

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Lean Six Sigma en la Industria Florícola: Análisis de
Productividad de los Procesos del Área de Propagación**

Francisco Josué Carrera Mazón

Marcelo Jair Huilcamaigua Guanoluisa

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Quito, 22 de diciembre de 2021

Universidad San Francisco de Quito USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Lean Six Sigma en la Industria Florícola: Análisis de Productividad de los
Procesos del Área de Propagación**

Francisco Josué Carrera Mazón

Marcelo Jair Huilcamaigua Guanoluisa

Nombre del profesor, Título académico

Danny Navarrete, M.Sc.

Quito, 22 de diciembre de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Francisco Josué Carrera Mazón

Código: 00137191

Cédula de identidad: 1717876948

Nombres y apellidos: Marcelo Jair Huilcamaigua Guanoluisa

Código: 00120904

Cédula de identidad: 0503246456

Lugar y fecha: Quito, 22 de diciembre de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

Resumen

Tanto la metodología six sigma como lean manufacturing están relacionados con la filosofía de mejora continua que se puede aplicar a diversos sectores de la industria para el mejor funcionamiento de los procesos productivos y estratégicos que garantizan el cumplimiento de los objetivos de la empresa frente a demanda variable en cantidad y en calidad. El presente estudio aplica esta metodología en el sector florícola en búsqueda de mejorar procesos productivos, reducir niveles de desperdicio, estandarizar el rendimiento de los trabajadores por medio de la metodología DMAIC. La florícola presentaba problemas para analizar la información a tiempo real debido a su ineficiente forma de registro y almacenamiento de datos generados diariamente, mala gestión de actividades vinculadas a la producción semanal y bajo interés por implementar buenas prácticas agrícolas. Se aplicó un análisis estadístico enfocado a la variabilidad de los procesos y operarios, capacidad del proceso a largo plazo y velocidad de trabajo considerando indicadores como el tiempo takt y tiempo de ciclo. A través de las fases de la metodología DMAIC se encontraron cuáles son las actividades que generaban desperdicios, para lo cual se realizó un análisis que permitió establecer mejoras obteniendo una disminución en el porcentaje de desperdicio en el proceso de propagación, una aplicación para administrar los datos generados, una nueva metodología para el conteo y verificación de la producción y finalmente una estructura para compartir criterios de calidad; obteniendo 13 % más de ganancia por día comparado a la etapa previa del estudio.

Palabras clave: DMAIC, propagación, variabilidad, rendimiento, operarios.

Abstract

Both the Six Sigma and Lean Manufacturing methodology are related to the philosophy of continuous improvement. This can be applied to various sectors of the industry for the best performance of production processes, that guarantee the fulfillment of the company's objectives in the face of variable demand in quantity and quality. This study applies this methodology in the floriculture sector looking for improving production processes, reducing waste levels, and standardizing worker performance through the DMAIC methodology. The floriculture company had problems analyzing the information in real time due to its inefficient way of recording and storing daily generated data, poor management of activities related to weekly production and low interest in implementing good agricultural practices. A statistical analysis was applied focused on the variability of processes and operators, long-term process capacity and work speed, considering indicators such as takt time and cycle time. Through the phases of the DMAIC methodology, the activities that generate waste were found, for which an analysis was carried out that allowed establishing the possible improvements, obtaining a decrease in the percentage of waste in the propagation process, an application to manage the data generated, a new methodology for the counting and verification of production and finally a structure to share quality criteria; obtaining 13% more profit per day compared to the previous stage of the study.

Keywords: DMAIC, propagation, variability, performance, operators.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISIÓN LITERARIA	14
3.1. METODOLOGÍA DMAIC	14
3.2. LEAN MANUFACTURING.....	15
3.3. HERRAMIENTAS DE LEAN SIX SIGMA	16
4. CASO DE ESTUDIO	17
5. SELECCIÓN DE METODOLOGÍA.....	17
6. FASE DEFINIR.....	18
6.1. Project Charter.....	18
6.2. SIPOC	19
6.3. PROCESO AS-IS.....	19
6.4. VOZ DEL CLIENTE INTERNO.....	20
6.5. DETALLES SUBPROCESOS COSECHA - SIEMBRA - CLASIFICACIÓN	21
6.5.1. ANÁLISIS DE PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL PROCESO.....	21
6.5.2. ACTIVIDADES: CTQ'S.....	22
6.5.3. TAMAÑO DE MUESTRA.....	24
7. FASE MEDIR.....	26
7.1. PROBLEMA: INCUMPLIMIENTO DE RENDIMIENTOS POR PERSONA EN COSECHA..	26
7.1.1. LÍNEA BASE DEL PROCESO	26
7.1.2 TIEMPO TAKT Y TIEMPO DE CICLO.....	27
7.2. PROBLEMA: INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO SIEMBRA.....	30
7.2.2. TIEMPO TAKT Y TIEMPO DE CICLO.....	30
8. FASE ANALIZAR.....	33
8.1. PROBLEMA INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO COSECHA	33
8.1.1. CAPACIDAD DEL PROCESO	33
8.1.2. ANÁLISIS DE VARIANZA.....	34
8.1.3. ANALISIS DE RENDIMIENTO PERSONAL	36
8.1.4. MATRIZ CAUSA Y EFECTO.....	36
8.2. PROBLEMA INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO SIEMBRA	38
8.2.1. CAPACIDAD DEL PROCESO	38
8.2.3. ANALISIS DE RENDIMIENTO PERSONAL	40
8.2.4. MATRIZ CAUSA Y EFECTO.....	40

9.	FASE MEJORAR: HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS	42
9.1.	APPSHEET	42
9.1.1.	ANÁLISIS DE BENEFICIOS	42
9.2.	POKA-YOKE	43
9.2.1.	EVALUACION DE TIEMPO DE VERIFICACIÓN	43
9.3.	CAPACITACIONES	44
9.3.1.	SITUACIÓN ACTUAL	44
9.4.	PAUSAS ACTIVAS	44
9.4.1.	PROPUESTA DE PLAN	44
9.5.	ASIEN TO DE DESCANSO	45
9.5.1.	DISEÑO BASE	45
10.	ESTUDIO DE COSTOS	46
11.	CONCLUSIONES	48
12.	RECOMENDACIONES	50
13.	LIMITACIONES	51
14.	REFERENCIAS	52
15.	ANEXOS	56
	Anexo #1 Project Charter	56
	Anexo #2 SIPOC COSECHA	57
	Anexo #3 SIPOC SIEMBRA	59
	Anexo #4 SIPOC CLASIFICACIÓN	60
	Anexo #5. Proceso AS - IS Cosecha	61
	Anexo #6 Proceso AS - IS Siembra / Clasificación	62
	Anexo # 7 Funcionamiento APPSHEET	63
	Anexo #8 Diseño final – Prototipo Aplicación	64
	Anexo # 9 Diseño final – Prototipo Aplicación	66
	Anexo #10 Diseño final – Prototipo Aplicación	67
	Anexo #11 Ventajas y Desventajas del APPSHEET	68
	Anexo #12 Planes de pago	68
	Anexo #13 Implementación Poka Yoke	69
	Anexo #14 Resultados POKA-YOKE	69
	Anexo #15 Programa de pausas activas	70
	Anexo #16 Idea banco de descanso	70
	Anexo #17 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de cosecha ASTER	71
	Anexo #18 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de cosecha SOLIDAGO	71

Anexo #19 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de siembra ASTER	72
Anexo #20 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de siembra SOLIDAGO	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala hedónica de 5 puntos - Importancia para el cliente	22
Tabla 2. Escala hedónica de 5 puntos - Grado de no conformidad.....	22
Tabla 3. CTQ´s cosecha.....	23
Tabla 4. CTQ´s siembra.....	23
Tabla 5. CTQ´s clasificación	23
Tabla 6. Matriz de frecuencia (importancia relativa).....	24
Tabla 7. Clasificación de medias Cosecha - Prueba LSD Fisher.....	36
Tabla 8. Matriz Causa y efecto: Incumplimiento del rendimiento diario subproceso de cosecha.....	37
Tabla 9. Clasificación de medias Siembra- Prueba LSD Fisher	40
Tabla 10. Matriz Causa y efecto: Incumplimiento del rendimiento diario subproceso de siembra.....	41
Tabla 11. Comparación de costos Antes Vs Después.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica # 1 Diagrama de procesos Valleflor.....	20
Gráfica # 2 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster.....	28
Gráfica # 3 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Solidago	29
Gráfica # 4 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster.....	31
Gráfica # 5 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster.....	32
Gráfica # 6. Capacidad del proceso del rendimiento en Cosecha.....	34
Gráfica # 7 ANOVA cosecha	35
Gráfica # 8 ANOVA siembra	35
Gráfica # 9. Capacidad del proceso del rendimiento en Cosecha.....	39

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente el desarrollo del mercado de flores desde el año 1990 a 2020 han tenido un incremento promedio anual del 15% (Sánchez, et al. 2020). Tal evolución ha permitido colocar a este producto como los 5 productos no petroleros con mayor exportación a nivel mundial. Así es como las flores se ubican en la posición número 5 con una cantidad de ingresos de 820 millones (Sánchez, et al. 2020). A pesar de ser unos de los productos con mayores exportaciones, se presentó un decrecimiento del 6% con respecto a años anteriores debido al impacto de la pandemia en procesos logísticos (EXPOFLORES, 2020). Dicha situación provocó una disminución en la demanda de flores de verano a nivel mundial afectando el valor unitario del producto. Desde el año 2020 se presentó una disminución del valor en un 3% en comparación con el año 2019 (de \$ 5,6 kg a \$ 5,4 kg), llegando a ser el valor más bajo registrado en los últimos 5 años (EXPOFLORES, 2020). En base al diagnóstico del sector florícola en Ecuador realizado por (Sánchez, et al. 2020), la participación de fincas productoras flores por provincia se distribuye para Pichincha con participación del 17,54%, Carchi con participación del 14,22%, Cotopaxi con participación del 11,37% e Imbabura con participación del 11,37%.

Del total de producción de flores a nivel nacional el 4% de la producción se destina al consumo local y el 96% restante se destina a las exportaciones. En las florícolas se pueden encontrar tres procesos principales para el correcto desarrollo de las flores desde su estado de esqueje hasta su estado de madurez. El primer proceso es el de propagación, área encargada del cuidado de los brotes iniciales o esquejes de una flor y que se subdivide en cuatro; cosecha, siembra y clasificación mismos que serán objeto de estudio. El segundo proceso es Cultivo, zona designada para la siembra de los esquejes maduros salientes del proceso de propagación, en esta área los esquejes se desarrollarán hasta antes de la formación de flores y serán cortados dando inicio al tercer proceso de Postcosecha, área de manufactura encargada del empaquetado

y carga de camiones para envío a punto de exportación. Dentro de todo el proceso productivo se estima un 20% de desperdicio que se distribuye equitativamente para los procesos principales, asignando un 7% del desperdicio al subproceso de propagación, un 6% al subproceso de cultivo y un 7% para el proceso de postcosecha (Valleflor, 2021).

Por medio de la evolución aparece la metodología DMAIC, caracterizada por ser utilizada en la resolución de problemas complejos, trabajar con gran cantidad de datos y sobre todo contar con un tiempo de aplicación amplio. Enfocándose principalmente en la velocidad con la que trabajan los procesos y la reducción de una posible variabilidad.

La metodología de trabajo que mejor encaja a los estándares de nuestro proyecto es la metodología DMAIC como menciona (Gerges, 2020) en su artículo: “El método Lean Six Sigma, clave en la mejora de los procesos de tu empresa”, la metodología busca abordar problemas para mejorar la calidad de los procesos y aumentar satisfacción de los clientes. Sin embargo, este tipo de problemas puede resolverse de forma correcta cuando existe un empoderamiento de los operarios, es decir una buena comunicación y coordinación interdepartamental, facilitando la implementación de los proyectos Six Sigma como menciona Redacción APD, en su artículo: “Lean Six Sigma: ¿Como funciona esta metodología para reducir fallas?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Controlar, planificar y estandarizar el nivel de productividad esperada de los subprocesos de cosecha y siembra mediante la implementación de la metodología DMAIC con enfoque en lean manufacturing.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cada uno de los procesos del área de propagación y sugerir opciones de mejora en función de los problemas identificados.
- Reconocer y analizar cada una de las actividades críticas dentro del área de propagación que me generan desperdicios, tales como esperas y movimientos innecesarios a fin de generar flujo continuo de trabajo.
- Determinar la causa raíz de los problemas para proponer oportunidades de mejora en la florícola.
- Optimizar la organización de tareas para llevar un mejor control sobre el rendimiento del proceso.

3. REVISIÓN LITERARIA

3.1. METODOLOGÍA DMAIC

La herramienta Seis Sigma comenzó en Motorola con el Ingeniero Bill Smith a finales de los años 80 en un principio como una estrategia de mejora de la calidad (Sanchez, 2005) Adicionalmente se puede complementar esta metodología con diferentes herramientas Lean, dando lugar a Lean Six Sigma. En la actualidad Lean Six Sigma establece como prioridad llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPM). Lean se especializa en la velocidad de procesos, mientras que Seis Sigma, se enfoca en incrementar la calidad; pero al trabajar conjuntamente se busca una mejora en los procesos provocando un incremento en la productividad (APD, 2019).

Existen artículos académicos que dan entrada a los conocimientos de Lean Six Sigma en la industria florícola como: ‘Aplicación de la metodología DMAIC en el área de cultivo de la finca Florícola Rose Connection Rosecon Cia. Ltda para el mejoramiento de la productividad’ (Matute,2017), donde expone cómo se puede aplicar la metodología DMAIC en la industria de las flores, la utilidad de las diferentes herramientas basadas en pensamiento

estadístico para cada una de sus fases, así como también la implementación de mejoras en los distintos subprocesos, obteniendo como resultado un incremento del 6.45% en la productividad.

Otro artículo académico en particular: ‘Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de Postcosecha de la empresa florícola Nevado Roses de la ciudad de Salcedo para el mejoramiento productivo’ (Quishpe, 2020), se expone el análisis al proceso productivo mediante la utilización de diversas herramientas de Lean Manufacturing por ejemplo: mediante el diagrama VSM se identificaron las operaciones y movimientos innecesarios ejecutados. Posteriormente se realizó una evaluación de nivel 9’S, se desarrolló un TPM (plan de mantenimiento) e implementación de un sistema de control de calidad por medio de la herramienta MAC (matriz de auto calidad). Obteniendo como resultados un tiempo de proceso menor de 12,66 minutos, una evaluación final del 89,71% respecto al orden y limpieza del área de trabajo y en términos de productividad se amplió el rendimiento de 1.5 tallos/min a 1.71 tallos/min (Quishpe, 2020).

La industria florícola, en los últimos años ha presentado una disminución respecto al tema de exportaciones y demanda local, por tal motivo se ha generado una disminución en la productividad dentro de los distintos procesos de trabajo. Para el 2022 se prevé que el consumo a nivel prepandemia puede volver. (Expoflores, 2020). De acuerdo con el Departamento Económico Expoflores (2020), si bien se espera llegar al nivel en el año 2020, esto aplica para Estados Unidos y La Unión Europea. Estas situaciones provocan que la demanda incremente, obligando a modificar la capacidad de producción, por lo cual se debería tener un estudio o un proyecto como respaldo para enfrentar esta situación.

3.2. LEAN MANUFACTURING

Existen pocos estudios que permitan analizar la aplicación de Lean Manufacturing en la industria florícola, sobre todo en la última etapa del proceso de producción y exportación de

flores. Uno de estos estudios: Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de Postcosecha de la empresa florícola Nevado Roses de la ciudad de Salcedo para el mejoramiento productivo, el cual detalla los resultados de cada una de las herramientas involucradas en el proyecto, sin embargo, el estudio fue aplicado en el área de postcosecha, etapa final del proceso de producción de flores. Uno de los puntos claves del estudio es la productividad, es decir la velocidad con la que se trabaja dentro de los procesos. Lean Manufacturing es la filosofía que se encarga de mejorar y optimizar el sistema de producción mediante distintas herramientas estadísticas por lo cual existen diferentes estudios que brindan la oportunidad de comprender sus resultados en distintas industrias con diferentes herramientas, pero con un objetivo en particular: mejorar, incrementar u optimizar la productividad del proceso.

3.3. HERRAMIENTAS DE LEAN SIX SIGMA

Capacidad del proceso: se considera un periodo de tiempo largo para que los factores externos no influyen en el proceso (Ruiz-Falcó, 2006). El índice Pp engloba la dispersión en las especificaciones superior e inferior y la dispersión de la variabilidad del proceso, por otro lado, el índice Ppk engloba la distancia entre la media del proceso, el límite de especificación más cercano y la dispersión unilateral del proceso (SupportMinitab, 2019).

ANOVA: Buscando verificar la relación entre factores para aceptar o rechazar la hipótesis de igualdad se concluye en base al estadístico F o al valor p obtenido (Mongomey & Runger, 2003). La hipótesis nula estipula que al menos una de las medias muestrales son diferentes y la hipótesis alterna que al menos una media es diferente al resto. Como complemento al estudio ANOVA es posible realizar una prueba de comparación entre los pares de medias una vez se concluya que al menos una media de las muestras es diferente (SupportMinitab, 2019).

4. CASO DE ESTUDIO

El proyecto se desarrolló en una empresa del sector florícola especializada en la producción de flores de verano. Mediante charlas con el gerente y jefa de propagación se constató la existencia de problemas dentro del área de propagación relacionadas al cumplimiento con el nivel de demanda de las variedades más vendidas. Por esto se ha generado una mala gestión de información dentro del área de trabajo ocasionando retrasos en el cronograma de planificación, elevando el número de horas extra y disminuyendo la calidad del servicio.

Existen numerosos estudios enfocados en la última etapa de la cadena de producción de flores (poscosecha) pero por requerimientos del cliente se estableció el proyecto con un enfoque en el área de propagación. Esta cadena de producción funciona con los subprocesos de cosecha, siembra y clasificación mismos que serán analizados buscando disminuir problemas frecuentes.

5. SELECCIÓN DE METODOLOGÍA

Six Sigma tiene un enfoque hacia la mejora continua buscando un mayor nivel de efectividad para las organizaciones que desean elevar su nivel de productividad y de servicio al cliente (Bonilla, 2020). Esta metodología tiene como enfoque principal el incremento de la calidad, la velocidad de trabajo y sobre todo la satisfacción del cliente. Los proyectos que trabajan bajo la perspectiva de Seis Sigma infieren en la metodología DMAIC (Matute, 2020). El DMAIC guía proyectos en la eliminación de desperdicios en flujo y operaciones, incremento en los niveles de calidad, reducción de tiempos de entrega, y disminución de la variación dentro de los procesos (Mesa & Carreño, 2020).

Lean manufacturing es una disciplina que permite generar negocios más productivos y competitivos, excluyendo cualquier actividad que no incorpore valor a procesos (Bonilla,

2020). El planteamiento principal busca generar valor mediante la creación de un flujo continuo a través de toda la cadena de suministro (Mesa & Carreño, 2020).

Debido a que Six Sigma y Lean manufacturing son dos metodologías complementarias. Se busca que los coordinadores de producción y el personal de soporte mantengan una comunicación fluida generando un vínculo de confianza, el cual es considerado como la base para la consecución de mejora continua y la participación del personal (Bonilla, 2020). Dentro de las herramientas de Lean Six Sigma, destaca la capacidad del proceso y la metodología complementaria de trabajo estandarizado. La estandarización de trabajos emplea conceptos importantes como el tiempo takt, sucesión de tareas y capacidad del proceso. El trabajo estándar tiene una perspectiva centrada en la organización y las especificaciones similares de cada uno de los pasos para elaborar el proceso de manufactura (Mesa & Carreño, 2020).

6. FASE DEFINIR

El objetivo principal de esta fase es comprender el funcionamiento de los subprocesos del área de propagaciones este caso se tomó como referencia el diagrama SIPOC, la voz del cliente (VOC), definición del proceso AS-IS e indicadores críticos (CTQ's). que se detallaran en los siguientes puntos.

6.1. Project Charter

Para tener en claro cómo funciona la empresa y toda la información requerida para cumplir con los objetivos planteados para el proyecto, se elaboró un documento de Project charter. En este documento se logró sintetizar de forma detallada cada uno de los temas que servirán de guía a cada una de las personas implicadas. Adicionalmente, ayudo a evitar la realización de modificaciones que puedan generar inconvenientes o problemas al transcurrir el proyecto. Este documento se visualiza en el (Anexo 1).

6.2. SIPOC

Realizar el diagrama SIPOC para cada uno de los subprocesos definidos permitió comprender qué procesos productivos agrícolas son de entrada y cuales son de salida, es decir, todos los esquejes de flores cosechados al final de la jornada del subproceso de cosecha son los mismos esquejes que se procesarán en siembra y, dependiendo de si se cosechó y sembró correctamente, pasarán al subproceso de clasificación. El diagrama SIPOC permite resaltar el hecho de que las actividades realizadas en el proceso de clasificación dependen de la eficiencia en procesos previos. El detalle de los diagramas SIPOC para cada uno de los subprocesos de cosecha, siembra y clasificación se muestran en los anexos 2, 3 y 4 respectivamente.

6.3. PROCESO AS-IS

La estructura de la florícola está basada en tres procesos principales como se muestran en la gráfica 1:

- Propagación: Área designada para la generación, cuidado y desarrollo inicial de esquejes de flores.
- Cultivo: Área designada para el desarrollo de las flores desde su estado de esqueje hasta a su estado de flor y su respectiva cosecha.
- Postcosecha: Área designada a la manufactura de bonches para exportación.

El alcance del presente proyecto se enfoca en el proceso de propagación considerando los subprocesos conocidos como: cosecha, siembra y clasificación.

Gráfica # 1 Diagrama de procesos Valleflor



Fuente: Autores

Al analizar las actividades de los procesos productivos de la florícola, se observó que no existe ningún levantamiento de procesos o información clave que pueda ser compartida a los miembros involucrados. Para los subprocesos analizados se realizó el levantamiento de los procesos As-Is con el objetivo de conocer las actividades en función de las observaciones realizadas. Las actividades para el subproceso de clasificación se incluyen en el diagrama del proceso de siembra debido a que se lo considera como una actividad opcional a esta. El detalle de los procesos en lenguaje BPMN se muestran en los Anexos 5 y 6.

6.4. VOZ DEL CLIENTE INTERNO

Comprender mejor las necesidades y las expectativas de los clientes internos permitirá comprender las bases y alcance del proyecto (Fediuk, 2020). Se obtuvo información más detallada sobre las percepciones tanto del trabajador respecto al proceso en el cual trabaja como del gerente respecto al procesos del cual gestiona. Por medio de entrevistas personales con gerencia se establecieron los principales problemas de forma macro, mientras que los distintos

jefes de área de propagación supieron exponer dificultades como: almacenar información, visualizar datos en tiempo real y sobre realizar análisis comparativo respecto al nivel de productividad.

Al ser una empresa productora de flores, existe una gran variedad de flores que pertenecen al proceso productivo. Por consiguiente, no todas cuentan con un alto volumen de producción. La variedad Aster y Solidago son los principales tipos de flores con mayor nivel de demanda, juntas representan un 60% de la demanda total. Adicionalmente se identificó que cada uno de los días se realiza un proceso productivo diferentes; de lunes a viernes se realizan las actividades normales, sin embargo, si existe retrasos o incumplimientos con los pedidos, en los días sábado y domingo las actividades continúan con normalidad.

6.5. DETALLES SUBPROCESOS COSECHA - SIEMBRA - CLASIFICACIÓN

6.5.1. ANÁLISIS DE PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL PROCESO

Cada uno de los esquejes que ingresan al proceso de propagación pasan a través de los subprocesos ya mencionados. Analizar cada una de las actividades del proceso podría generar un mayor alcance provocando retrasos en el cronograma establecido. En este caso para el subproceso de cosecha por medio de una entrevista con la jefa de área se determinó que atributos del proceso de cosecha son:

- uniformidad en el rendimiento
- tiempo de traslado
- disponibilidad de herramientas
- seguimiento a los operarios.

Para el subproceso de siembra de igual manera por medio de una entrevista se determinó cuáles son los atributos del subproceso de siembra, encontrando:

- uniformidad en el rendimiento

- disponibilidad de bandejas
- recursos de IBA
- seguimiento a los operarios.

Y finalmente, de la misma forma que los subprocesos anteriores, por medio de una entrevista se identificó cuáles son los atributos para el subproceso de clasificación, encontrando:

- uniformidad de rendimiento
- nivel de desperdicio
- tiempo de traslado
- seguimiento a los operarios.

6.5.2. ACTIVIDADES: CTQ'S

Con el propósito de determinar cuáles son los atributos de mayor importancia, se empleó la herramienta Six Sigma (CTQ) o características críticas de calidad, descubriendo cuales son las características o atributos más importantes para cumplir con las necesidades del cliente. Se utilizaron dos criterios: Importancia para el cliente (IIC) y Grado de no conformidad (GNC), cada uno con su respectivo nivel de escala según las tablas 1 y 2 mostradas a continuación.

Tabla 1. Escala hedónica de 5 puntos - Importancia para el cliente

IIC	Escala
Escasamente importante	1
Poco importante	3
Medianamente importante	5
Importante	7
Muy importante	9

Fuente: (Matute, 2017)

Tabla 2. Escala hedónica de 5 puntos - Grado de no conformidad

GNC	Escala
Muy bajo	1
Bajo	3
Medio	5

Alto	7
Muy Alto	9

Fuente: (Matute, 2017)

Conociendo el puntaje asignado a cada uno de mis atributos por medio del criterio de la importancia para el cliente (IIC) y el grado de conformidad (GNC) se logró determinar el índice de prioridad (IPQ) para cada uno de los subprocessos mostrados en las tablas 3,4 y 5.

Tabla 3. CTQ's cosecha

ATRIBUTOS DEL SERVICIO	IIC	GNC	IPQ	ORDEN
UNIFORMIDAD DE RENDIMIENTO	7	7	49	1
TIEMPO DE TRASLADO	5	1	5	3
SEGUIMIENTO	5	5	25	2

Tabla 4. CTQ's siembra

ATRIBUTOS DEL SERVICIO	IIC	GNC	IPQ	ORDEN
UNIFORMIDAD DE RENDIMIENTO	7	7	49	1
DISPONIBILIDAD DE BANDEJAS	7	3	21	3
SEGUIMIENTO	5	7	35	2

Tabla 5. CTQ's clasificación

ATRIBUTOS DEL SERVICIO	IIC	GNC	IPQ	ORDEN
UNIFORMIDAD DE RENDIMIENTO	5	7	35	2
NIVEL DE DESPERDICIO	9	5	45	1
SEGUIMIENTO	5	5	25	3

Fuente: Autores

Ahora que se conoce los atributos con mayor orden de importancia: uniformidad de rendimiento, seguimiento y nivel de desperdicio. Se elaboró la matriz de frecuencia para conocer el grado de relación entre los atributos-subprocesos y así poder asignar un nivel de prioridad, que nos permite identificar la importancia relativa respecto a los subprocesos analizados. Los subprocesos que alcanzaron un nivel de importancia superior al 50% fueron cosecha y siembra. Sin embargo, se optó por incluir el atributo de desperdicio para el proceso de clasificación por pedido de la jefa de propagación, como se puede ver en la siguiente Gráfica.

Tabla 6. Matriz de frecuencia (importancia relativa)

CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS	PROCESOS			
	COSECHA	SIEMBRA	CLASIFICACIÓN	PRIORIDAD
UNIFORMIDAD EN RENDIMIENTO	3	3	3	5
TIEMPO DE TRASLADO	3	0	0	1
DISPONIBILIDAD DE BANDEJAS	0	3	1	3
SEGUIMIENTO	3	3	3	5
NIVEL DE DESPERDICIO	5	3	1	3
TOTAL	14	12	8	17
IMPORTANCIA RELATIVA	0,82	0,71	0,47	

Fuente: Autores

6.5.3. TAMAÑO DE MUESTRA

Dentro de la industria florícola el rendimiento se contabiliza considerando el número de esquejes o flores procesadas en un intervalo de tiempo; para los macroprocesos de Propagación, Cultivo y Postcosecha el nivel de especificación varía. La florícola acostumbra a medir su rendimiento de forma diaria. Para el presente proyecto se busca un mayor nivel de detalle en cuanto al comportamiento del rendimiento a lo largo de la jornada laboral, analizando el rendimiento por hora. Se considero un tamaño poblacional finito ya que se definió el total de horas laborales disponibles, valor que estará limitado por el número de operarios asignables,

horas laborales diarias y los días destinados para la recolección de datos. Para la estimación de tamaño muestrales se utilizó la fórmula (1) misma que es utilizada por (Matute, 2017) en su estudio de implementación del DMAIC en una florícola enfocada al mejoramiento de la productividad:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N \sigma^2}{Z_{\alpha}^2 N \sigma^2 + (N-1)e^2} \quad (1)$$

En donde Z representa en nivel de confianza deseado, N el tamaño poblacional, la desviación estándar y el error aceptado para el estudio. A continuación, se detalla las consideraciones para cada uno de los parámetros.

Tamaño poblacional: Se consideran el total de operarios asignados a procesos de cosecha (4) y siembra (2), horas diarias laborales (8) durante un total de 14 días. El tamaño poblacional muestra las horas potenciales que se asignaron para realizar cosecha o siembra, nuestro objetivo fue cuantificar el nivel de rendimiento para cada hora recolectada. Es importante considerar que la toma de datos no se realizó en dos semanas corridas, de hecho, el periodo se extendió por dos meses debido a que se preseleccionaron los días en que el estado de camas era el adecuado y así no aumentar la variabilidad en los datos recolectados.

Error muestral: El tamaño de muestra es inversamente proporcional al error esperado; si se incrementa el tamaño de la muestra en el caso de que aumente la precisión y decrece el tamaño de la muestra en caso de que la precisión disminuye (Molina, 2013). Por tal motivo se modificó el nivel de precisión para no extender el tiempo designado en el cronograma de trabajo dado que nuestra unidad de medida es una hora laboral al día. Si buscábamos un mayor nivel de precisión de un 5% (Rodríguez, Férreas & Núñez, sf) como se recomienda en la literatura, el tiempo necesario para la recolección de datos de cada hora sobrepasaría lo planificado en el cronograma.

Nivel de confianza: Para asegurar que las muestras tomadas sean representativas y poder obtener un comportamiento real de cada subproceso se utilizó un nivel de confianza del 90%, para el alcance que tiene el proyecto se consideró prudente utilizar este valor de Z debido a limitaciones que se hubieran presentado para el equipo de trabajo. Como la desviación estándar de la población es desconocida se opta por la selección de un valor constante de 0,5 como es lo usual (Matute, 2017).

7. FASE MEDIR

El objetivo de esta fase es identificar el nivel de producción actual, definiendo así el tiempo real y tiempo esperado con él se está trabajando actualmente el proceso productivo en cosecha y siembra.

7.1. PROBLEMA: INCUMPLIMIENTO DE RENDIMIENTOS POR PERSONA EN COSECHA

7.1.1. LÍNEA BASE DEL PROCESO

Establecer la línea base del proceso nos permite dar un seguimiento, realizar evaluación ordenada de programas y principalmente analizar si las políticas de producción son correctas o deben modificarse. Esta gestión nos permite comprender la situación real del proceso para posteriormente definir los posibles cambios respecto al estado actual de funcionamiento (Brenes,2017). A partir de este procedimiento, mediante la producción establecida por gerencia para cada semana se evaluó el rendimiento promedio que debe realizar cada trabajador como punto de referencia para el estudio. Como objetivo de estudio únicamente se trabajará con las variedades de flores Aster y Solidago. Por ejemplo, para la semana 32, la producción requerida de Aster fue 65000 esquejes y para Solidago fue 35000.

Considerando esta cantidad de producción semanal, se analizó el número de trabajadoras, el número de días que se realiza el proceso y el horario de trabajo para cada

subproceso. Para el subproceso de cosecha, se encontró que trabajan 2 días, 8 horas y 4 operarios, estableciendo un promedio 10830 esquejes por día para la variedad de Aster y 8750 esquejes por día para la variedad de Solidago. La florícola durante los últimos 20 años ha venido trabajando con un rendimiento diario de 1000 esquejes. Por cuestiones de la pandemia, la empresa decidió modificar estos rendimientos por día, actualmente ambas variedades tienen el rendimiento de 8000 esquejes por hora. Dependiendo de factores externos como la calidad de estado de cama, número de trabajadores o disminución en el volumen de demanda, el rendimiento promedio puede ser modificado para cumplir con la demanda.

7.1.2 TIEMPO TAKT Y TIEMPO DE CICLO

Se utilizaron los conceptos del tiempo takt y del tiempo de ciclo para el análisis de la velocidad de producción actual de la florícola para los subprocesos de cosecha y siembra con el objetivo de identificar escenarios con potencial sobreproducción o baja producción además de evidenciar potenciales problemas.

Para el análisis de estos dos indicadores se consideró datos recolectados en la semana 32 del 2021. De acuerdo con la información otorgada por producción, la producción necesaria fue de 65000 esquejes de Aster y para la variedad de Solidago fueron 35000 esquejes. Para poder determinar el tiempo takt se utilizó la siguiente fórmula (2) (Verma,2021):

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ demandadas} \quad (2)$$

Considerando el tiempo disponible para el trabajo del subproceso de cosecha y la demanda de unidades, se obtuvo como resultados para la variedad de flor Aster:

$$Tiempo\ takt = \frac{230400}{65000} = 3,5446\ seg/ud$$

Mientras que para la variedad Solidago, considerando el tiempo disponible para el subproceso de cosecha y el volumen de demanda, se obtuvo un tiempo takt de:

$$Tiempo\ takt = \frac{115200}{35000} = 3,2914\ seg/ud$$

De esta forma se pudo comprender el ritmo de producción teórico al cual deberían trabajar para poder cumplir con mi demanda. Mientras tanto, para el concepto del tiempo de ciclo se toma en consideración el tiempo disponible de trabajo para el subproceso de cosecha y el número de unidades reales que se producen. Para determinar el tiempo de ciclo se empleó la fórmula (3) (Verma,2021):

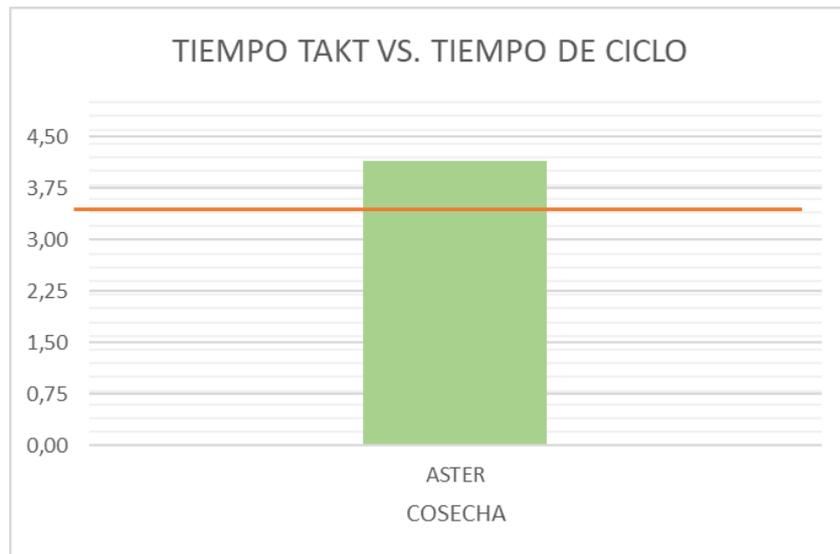
$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ producidas} \quad (3)$$

Considerando el tiempo disponible para realizar el subproceso de cosecha y el número de unidades producidas en promedio, en este caso por 4 operarios, se obtuvo:

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{230400}{69248} = 3,3271\ seg/ud$$

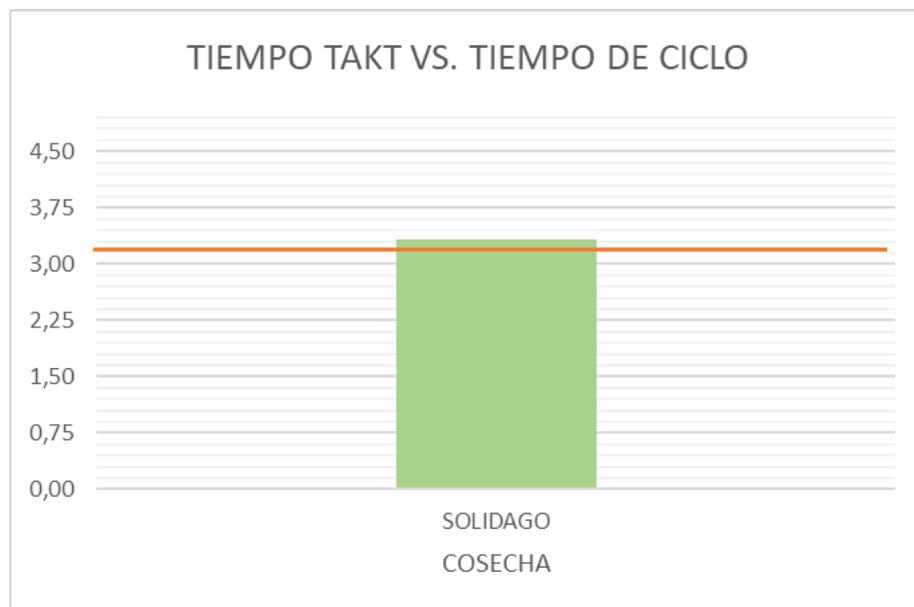
Conociendo así el ritmo de producción real a la cual se está trabajando para poder cumplir con la demanda de cualquiera de las dos variedades de flor con las que se está trabajando Aster y Solidago. Para comprender de mejor manera, se comparó el tiempo takt (tiempo teórico) y el tiempo de ciclo (tiempo real), tanto para la variedad Aster como para la variedad Solidago, encontrando:

Gráfica # 2 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster



Fuente: Autores

Gráfica # 3 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Solidago



Fuente: Autores

Observando que en el subproceso de cosecha para la variedad de Aster se obtiene un tiempo takt inferior al tiempo de ciclo, lo cual está provocando que no se pueda cumplir con la entrega de la demanda y sobre todo la generación de horas extras, incrementando los costos para la empresa. Mientras que para la variedad Solidago se logró evidenciar que el subproceso de cosecha, tanto el tiempo takt como el tiempo de ciclo poseen valores muy parecidos.

Evidenciando un funcionamiento adecuado y especialmente un cumpliendo con el tiempo de entrega del producto de acuerdo con el área de planificación.

7.2. PROBLEMA: INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO SIEMBRA

7.2.1 LÍNEA BASE DEL PROCESO

Mediante la producción establecida por gerencia para la semana se evaluó el rendimiento promedio que debe realizar cada trabajador como punto de referencia para el estudio. Por ejemplo, para la semana 32, la producción requerida para el subproceso de siembra para la variedad de flor Aster fue 64000 esquejes y para la variedad de flor Solidago fue 34000 esquejes. De la misma forma que para el subproceso de cosecha se analizó el número de trabajadores, número de días y horario de trabajo. Para el subproceso de siembra se encontró que trabajan 2 días, 8 horas y 2 operarios, estableciendo un promedio de 17625 esquejes sembrados para la variedad de flor Aster o para la variedad de flor Solidago. En este caso solo existe un rendimiento porque al proceso de siembra ingresan otras variedades de flores, estableciendo un rendimiento estándar para este subproceso. Por cuestiones de la pandemia, la empresa decidió modificar este rendimiento diario, actualmente para ambas variedades se trabaja con un rendimiento de 16000 esquejes por día. En este caso el rendimiento es superior debido a que este subproceso es más sencillo, rápido e implica un menor esfuerzo que su etapa previa (cosecha).

7.2.2. TIEMPO TAKT Y TIEMPO DE CICLO

De igual manera que en el subproceso de cosecha se emplearon dos conceptos: tiempo takt y tiempo de ciclo. Para el análisis de estos dos conceptos se utilizó los datos recolectados durante la semana 32, de acuerdo con la información obtenido por producción la programación requerida fue de 64000 esquejes para la variedad de flor Aster y para la variedad de flor Solidago 34000 esquejes. Para poder determinar el tiempo takt se utilizó la fórmula (2),

considerando el tiempo disponible de trabajo del subproceso de siembra y el número de unidades de demanda, se obtuvo como resultado para la variedad de flor Aster:

$$Tiempo\ takt = \frac{115200}{64000} = 1,80\ seg/ud$$

Mientras que para la variedad de flor Solidago, considerando el tiempo disponible de trabaja para el subproceso de siembra y el volumen de demanda, se obtuvo como resultado:

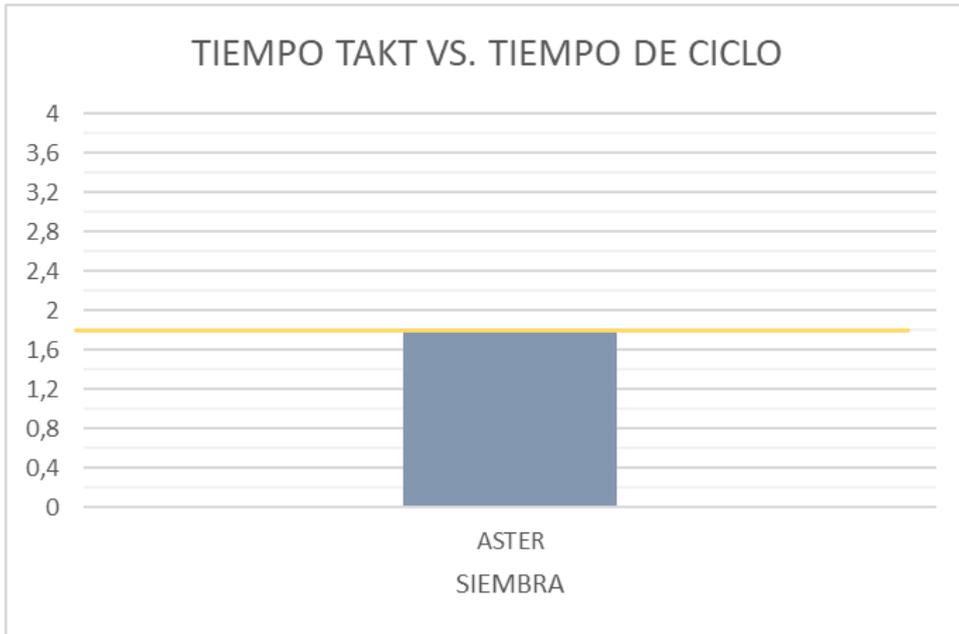
$$Tiempo\ takt = \frac{115200}{34000} = 3,3882\ seg/ud$$

De esta forma se logró comprender el ritmo de producción teórico al cual deberían trabajar para poder cumplir con la demanda. Mientras tanto, para el concepto del tiempo de ciclo se tomó en consideración el tiempo disponible de trabajo para el subproceso de siembra y el número de unidades reales producidas. En este caso se trabajó únicamente con 2 operarios y con un porcentaje de desperdicio del 2,5% debido a que algunos esquejes no cumplían con las características de calidad óptimas para continuar con el procedimiento, se obtuvo:

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{115200}{64646,4} = 1,7820\ seg/ud$$

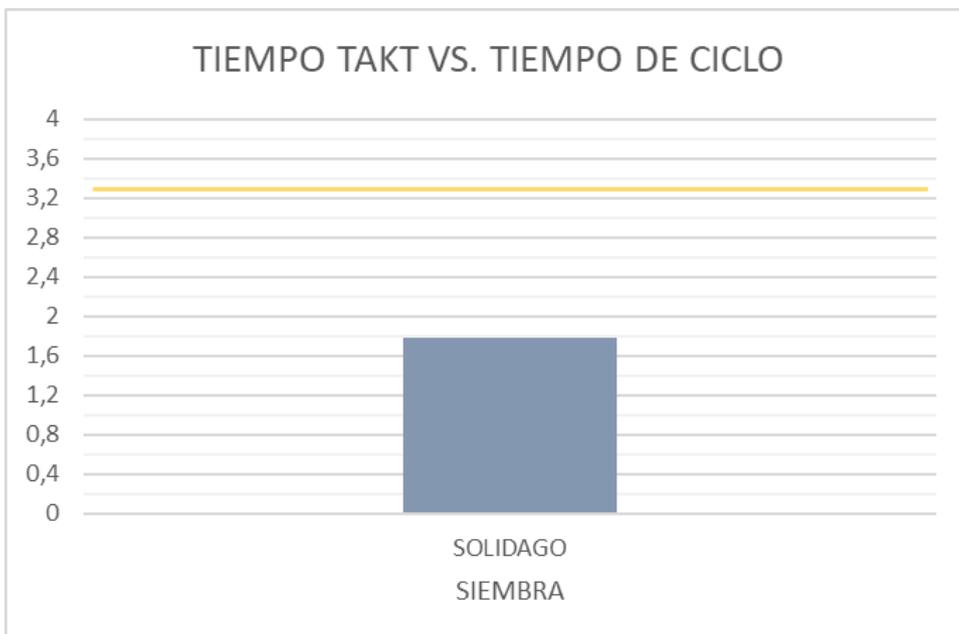
Conociendo así el ritmo de producción real a la cual se está trabajando para poder cumplir con la demanda de cualquiera de las dos variedades de flor con las que se está trabajando Aster y Solidago. De forma similar al subproceso de cosecha, se comparó el tiempo takt (tiempo teórico) y el tiempo de ciclo (tiempo real), tanto para la variedad Aster como para la variedad Solidago, encontrando:

Gráfica # 4 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster



Fuente: Autores

Gráfica # 5 Comparación tiempo takt vs tiempo de ciclo- Aster



Fuente: Autores

Observando que el proceso de siembra para la variedad de Aster muestra valores similares, definiendo que el proceso trabaja de forma correcta, cumpliendo con la entrega de la demanda en el tiempo esperado. Mientras que para la variedad Solidago se visualiza que el tiempo takt posee un valor muy superior respecto al tiempo de ciclo, evidenciando que los operarios están cumpliendo con la producción en un tiempo inferior al que en teoría se necesita. Ocasionando tiempo perdido, el cual podría ser asignado para apoyar otras áreas de trabajo que estén presentando problemas.

8. FASE ANALIZAR

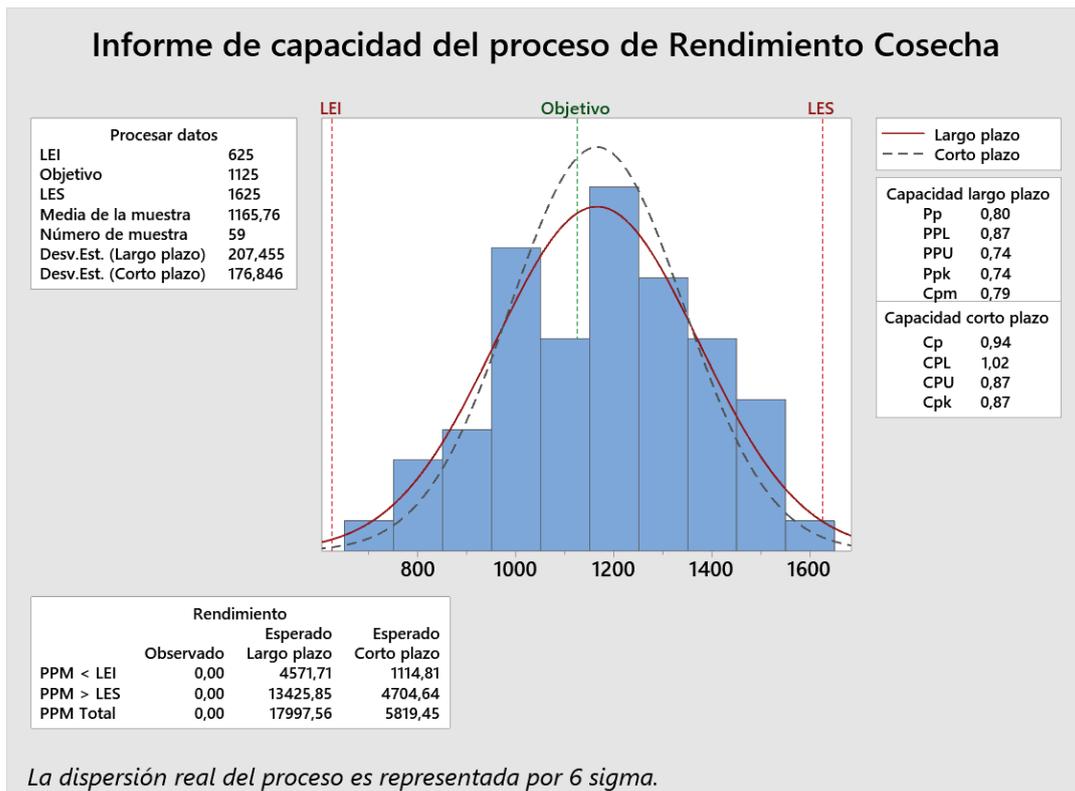
El objetivo de esta fase es identificar tendencias o indicadores estadísticos que nos permita concluir de forma correcta, en cuanto a las causas asignable a los problemas identificados. Evaluando criterios como la varianza, capacidad del proceso, comparación entre medias y finalmente la búsqueda de potenciales soluciones por medio de la matriz causa-efecto.

8.1. PROBLEMA INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO COSECHA

8.1.1. CAPACIDAD DEL PROCESO

En función de las 59 muestras obtenidas para el subproceso de cosecha y siembra se estudió la capacidad del proceso a largo plazo considerando las especificaciones del cliente en cuanto a requerimientos mínimos y máximos de rendimiento diario. De acuerdo (Schaeffers, sf) para obtener una capacidad óptima del proceso en la industria se debe comparar un valor Ppk igual a 1.67 como valor de referencia. Se estableció un límite de especificación inferior (LEI) de 625 esquejes/hora y un límite de especificación superior (LES) de 1625 esquejes/hora; se estima el valor objetivo en función de la producción esperada al momento del estudio de 1125 esquejes/hora. Al comparar el valor Ppk de 0.74 con el valor de referencia se concluye un estado actual deficiente en cuanto al rendimiento de las actividades del subproceso de cosecha (gráfica 6).

Gráfica # 6. Capacidad del proceso del rendimiento en Cosecha



Fuente: Autores

De acuerdo con el indicador Ppk se evidencia una alta variabilidad de los rendimientos por hora, es decir, no se tiene un nivel constante en la cantidad de esquejes cosechados debido a factores controlables como estado de camas madre y rapidez para realizar el subproceso de cosecha por parte de los operarios concluyendo que se debe aplicar mejoras para evidenciar cambios respecto a la capacidad del proceso.

8.1.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

En el subproceso de cosecha existe un comportamiento de normalidad en cada una de las muestras del rendimiento por operario. Se analizó los datos de cosecha con el objetivo de conocer su comportamiento y el tipo de distribución que se adecua al análisis presentado en función de los datos recolectados. El interés principal es poder comparar el rendimiento actual entre operarios para cada uno de los subprocesos. Para ello primero se comprobó si se cumple o no la igualdad de varianza entre los datos de cada operario para proceder a realizar el

ANOVA. Con esto se espera determinar si existe diferencia en el rendimiento promedio para cada operario o si son estadísticamente similares.

Para cada subproceso se elaboró una prueba de igualdad de varianza encontrando que el subproceso de cosecha muestra un valor p de 0,008. Este valor es menor al nivel de significancia 0.05, por lo que se concluye que existe al menos un operario con un rendimiento promedio distinto al de sus compañeros. Adicionalmente se optó por incluir el factor periodo para analizar si existe un efecto sobre las horas de trabajo. Así pues, para el subproceso de cosecha se comprobó que ni factor periodo (Inicio, mediodía, fin) ni la interacción operarios-periodo afectan el rendimiento debido a que su valor p de 0.378 y 0.233 respectivamente son inferiores al nivel de significancia (gráfica 7). De igual manera para el subproceso de siembra se obtuvo que ni factor periodo (Inicio, mediodía, fin) ni la interacción operarios-periodo afectan el rendimiento debido a que su valor p de 0.526 y 0.273 respectivamente son inferiores al nivel de significancia (gráfica 8).

Gráfica # 7 ANOVA cosecha

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Periodo	2	69790	34895	0,99	0,378
Operario	3	425342	141781	4,04	0,012
Periodo*Operario	6	295780	49297	1,40	0,233
Error	47	1649415	35094		
Total	58	2496191			

Gráfica # 8 ANOVA siembra

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Periodo	2	32741	16371	0,65	0,526
Operario	4	458296	114574	4,57	0,004
Periodo*Operario	8	259070	32384	1,29	0,273
Error	44	1104310	25098		
Total	58	1759818			

Fuente: Autores

8.1.3. ANALISIS DE RENDIMIENTO PERSONAL

Se realizó una comparación entre pares de operarios (LSD Fisher) a fin de encontrar la calificación de cada uno dentro del grupo de trabajo. Para el subproceso de cosecha se identificó 3 niveles distintos del rendimiento al comparar los rendimientos entre cada uno de los operarios (tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de medias Cosecha - Prueba LSD Fisher

Operario	Agrupación de Medias
Liliana	A
Luz	A - B
Mónica	B - C
Daysi	C

Fuente: Autores

8.1.4. MATRIZ CAUSA Y EFECTO

Una vez definidos los CTQ's para el subproceso de siembra, se especificó la mala planificación o bajo cumplimiento del rendimiento como el principal problema a tratar, por ello se elaboró una matriz causa raíz considerando factores que afectan el desempeño de cada subproceso:

- Operario
- Métodos
- Materiales
- Ambiente laboral
- Medio Ambiente

Para cada problema identificado se responde a la pregunta del por qué ocurre dicho problema ocurre. Las causas de 4to y 5to son las más significativas debido a que representan

el principal problema que genera los inconvenientes identificados. Los resultados obtenidos en la tabla 8 sugieren que las principales causas de estos problemas son el desconocimiento de sistemas de manejo de información y las pocas capacitaciones al personal sobre la correcta metodología del trabajo. Estas causas raíz halladas permitieron guiar al proyecto hacia la ejecución de la fase de mejorar.

Tabla 8. Matriz Causa y efecto: Incumplimiento del rendimiento diario subproceso de cosecha

	Causa 1	Causa 2	Causa 3	Causa 4	Causa 5
Operario	Falta de compensaciones	Presupuesto limitado de la empresa			
	Actividades repetitivas	Cansancio físico, malestar general	No existen pausas activas.		
	Falta de conocimiento	Falta de capacitaciones	Falta de capacitadores y recursos necesarios		
Métodos	Falta de estandarización de actividades	Ausencia de registros semanal de rendimiento	No se ha implementado nuevas herramientas	No se ha evaluado situación actual	Desconocimiento de la utilidad de un sistema de control
	Demora en identificar lote asignado	Mala coordinación de lotes para producción	Falla en el flujo de información	Descoordinación de decisiones entre jefes	

	Incorrecta técnica de cosecha	No sea comparten conocimientos entre operarios	No mantiene actualizado al personal	Falta capacitación sobre criterio de corte de esqueje	
	Malas prácticas de cosecha	Falta de capacitaciones sobre trabajo adecuado	Temor al cambio		
Materiales	Ausencia de herramientas de trabajo	Mala gestión de mantenimiento de este tipo de recursos	Problemas de abastecimiento		
Ambiente	Estado de plántulas	Cuidados deficientes para subprocesos	Poco conocimiento de cuidado de plantas		
		Condiciones climáticas atípicas	Prescindir de influencia de factores ambientales.	Bajo control de riesgo	
Ambiente Laboral	Mala comunicación entre operarios	Baja confianza entre operarios	Incorrecta gestión de horas extra	Inadecuada forma de almacenamiento de datos	Desconocimiento de nuevas herramientas

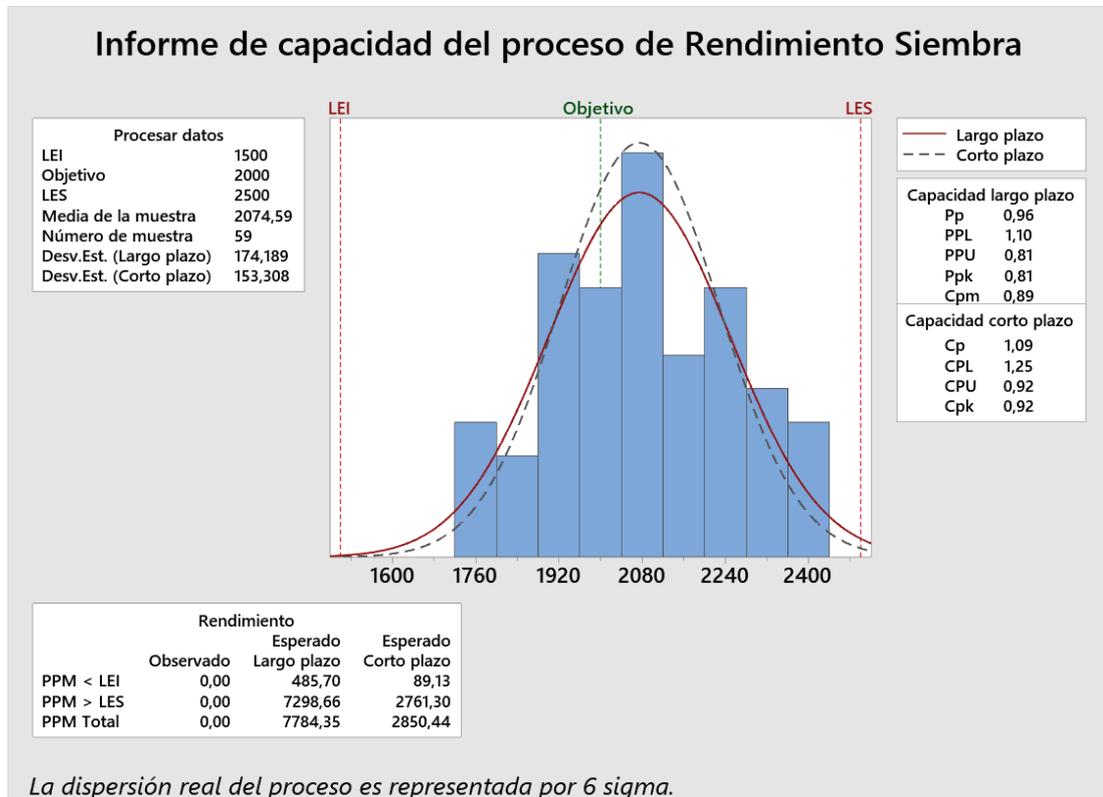
Fuente: Autores

8.2. PROBLEMA INCUMPLIMIENTO RENDIMIENTO SIEMBRA

8.2.1. CAPACIDAD DEL PROCESO

Para el subproceso de siembra se obtuvo un Ppk de 0.81 considerando un LEI de 1500 esquejes/hora y un LES de 2500 esquejes/hora. Se concluye con el valor de referencia Ppk de 1.67 que el estado del subproceso es deficiente y requiere cambios de las actividades del subproceso de forma inmediata (gráfica 9).

Gráfica # 9. Capacidad del proceso del rendimiento en Cosecha



Fuente: Autores

8.2.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Los datos para el subproceso de siembra siguen una distribución normal para cada operario. Con el supuesto de varianzas distintas se realizó un ANOVA con un solo factor (operario) obteniendo un valor p de 0.012 menor al nivel de significancia de 0.05, estableciendo que al menos un rendimiento promedio es distinto a los demás operarios. Adicionalmente se realizó la prueba LSD de Fisher determinando que 4 de los 5 operarios forman parte del grupo A en la media de rendimiento y tan solo 1 operario muestran diferencia estadística ubicándose en el grupo B. Con el modelo lineal general se concluye que el factor periodo y la interacción (operario-periodo) no afectan al rendimiento diario por los valores p de 0.526 y 0.273 que son

mayores al nivel de significancia. Con respecto al factor operario, existe una influencia en el rendimiento dado el valor p de 0.004 menor al nivel de significancia.

8.2.3. ANALISIS DE RENDIMIENTO PERSONAL

Al igual que en el proceso de cosecha se comparó el rendimiento de cada operario para la clasificación entre grupos como se muestra en la tabla 9. Por la simplicidad del proceso se evidencia únicamente dos grupos de medias a diferencia del proceso de cosecha. De acuerdo con la información obtenida es posible relacionar el origen de algunos de los problemas definidos con la capacidad de trabajo de cada operario.

Tabla 9. Clasificación de medias Siembra- Prueba LSD Fisher

Operario	Agrupación de Medias
Clemencia	A
Juan Carlos	A - B
Liliana	A - B
Luz	A - B
Daysi	B

Fuente: Autores

8.2.4. MATRIZ CAUSA Y EFECTO

El proceso de siembra presenta el principal problema de mala planificación o bajo cumplimiento de producción como se muestra en la tabla 10. La matriz causa efecto resalta los problemas de 4to y 5to nivel sugiriendo que al igual que en cosecha existe un desconocimiento de los sistemas de información, escasas capacitaciones al personal (buenas prácticas agrícolas), cumplimiento de criterios de calidad (siembra en función del tamaño del esqueje) y correcta aplicación de enraizantes.

Tabla 10. Matriz Causa y efecto: Incumplimiento del rendimiento diario subproceso de siembra

	Causa 1	Causa 2	Causa 3	Causa 4	Causa 5
Operario	Falta de compensaciones	Presupuesto limitado de la empresa			
	Actividades repetitivas	Cansancio físico, malestar general	No existen pausas activas.		
	Falta de conocimiento	Falta de capacitaciones	Falta de capacitadores y recursos necesarios		
Métodos	Falta de estandarización del proceso	Ausencia de registros semanal de rendimiento	No se ha implementado nuevas herramientas	No se ha evaluado situación actual	Desconocimiento de la utilidad de un sistema de control
	Disponibilidad de bandejas	Mala gestión en el centro de abastecimiento de bandejas	Mal abastecimiento de bandejas		
	baja recarga de enraizante IBA	bajo suministro de compuestos químicos	Poca importancia al enraizante	carencia de capacitación	
	Malas prácticas de siembra	Falta de capacitaciones sobre trabajo adecuado	Temor al cambio		
Materiales	Deshidratación de bandejas	Mala gestión de mantenimiento de este tipo de recursos	Problemas de abastecimiento		
Ambiente	Deshidratación de bandejas	Bajo nivel de riego constante a bandejas	mala gestión de recurso humano		
Ambiente Laboral	Mala comunicación entre operarios	Baja confianza entre operarios	Incorrecta gestión de horas extra	Inadecuado almacenamiento de datos	Desconocimiento de nuevas herramientas

Fuente: Autores

9. FASE MEJORAR: HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS

El objetivo de esta fase es brindar una solución a todos los problemas identificados en las etapas anteriores. Abordando los principales problemas encontrados enfocados en gerencia, jefatura de are y operarios, Se busca la reducción de nivel de desperdicio, estandarización de actividades de trabajo y en consecuencia incrementar el nivel de producción.

9.1. APPSHEET

9.1.1. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

El AppSheet es una plataforma online que permite el diseño de acuerdo con las necesidades por medio de aplicativos móviles de fácil uso, visualización y manejo. Su funcionamiento está compuesto de tres partes importantes: hojas de cálculo, usuarios y aplicación como se muestra en el anexo 7. Primero se crea un archivo en Excel Online cargado en la nube (Petrović, Roblek, Radenković & Nejković, 2020) y una vez creado el archivo se generan las distintas tablas para la validación de los datos como:

- Operarios
- Procesos
- Cultivo
- Color

A continuación, respecto a la interfaz de diseño de la plataforma, se tomó en cuenta las necesidades de nuestro cliente interno: interés en llevar un control más estricto del rendimiento del área de propagación y todos sus subprocesos involucrados. Los campos considerados fundamentales fueron: nombre de operario (código), semana, proceso, cultivo, rendimiento y color. Adicionalmente se incluyó un campo adicional, rendimiento individual por hora, a pedido del cliente con el objetivo de reconocer si los operarios realizan un trabajo estandarizado o están presentado variabilidad. Finalmente, el diseño final del prototipo se puede observar en los anexos 8, 9 y 10.

Con este prototipo de aplicación se encontró ventajas como un ahorro en costos de elaboración, usualmente la fabricación de una aplicación dependiendo de las necesidades del cliente oscila en un valor de \$2000 a \$9000 dólares (Anexo 11). Se consiguió una forma segura para almacenar los datos, obteniendo una facilidad para realizar análisis e identificar el estado actual de los procesos, conociendo de forma rápida la situación respecto al rendimiento y producción de la empresa. Sin embargo, como desventaja se evidencio que para incluir más funciones dentro de la aplicación se necesitaba adquirir un plan de pago, lo cual condiciono un poco el desarrollo de la aplicación (Anexo 12). Al incluir funciones avanzadas se puede sustentar la toma de decisiones (Quinn & Bederson, sf), gestión de energía en hogares inteligentes (Petrovic, Roblek, Radenkovic & Nejkovic, 2021) y el desarrollo completo sin la necesidad de escribir un código (Hildebrand, 2017).

9.2. POKA-YOKE

9.2.1. EVALUACION DE TIEMPO DE VERIFICACIÓN

Mediante la elaboración de un Poka-Yoke, se buscó corregir la ineficiencia en la verificación del rendimiento de la autenticidad de los rendimientos ingresados en la aplicación Appsheet. En esta ocasión la técnica de calidad que ayudó a realizar un conteo total del número de esquejes sembrados es mediante la utilización de diferentes paletas de madera. En el Anexo #13 se visualiza la ubicación de la paleta dentro de cada una de las bandejas con esquejes sembrados. Existen 12 distintos colores de paletas, cada color representa uno de los trabajadores, por ejemplo, el color rojo representa a la señora Clemencia. Mediante la asignación de un color a cada operario se logra identificar de forma rápida a quién pertenece cada bandeja de esquejes sembrada.

Después de haber trabajado con esta herramienta por un periodo de tiempo de un mes, se obtuvo como resultados una disminución en el tiempo de conteo de la cantidad final de

esquejes sembrados, anteriormente la empresa trabajaba con un tiempo de conteo promedio entre 20-25 minutos, mientras que actualmente el tiempo de conteo promedio es de 15 minutos, visualizada en el (Anexo 14). Ahorrando una cantidad de tiempo considerable que puede ser empleada para realizar otras tareas que necesitan mayor apoyo por parte de los operarios.

9.3. CAPACITACIONES

9.3.1. SITUACIÓN ACTUAL

Partiendo de la información obtenida en el análisis de varianza y en la prueba de Fisher, identificando los mejores operarios se elaboró material de trabajo respecto a la ejecución de buenas prácticas agrícolas. Entre la información obtenida se encuentra: criterios de calidad, modalidad de trabajo y recomendaciones en base a la experiencia. Todas estas ideas fueron incluidas en las 2 diferentes presentaciones con el objetivo de mejorar la eficiencia de los trabajadores y alcanzando índices altos de productividad (Jamaica,2015).

Por otro lado, se buscó establecer una estandarización respecto al rendimiento por operario, para ello se explicó temas como: tamaño ideal de esqueje, número de hojas, longitud adecuada de esquejes y sobre todo rapidez para seleccionar un buen esqueje (planta inducida o no). Enfocando así un interés mayor sobre las buenas prácticas agrícolas en cuanto a la aplicación de enraizantes, niveles de iluminación y niveles de humedad. Para terminar, se llegó a un acuerdo con gerencia, mantener una alta responsabilidad respecto al nivel de conocimiento de cada operario, es decir mantener una actualización frecuente, especialmente a las nuevas personas que formarán parte del equipo de trabajo.

9.4. PAUSAS ACTIVAS

9.4.1. PROPUESTA DE PLAN

El descanso en procesos de producción manual es crucial para poder lograr un buen rendimiento dentro de las diversas zonas de trabajo. Por esta razón se desarrolló un plan de

pausas activas para el área de propagación con el objetivo de liberar el estrés articular, fatiga muscular, mejorar la capacidad de concentración y pausar la rutina de trabajo. Evaluando el escenario actual de los subprocesos de cosecha y siembra se determinó un tiempo máximo de 6 minutos, distribuidos en dos periodos: uno en la mañana (10 AM) y otro en la tarde (2 PM). A pesar de que el Ministerio de Trabajo establece un tiempo mínimo de 10 minutos para cualquier plan de pausas activas (Minsalud, 2015), se decidió disminuir este tiempo debido a que en un principio existió un rechazo por parte de las trabajadoras debido a que el tiempo es un factor crucial para poder cumplir con éxito cada uno de los subprocesos.

Sin embargo, después de realizar conversaciones se llegó a un acuerdo para poder tener una aceptación del plan. El funcionamiento del plan de pausas activas fue segmentado en 3 áreas importantes: movilidad articular-manos, movilidad articular-brazos y hombros y movilidad articular-espaldas y piernas (Ministerio de Salud, 2020). Cada una de estas etapas manejan 3 ejercicios que se realizaron durante la jornada laboral. Para al final poder activar el sistema de respiración, tener una mejor circulación sanguínea y mejorar la energía corporal, ayudando a prevenir cualquier trastorno físico y sobre todo trabajar juntos para poder obtener un mejor desempeño en el proceso productivo (Anexo 15).

9.5. ASIENTO DE DESCANSO

9.5.1. DISEÑO BASE

Descansar después de haber trabajado durante largos periodos de tiempo, trae resultados positivos como: disminución en la carga de esfuerzo sobre el operario, reducción en el porcentaje de adquirir enfermedades musculoesqueléticas y aumentar el rendimiento del trabajo realizado. Encuestas realizadas a pequeñas y medianas empresas de América Latina demuestran que en el 2019 el 76% de los gerentes encuestados manifestaron una preferencia de inversión sobre mejorar la eficiencia de los empleados existentes sobre aumentar el número

de contrataciones o cambio de personal (GestionDigital, 2020). Al buscar elevar la eficiencia no se debe descartar los factores humanos que impactan sobre la moral y la productividad de los trabajadores.

Se realizaron entrevistas personales con cada uno de los operarios para lograr establecer los problemas de salud o las zonas de mayor dolor después de culminar la jornada laboral. Encontrando que para el subproceso de cosecha la mayor zona afectada del cuerpo es la espalda, la columna y sobre todo las rodillas, en gran parte producida por las malas posturas. Para disminuir este problema y controlar el agotamiento laboral se realizó un diseño base para la fabricación de un banco de madera de apoyo. Este banco permitirá a los trabajadores descansar sobre él mientras realizan las actividades de cosecha, obteniendo buenos resultados como: disminución del dolor, reducción en nivel de fatiga e incremento de productividad. El prototipo base del banco cuenta con las siguientes medidas: 25 cm de largo, 18 cm de ancho y 30 cm de alto. Para el material utilizado se recomienda emplear madera de pino por su bajo de costo y buenas propiedades de resistencia, como se observa en el anexo 16.

10. ESTUDIO DE COSTOS

Se realizó un análisis de costo - ganancias considerando el nivel de desperdicio del subproceso de siembra. La primera etapa analizo los datos recolectados el 6 de julio del 2021 y la segunda etapa evaluó los datos del 5 de octubre del 2021.

Se considera el desperdicio del 20% contabilizado por gerencia que se produce desde el proceso de propagación hasta el proceso de postcosecha. Al no tener detallado cómo se distribuye este porcentaje de desperdicio para cada uno de los procesos previos, se consideró distribuir equitativamente el desperdicio para propagación (7%), cultivo (6%) y postcosecha (7%). El valor de costo y venta por planta también fue necesario para estimar el porcentaje de mejora en función de ganancias percibidas por la empresa. Por ello se define el costo de producción por flor de 15 ctvs. y el precio de venta por flor de 20 ctvs.

Se estiman dos porcentajes de desperdicios del total de esquejes sembrados en la jornada laboral. El primer porcentaje de desperdicio considera esquejes que por su tamaño, color o número de hojas no son óptimos para la siembra. El segundo porcentaje de desperdicio es la estimación del 7% de esquejes debido a mal control de factores como el cuidado de los esquejes, fumigación, temperatura y humedad.

Según se muestra en la tabla 3 el mes de julio registró un aproximado del 8.1% de desperdicio para los dos operarios asignados a siembra que al comparar con el análisis del mes de octubre se observa una disminución del 1% en esquejes desperdiciados. Esta ligera mejora se debe a las capacitaciones enfocadas en las buenas prácticas agrícolas para subprocesos de cosecha y siembra.

Para el análisis económico se consideró la reducción en el porcentaje de esquejes dañados del 1%. Como resultado se obtuvo que para el día 6 de julio la ganancia neta estimada para la florícola ronda los \$1500.11 y para el día 5 de octubre la ganancia neta estimada fue de \$1700.00; lo que significa un aumento del 13% de ganancia neta por día.

Tabla 11. Comparación de costos Antes Vs Después.

6 de Julio 2021		5 de octubre 2021	
Operario 1	Operario 2	Operario 1	Operario 2
16000 esquejes	15200 esquejes	16160 esquejes	15040 esquejes
145 rechazo observado 1311 rechazo esperado	115 rechazo observado 1112 rechazo esperado	132 rechazo observado 1007 rechazo esperado	118 rechazo observado 938 rechazo esperado
8.2% desperdicio	8.1% desperdicio	7.04 % desperdicio	7.02% desperdicio

Fuente: Autores

11. CONCLUSIONES

Mediante la implementación de capacitaciones elaboradas en coordinación de la jefa de área se logró identificar los criterios de calidad respectivos tanto para el subproceso de cosecha como siembra, buscando la estandarización de los rendimientos individuales dentro del grupo de trabajo.

Se evidencio una aceptación de los operarios de propagación sobre los conocimientos impartidos y mejoras propuestas, siendo esto un factor crítico para el desarrollo de nuestro proyecto. Para obtener una mejor relación con los operarios, se propuso nuevas ideas o metodologías de trabajo que ayuden a mejorar la productividad.

Gracias al uso del sistema de mejora continua Poka Yoke se disminuyó el tiempo destinado para la verificación de información rendimiento en el proceso de siembra en total 10 minutos, haciendo posible que este tiempo se pueda distribuir de mejor manera en las actividades de trabajo optimizando la productividad.

Con la implementación del sistema de control desarrollado en Appsheet inicia el proceso de ingreso de datos de forma segura, fácil y ágil con lo cual se puede controlar la información a tiempo real de acuerdo con los requerimientos necesarios.

Analizando el valor Ppk se obtuvo como resultado que los subprocesos no están funcionando en su máxima capacidad, por lo cual se debe realizar cambios inmediatos que permitan un rediseño del proceso. Para el subproceso de siembra se obtuvo un Ppk del 0,74 y para el subproceso de cosecha un Ppk de 0,81; estos valores al compararlos con el valor estándar Ppk muestran fallas en el cumplimiento de la producción planificada.

Analizando la situación actual de la empresa a través los conceptos de tiempo takt y tiempo de ciclo, se encontró moderados cambios. Respecto al subproceso de cosecha la variedad de flor Aster obtuvo un tiempo takt de 3,43 seg/ud y un tiempo de ciclo de 3,60 seg/ud, que, al compararlos con los datos previos a la aplicación de las mejoras, nos muestra una mínima mejoría en productividad, pero persistencia sobre la generación de horas extras (anexos 17 y 18). Por otro lado, para el subproceso de siembra de la variedad de flor Solidago se obtuvo un tiempo takt de 2,304 seg/ud y tiempo de ciclo de 1,77 seg/ud. Comparando los valores se encontró una disminución considerable respecto al tiempo subutilizado, definiendo que las diferentes capacitaciones si provocaron mejorías (anexos 19 y 20).

12. RECOMENDACIONES

Implementar el plan de pausas activas para dar mayor importancia al bienestar físico de los trabajadores y su ritmo de trabajo, buscando disminuir el riesgo sufrir enfermedades músculo esqueléticas. De tal manera que se logre potenciar el desarrollo de cada una de las actividades vinculadas al proceso de propagación y así conseguir importantes cambios que ayuden a la consecución de los objetivos de producción y ventas de la empresa.

Mantener en constante capacitación a cada operario sobre los diferentes criterios de calidad para cada subproceso, buscando una reducción en el nivel de desperdicio generado dentro del proceso productivo. Para esto se debe considerar información clave del proceso proporcionada tanto por el jefe del área de propagación como los operarios con mayor experiencia. De tal manera que se mejore la participación e involucramiento de este en las diferentes actividades.

Implementar el programa operativo del mes para un mayor involucramiento de los operarios en cada uno de los subprocesos mejorando el ambiente laboral ya que se identificar a aquellos operarios con mejor nivel de rendimiento por encima de los de un nivel inferior; esta

propuesta va de la mano con la aplicación Appsheet ya que este es capaz de mostrar el rendimiento por operario en un periodo de tiempo.

Permitir la oportunidad de realizar ciertos cambios o mejoras en los distintos subprocesos, por ejemplo, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de costo-ganancia. Las diferentes alternativas de mejoras pueden aplicarse a pequeños segmentos de procesos de tal manera que no se vea comprometido grandes riesgos y se pueda conseguir notables mejoras por medio de pequeños cambios.

13. LIMITACIONES

Imposibilidad de modificar la secuencia de actividades de los subprocesos productivos tanto de cosecha como siembra debido a que la empresa se limita a trabajar de la forma tradicional y no da apertura a cambios significativos en las actividades del proceso que pueden influir en la obtención de mejores resultados.

Para las actividades planificadas en el cronograma de trabajo era importante contar con la ayuda de un experto de los subprocesos para que con su guía se pueda solventar cualquier duda o requerimiento sobre información clave para el desarrollo del proyecto. Por tal motivo el depender de la disponibilidad del jefe de área provocó retraso en nuestras actividades agendadas y en los resultados obtenidos.

Cambios repentinos respecto a la asignación de trabajo, esto generó cambios en el cronograma de actividades para los días establecidos para la toma de datos, por lo cual se obtuvo muestras de datos sesgadas o repetidas generando dificultades para un mejor el avance del proyecto y cumplimiento de los objetivos establecidos con gerencia.

Considerando el horario de trabajo de los operarios en la florícola y la distancia considerada desde nuestro lugar de residencia hasta la ubicación de la empresa, se presentaron inconvenientes relacionados al tiempo de traslado, hora de ingreso para la toma de datos y coordinación de actividades de trabajo del jefe de área.

Debido al contexto actual de la pandemia del Covid-19 se impusieron restricciones para el ingreso a la florícola y la libre toma de datos en tiempo planificado; fue necesario presentar carnet de vacunación y resultados de pruebas PCR. De no cumplir estos requisitos se restringía la entrada a la florícola lo que ocasionaba retraso en el proyecto.

14. REFERENCIAS

APD (2019). *Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos?*

Recuperado el 01 de Octubre del 2021 de: <https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/>

Brenes, C. (2017). *¿Qué son y como se construyen las líneas base de la dirección y gestión de*

proyectos?. Recuperado el 10 de noviembre del 2021 de: <https://uci.ac.cr/gspm/que-son-y-como-construir-lineas-base-de-direccion-proyectos/>

Bonilla, C. (2020). *Análisis de los factores determinantes en la productividad y competitividad*

de las MYPYMES colombianos. Recuperado el 9 de octubre del 2021 de: [BonillaCarlos2020.pdf \(ean.edu.co\)](#)

EXPOFLORES. (2020). *Reporte estadístico anual 2020*. Recuperado el 8 de octubre del 2021

de: [Anual-Expoflores.pdf](#)

- EXPOFLORES. (2020). *Reporte anual mercados de destino 2020*. Recuperado el 8 de octubre del 2021 de: [Reporte-anual-de-mercados-2020.pdf \(expoflores.com\)](https://expoflores.com/Reporte-anual-de-mercados-2020.pdf)
- Fediuk, S. (2020). *Lean Six Sigma y la importancia de escuchar la voz del cliente*. Recuperado el 16 de noviembre del 2021 de: <https://e-agilelearning.com/la-importancia-de-escuchar-la-voz-del-cliente/>
- GestionDigital (2020). *Mejorar el bienestar y la productividad evitando el agotamiento laboral*. Recuperado el 15 de noviembre del 2021 de: <https://www.revistagestion.ec/estrategia-analisis/mejorar-el-bienestar-y-la-productividad-evitando-el-agotamiento-laboral>
- Jamaica, F (2015). *Los beneficios de la capacitación y el desarrollo del personal de las pequeñas empresas*. Recuperado el 20 de Noviembre del 2021 de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7168/1/Trabajo%20final%20Fabian%20Jamaica%20%281%29.pdf>
- Ministerio de Salud (2020). *Guías de pausa activa*. Recuperado el 20 de noviembre del 2021 de: <https://www.salud.gob.ec/guias-de-pausa-activa/>
- Minsalud (2015). *ABECE-Pausas activas*. Recuperado el 20 de noviembre del 2021 de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/abeced-pausas-activas.pdf>
- Matute, R. (2017). *Aplicación de la metodología DMAMC en el área de cultivo de la finca florícola rose connection Rosecon cia. Ltda. para el mejoramiento de la productividad*. Recuperado el 20 de noviembre de: [04 IND 079 TRABAJO DE GRADO.pdf \(utn.edu.ec\)](https://utn.edu.ec/04_IND_079_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)
- Montgomery, D. Runger, G. (2003). *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. Recuperado el 8 de octubre del 2021.

- Molina, M. (2013). *El significado de los Intervalos de confianza*. Recuperado el 20 de noviembre del 2021 de: [El significado de los intervalos de confianza \(isciii.es\)](http://isciii.es)
- Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, (sf). *Muestreo*. Recuperado el 20 de noviembre del 2021 de: [Muestreo \(chospab.es\)](http://chospab.es)
- Rodríguez, J. Ferreas, M. Nuñez, A. (sf). *Inferencia estadística, niveles de precisión y diseño muestral*. Recuperado el 20 de octubre de: Dialnet-
[InferenciaEstadisticaNivelesDePrecisionYDisenoMues-249348 \(1\).pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=249348)
- Quishpe, D. (2020). *Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de Postcosecha de la empresa florícola Nevado Roses de la ciudad de salcedo para el mejoramiento productivo*. Recuperado el 01 de octubre del 2021 de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14565/1/85T00581.pdf>
- Ruiz-Falcó, A. (2006). *Control Estadístico de Procesos*. Recuperado el 8 de octubre del 2021 de: [ControlEstadísticoProcesos \(cortland.edu\)](http://cortland.edu)
- Sánchez, A. Vayas, T. Mayorga, F. Freire, C. (2020). *Diagnóstico Sector florícola en el Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 21 de octubre del 2021 de: [Diagnóstico-sector-florícola-Ecuador.pdf \(cedia.org.ec\)](http://cedia.org.ec)
- Schaeffers, M. (sf). *Índices de Capacidad Cp, Cpk, Ppl y Ppk*. Recuperado el 1 de octubre del 2021 de: <https://1library.co/document/y83oodrq-indices-capacidad-cp-cpk-pp-ppk-marc-schaeffers.html>
- Support Minitab. (2019). *Estadísticos de capacidad para Análisis de capacidad Seis en uno de subgrupos/corto plazo*. Recuperado el 8 de octubre del 2021 de: [Estadísticos de capacidad para Análisis de capacidad Seis en uno de subgrupos/corto plazo - Minitab](https://www.minitab.com/es-es/soporte/estadisticos-de-capacidad-para-analisis-de-capacidad-seis-en-uno-de-subgrupos-corto-plazo)
- Verma, E. (2021). *Understanding TAKT Time and Cycle Time vs Lead Time*. Recuperado el 28 de octubre del 2021 de: <https://www.simplilearn.com/time-confusion-cycle-time-takt-time-lead-time-part-1-article>

- Mesa, J & Carreño, D. (2020). *Metodología para aplicar Lean en la gestión de la cadena de suministro*. Recuperado el 20 de Octubre del 2021 de: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n15/a20v41n15p30.pdf>
- Gerges, M. (2020). *El método Lean Six Sigma, clave en la mejora de procesos de tu empresa*. Recuperado el 16 de noviembre del 2021 de: <https://www.izertis.com/es/-/post/metodo-lean-six-sigma-mejora-procesos-de-tu-empresa>.
- Quinn, A & Bederson, B (sf). *Appsheets: Efficient use of web workers to support decision making*. Recuperado el 12 de noviembre del 2021 de: https://www.researchgate.net/publication/268347077_Appsheet_Efficient_use_of_web_workers_to_support_decision_making
- Petrovic, N., Roblek, V., Radenkovic, M & Njkovic, V. (sf). *Approach to Rapid Development of Data-Driven Applications for Smart Cities using AppSheet and Apps Script*. Recuperado el 10 de noviembre del 2021 de: https://www.researchgate.net/profile/Nenad-Petrovic/publication/344572555_Approach_to_Rapid_Development_of_Data-Driven_Applications_for_Smart_Cities_using_AppSheet_and_Apps_Script/links/5f89cd1b458515b7cf851765/Approach-to-Rapid-Development-of-Data-Driven-Applications-for-Smart-Cities-using-AppSheet-and-Apps-Script.pdf
- Hildebrand, E. (2017). *Appsheets: DIY Mobile App Creation for Vivarium Operations*. Recuperado el 15 de octubre del 2021 de: <https://oar-public.fas.harvard.edu/publications/appsheets-diy-mobile-app-creation-vivarium-operations>
- Sánchez, E. (2005). *Seis Sigma, Filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú*. Recuperado el 21 de octubre del 2021 de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1213/ING_427.pdf

15. ANEXOS

Anexo #1 Project Charter

Project Charter
<p>Nombre del Proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • DMAIC EN LA INDUSTRIA DE FLORES <p>Directores de Proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jair Huilcamaigua • Francisco Carrera <p>Justificación</p> <p>Los dos subprocesos representan el 60% del plan de producción. Por lo tanto, el proyecto tuvo como finalidad levantar y analizar los procesos a detalle con el objetivo de elaborar un sistema de control de inventarios que ayude a cada una de las personas involucradas en el área de propagación a distribuir y controlar el rendimiento de cada uno de los empleados.</p> <p>Objetivo</p> <p>Controlar, planificar y estandarizar el nivel de productividad esperada de los subprocesos de cosecha y siembra mediante la implementación de la metodología DMAIC con enfoque en lena manufacturing</p> <p>Requerimientos / Descripción del Producto Final</p>

Se requiere obtener un sistema para poder controlar, analizar y ejecutar decisiones de forma óptima, mediante la identificación cualitativa y cuantitativa de las principales causas y las actividades críticas.

Se aplicó las fases DMAIC: Definir, medir, analizar, implementar.

Se debe ejecutar el plan de acción de tal forma que se pueda realizar un análisis comparativo entre la situación anterior con la situación actual, evaluando los diferentes indicadores y justificando la efectividad de la solución.

Recursos Asignados

Debido a que el presente trabajo tiene el formato de proyecto de titulación en contexto de pandemia COVID-19, no será indispensable recursos económicos, ahora bien será importante el uso de recursos tecnológicos como laptops y aplicaciones.

Partes Implicadas o Stakeholders

- Departamento de gerencia de la florícola, encargados de cumplir con la demanda solicitada por los clientes
- Operarios de la florícola, cumplir de forma adecuada con el rendimiento establecido, cumpliendo con la planificación.
- Director de Proyecto Integrador, guía del proyecto de titulación.

Estimación Inicial de Riesgos

- Ausencia de datos
- Poco tiempo para las reuniones coordinadas con la empresa

Plan de Mitigación de Riesgos

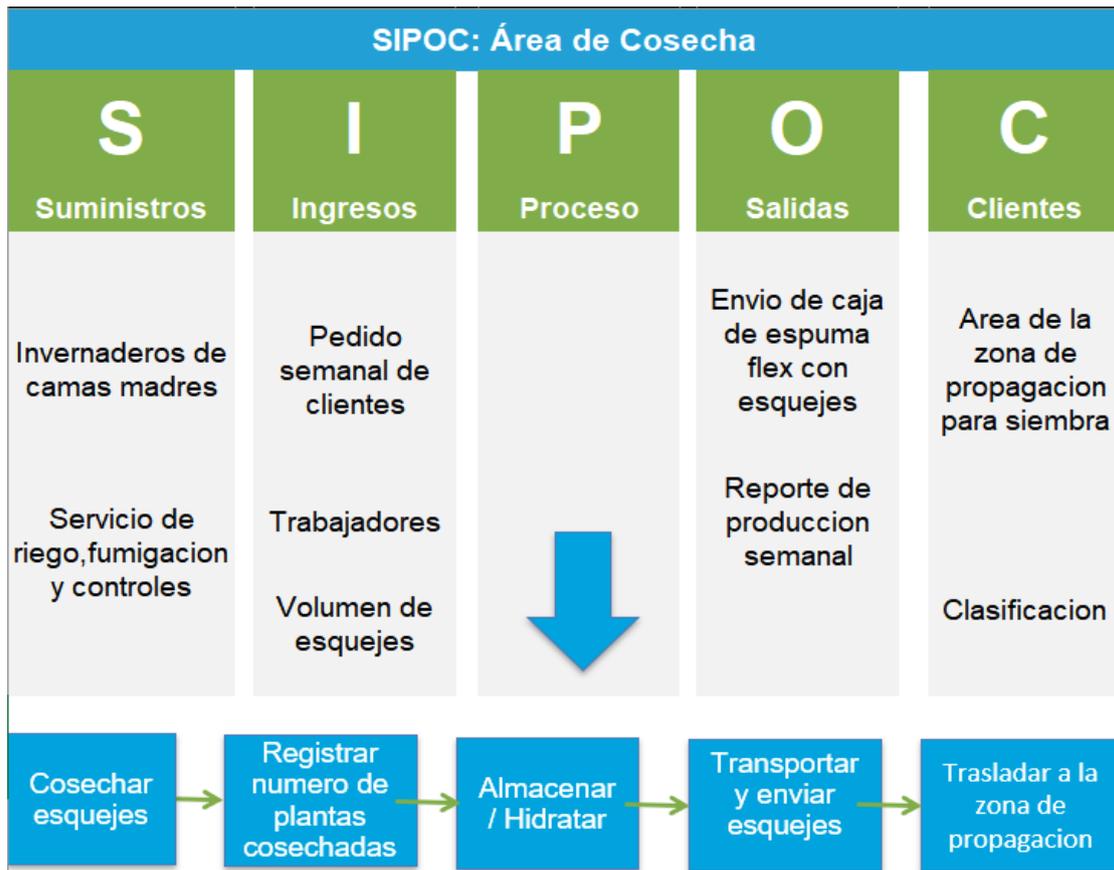
- Comunicación constante con la persona asignada para el proyecto
- Realizar preguntas importantes a los encargados para las actividades críticas
- Establecer la toma de datos para los procesos más importantes

Estimación Inicial de Tiempo

- El proyecto de titulación comenzó a partir del mes de junio hasta el mes de septiembre del 2021

Requerimientos y Responsables de Aprobación

- Gerencia de la Florícola



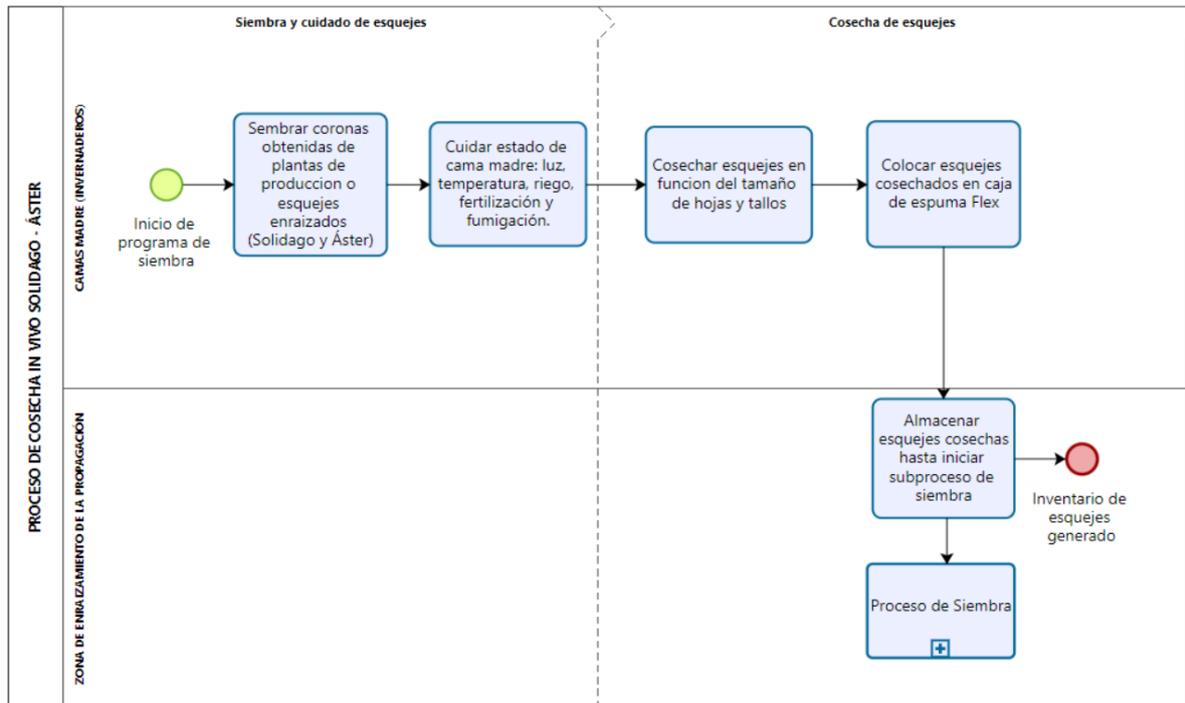
Anexo #3 SIPOC SIEMBRA



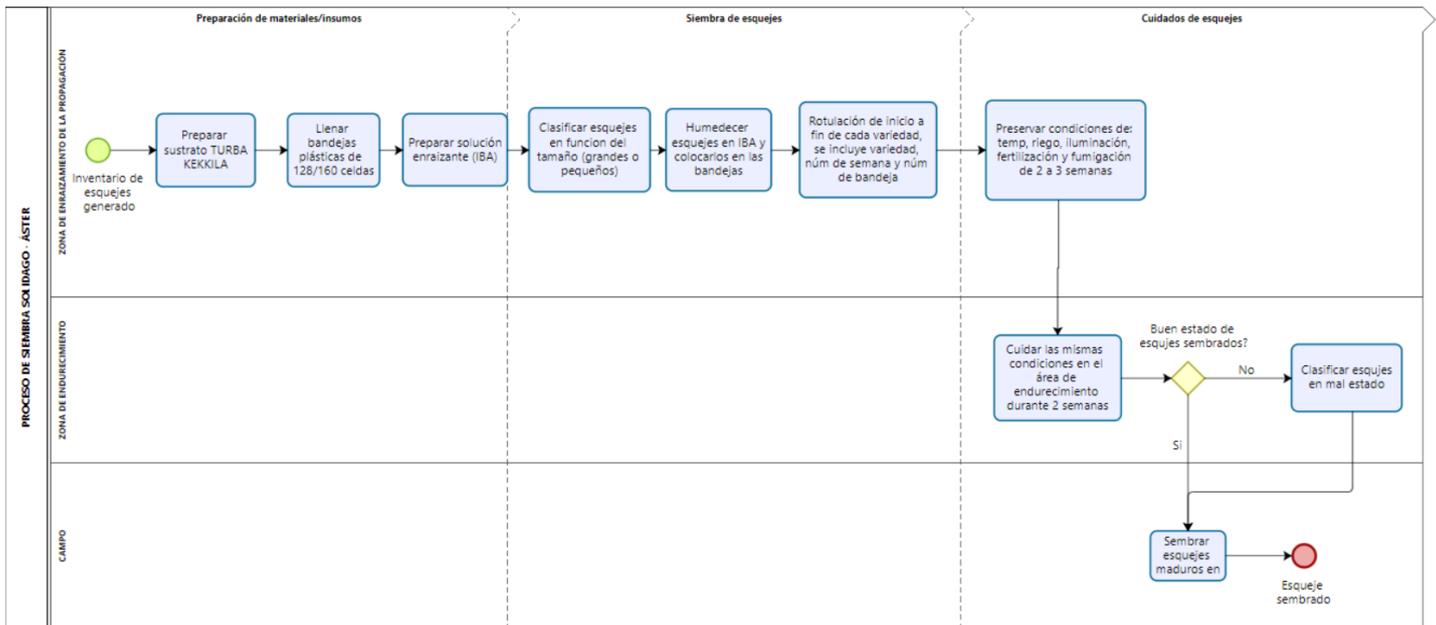
Anexo #4 SIPOC CLASIFICACIÓN



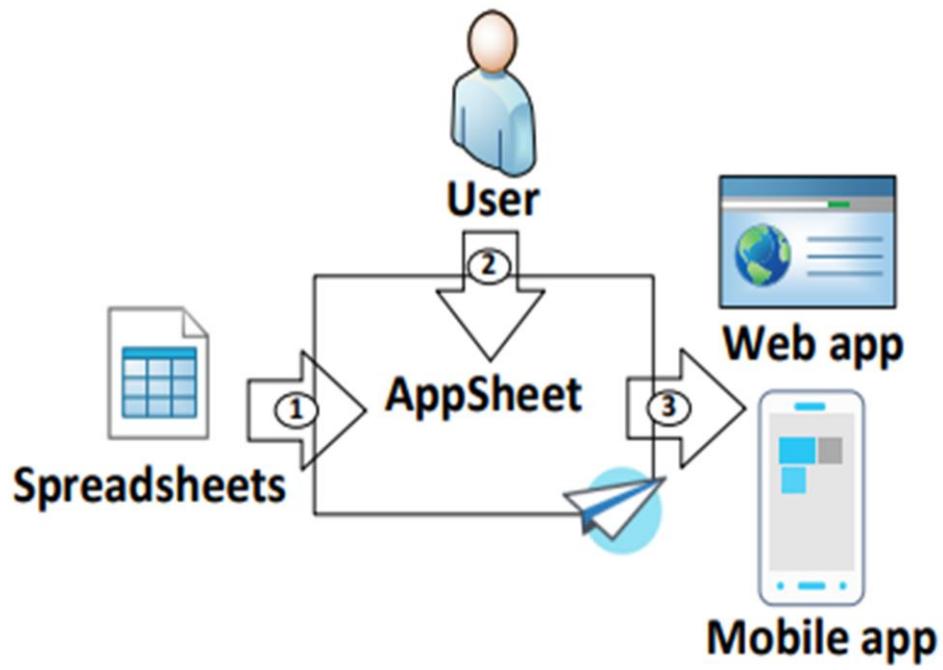
Anexo #5. Proceso AS - IS Cosecha



Anexo #6 Proceso AS - IS Siembra / Clasificación



Anexo # 7 Funcionamiento APPSHEET



Anexo #8 Diseño final – Prototipo Aplicación

CLARO 19:33 40%

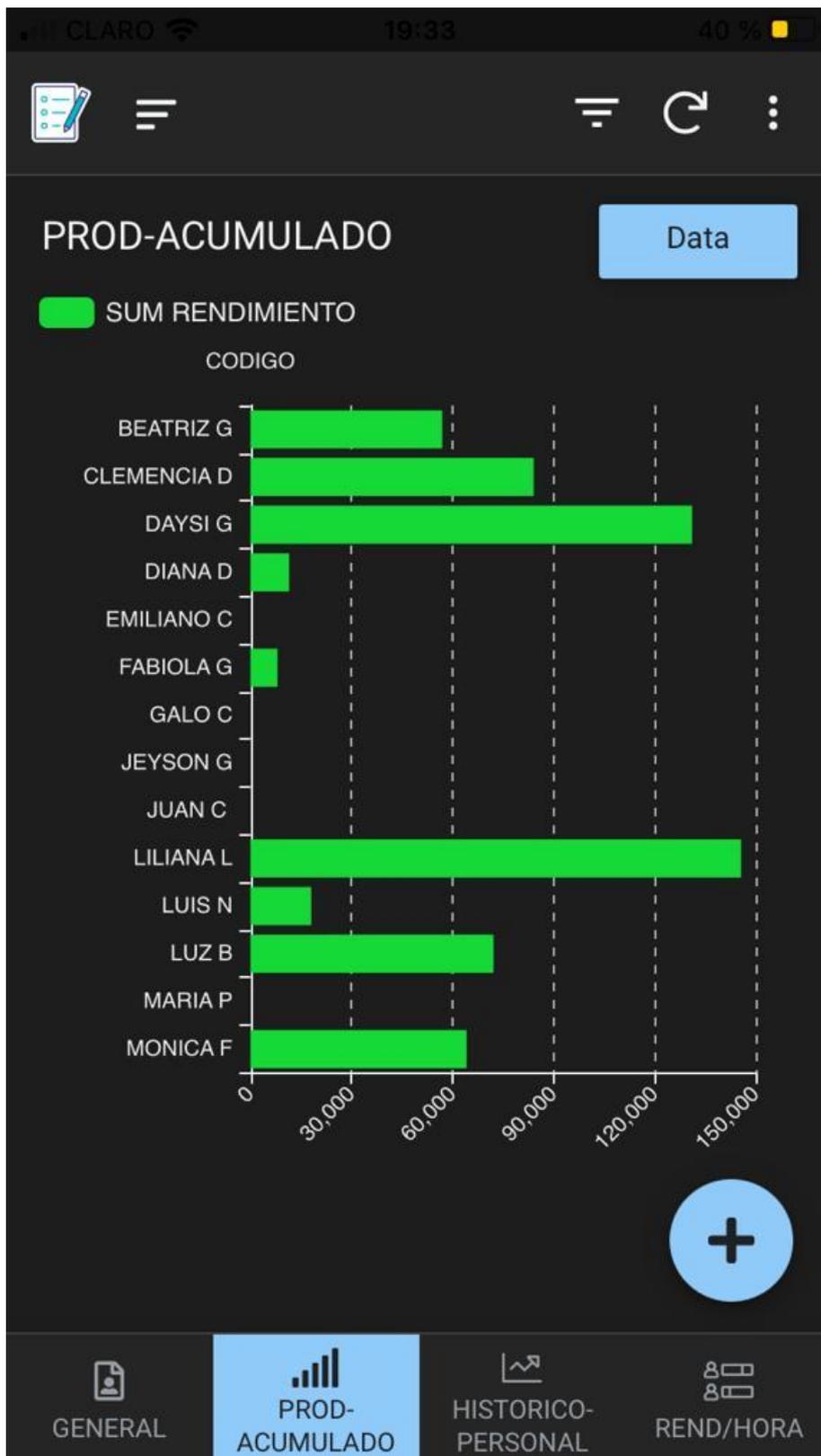
☰ 🔍 ↺

- LILIANA L 16 ⋮
- LILIANA L 18 ⋮
- DIANA D 34 ⋮
- FABIOLA G 54 ⋮
- DIANA D 43 ⋮
- FABIOLA G 45 ⋮
- LUZ B 35 ⋮
- DAYSY G 69 ⋮
- LILIANA L 66 ⋮
- BEATRIZ G ⋮

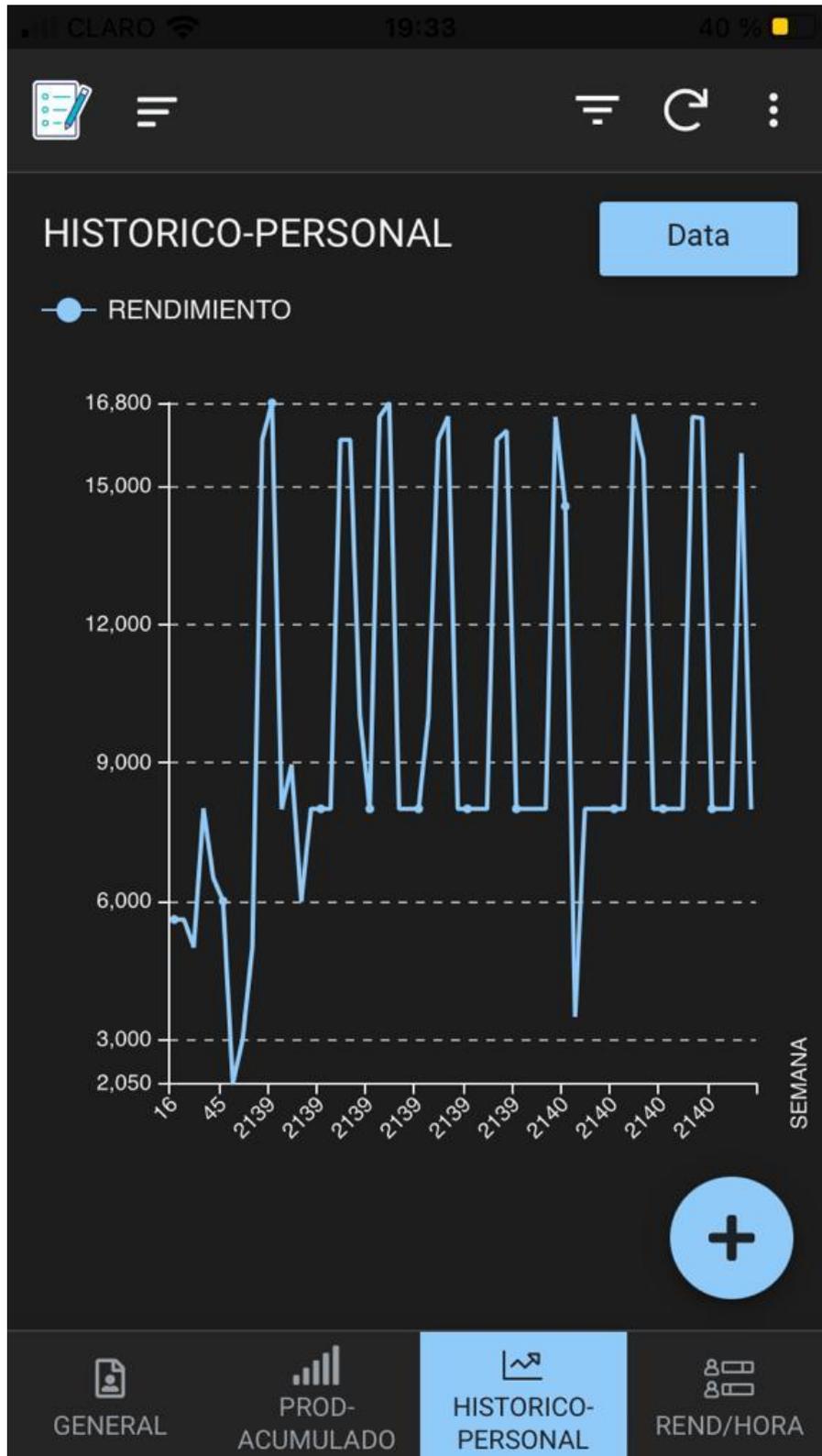
+

GENERAL PROD-ACUMULADO HISTORICO-PERSONAL REND/HORA

Anexo # 9 Diseño final – Prototipo Aplicación



Anexo #10 Diseño final – Prototipo Aplicación



Anexo #11 Ventajas y Desventajas del APPSHEET

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Ahorro de costos (\$2000 - \$9000)	Planes de pago para más funcionalidades
Optimiza el almacenamiento de datos	
Identificar estado de procesos	

Anexo #12 Planes de pago

TIPO DE PLANES	COSTO	CARACTERISTICAS
BASIC	GRATIS	TABLAS, GRAFICAS, USO DE FORMULARIOS, VINCULACION POR CORREO ELECTRONICO
STARTER	\$5 POR MES	GESTION DE CORREOS ELECTRONICOS
CORE	\$10 POR MES	CODIGO DE BARRAS, FILTRO DE SEGURIDAD AVANZADOS Y GENERACIONES DE REPORTES PROGRAMABLES
ENTERPRISE STANDARD/PLUS	BAJO PRESUPUESTO	MODELOS DE APRENDIZAJE AUTOMATICO, BASE DE DATOS EN LA NUBE (SQL SERVER) Y AUTENTICACION AVANZADA (DIRECCION IP)

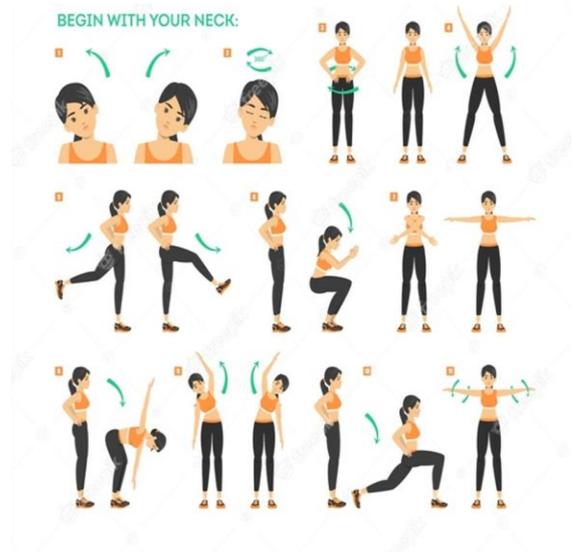
Anexo #13 Implementación Poka Yoke



Anexo #14 Resultados POKA-YOKE

Antes	Después
20 – 25 minutos	15 minutos

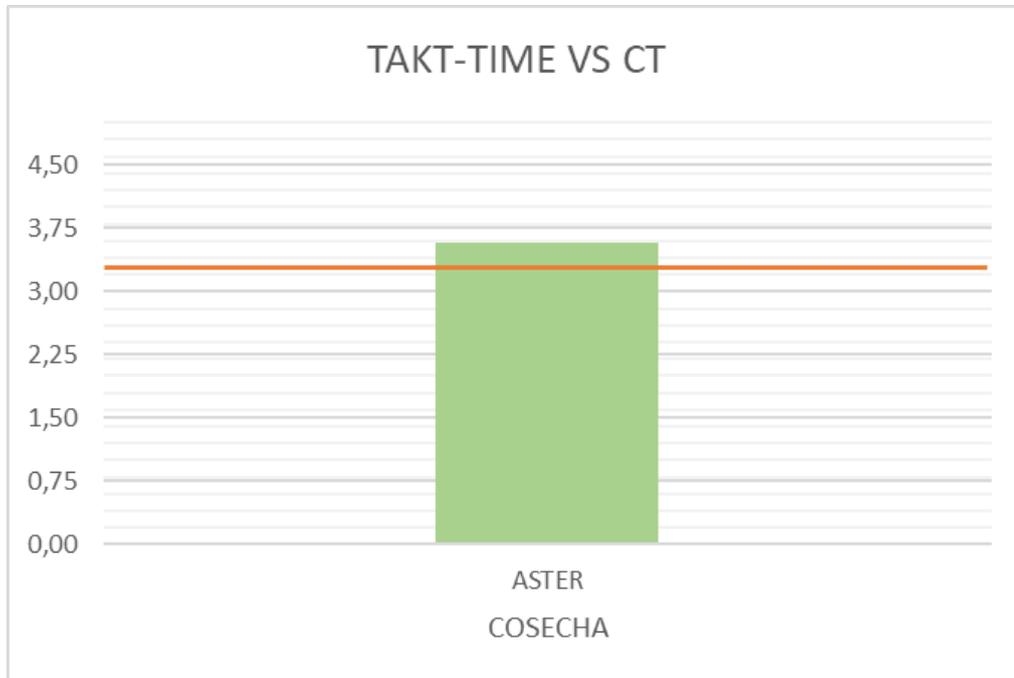
Anexo #15 Programa de pausas activas



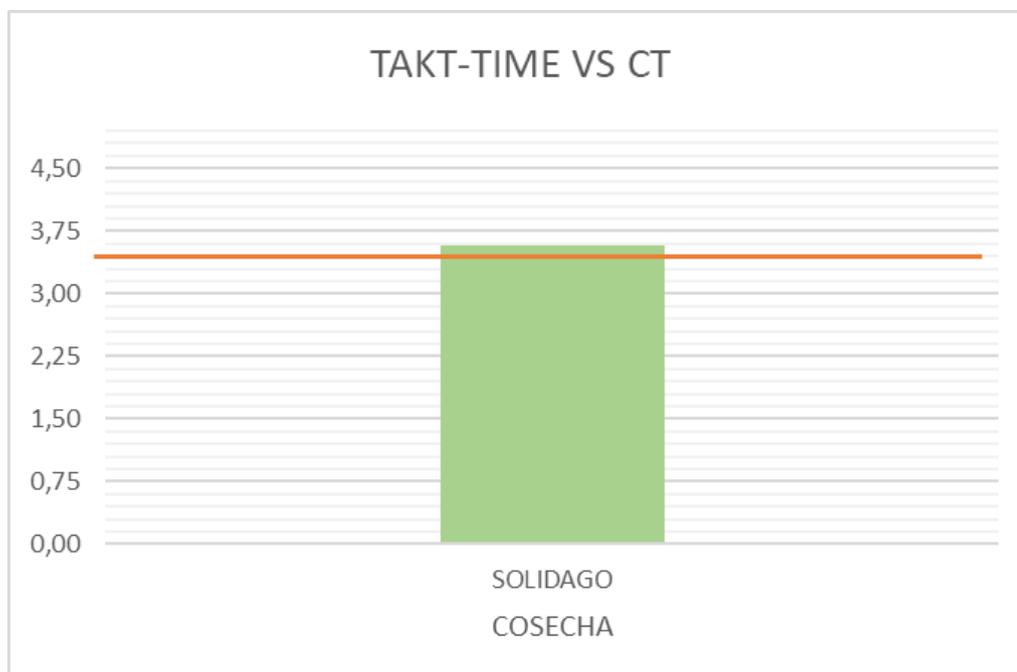
Anexo #16 Idea banco de descanso



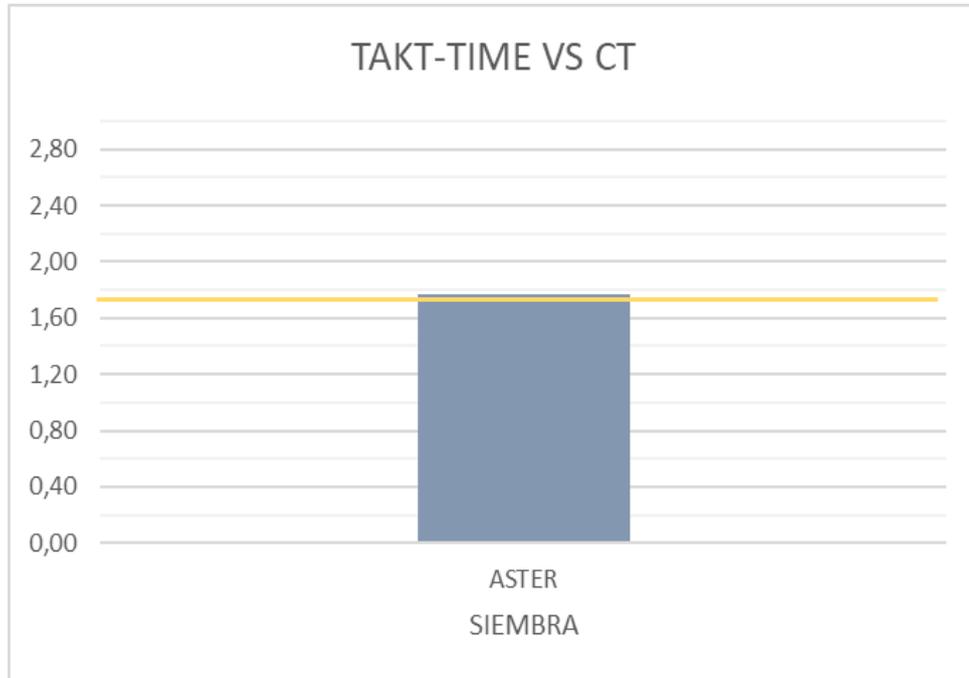
Anexo #17 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de cosecha ASTER



Anexo #18 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de cosecha SOLIDAGO



Anexo #19 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de siembra ASTER



Anexo #20 Nuevo Tiempo takt vs Cycle time - proceso de siembra SOLIDAGO

