azúcar: Consiste en realizar un recubrimiento manual con tierra o suelo a semilla que se evidencien expuestas a la intemperie luego de la realización del tape manual.

Riesgo físico: es un agente, factor o circunstancia que puede causar daño con o sin contacto. Pueden clasificarse como tipo de riesgo laboral o riesgo ambiental. Los riesgos físicos incluyen riesgos ergonómicos, radiación, estrés por calor y frío, riesgos de vibración y riesgos de ruido

Riesgo: Según Silva, D (2017) es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro” (Pág.5). Si bien no siempre se hace, debe distinguirse adecuadamente entre peligrosidad y, vulnerable y riesgo.

Salud: “Estado en que un ser u organismo vivo no tiene ninguna lesión”. (Diario Centro América, 2020)

Seguridad en el trabajo: “es la disciplina encuadrada en la prevención de riesgos laborales cuyo objetivo es la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.” (Bosa, D.2020)

Surco: Se define como una hendidura o canal alargado que se realiza en el suelo para la siembra, riego y drenaje del cultivo.

Tape de semilla de caña de azúcar: Cubrimiento manual con tierra o suelo de la semilla encadenada en el surco de manera manual, en este caso se hace uso de una herramienta manual

Referencias Bibliográficas

Barajas, M. Y Pabuena, J. (2023) *Determinantes de la eficiencia de la agricultura del nororiente colombiano en el año 2019.*

https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/20529/2023_Articulo_Liliana_Barajas.pdf?sequence=1

Bosa, D. (2020) *Liderazgo en función de la seguridad y salud en el trabajo.*

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37060>

Corporación Universitaria Minuto de Dios (2021) *Entender-Analizar Caja de herramientas.*

https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/Vacaciones2021/Herramientas_Entender_Analizar_Ruta_de_Innovacion_Social_PCIS_ISF.pdf

Diario Centro América, Ministerio de Salud Pública de Guatemala y OMS. (2020) *Definición de salud.* <https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/testimonial/ministerio-de-salud-publica-y-la-oms/>

Mercadé, L. O. (2008). *La caña de azúcar: un viaje, una historia, un recuerdo. Péndulo: Revista de Ingeniería y Humanidades*, (19), 76-93. <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-LaCanaDeAzucar-6162023.pdf>

Ministerio de Protección Social (2011) *Código Sustantivo del trabajo.*

<https://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1539/CodigoSustantivodelTrabajoColombia.pdf>

Ramos, O. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia.* Colombia. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia).

https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf

Silva, D. (2017) *La riesgosidad: un nuevo paradigma y desafío pericial*.

<https://www.acfra.org.ar/wp-content/uploads/2021/01/la-riesgosidad-un-nuevo-paradigma-y-desafio-pericial.pdf>

YARA Knowledge grows (s.f) *Principios agronómicos en caña de azúcar*.

<https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/principios-agronomicos-en-cana-de-azucar/>