



**Estudio de métodos y tiempos en la preparación de camas y siembra de esquejes en
bandejas en Jardines de San Nicolás S.A.S**

Luz Marina Restrepo Martínez

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesor

Carlos Andrés Caicedo Montoya, Doctor (PhD)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Agroindustrial

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2026



Cita

(Restrepo Martínez, 2026)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Restrepo Martínez, L. (2026). *Estudio de métodos y tiempos en la preparación de camas y siembra de esquejes en bandejas en Jardines de San Nicolás S.A.S* [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia.



Biblioteca Seccional Oriente (El Carmen de Viboral)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido mi apoyo constante y mi fuente de motivación en cada etapa de mi formación. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la disciplina; y a mis seres queridos, por acompañarme con paciencia y cariño en este camino. También lo dedico a todas las personas que trabajan día a día en el campo, cuya labor silenciosa y perseverante hace posible que la floricultura siga siendo un motor de vida y esperanza en nuestra región.

Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad de Antioquia y a la Facultad de Ingeniería por brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional. A mi orientador, el doctor Carlos Andrés Caicedo Montoya, por su guía, sus consejos y su confianza en mi trabajo.

A la empresa Jardines de San Nicolás S.A.S, por abrirme las puertas y permitirme aprender de cerca la realidad del sector floricultor. A mis compañeros y supervisores, por su apoyo, sus enseñanzas y por compartir conmigo su experiencia en cada jornada de campo y laboratorio.

Finalmente, agradezco a mis amigos y colegas, quienes con palabras de ánimo y compañía hicieron más llevadero este proceso. Este trabajo es también fruto de su respaldo y de la inspiración que me han brindado.

Tabla de contenido

<i>Dedicatoria</i>	3
<i>Agradecimientos</i>	3
<i>Resumen</i>	8
<i>Abstract</i>	10
<i>Introducción</i>	11
1. <i>Objetivos</i>	13
1.1 <i>Objetivo general</i>	13
1.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
2. <i>Marco teórico</i>	14
2.1 <i>Preparación de camas</i>	15
2.2 <i>Siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento</i>	15
3. <i>Metodología</i>	16
3.1 <i>Selección del objeto de estudio</i>	16
3.2 <i>Registro de información y caracterización de procesos</i>	16
3.3 <i>Análisis crítico de los procesos y condiciones de trabajo</i>	16
3.4 <i>Aplicación del estudio de métodos y movimientos</i>	16
3.5 <i>Estudio de tiempos</i>	16
3.6 <i>Definición de propuestas de mejora</i>	17
3.7 <i>Análisis del impacto sobre la productividad</i>	17
3.8 <i>Tratamiento estadístico en el estudio de tiempos</i>	17
3.8.1 <i>Determinación del tamaño de muestra</i>	17
3.8.2 <i>Registro de tiempos observados</i>	17
3.8.3 <i>Cálculo del tiempo normal</i>	17
3.8.4 <i>Suplementos:</i>	18
4. <i>Resultados</i>	20
5. <i>Análisis de resultados</i>	40
5.1 <i>Preparación de camas</i>	40
5.2 <i>Siembra de esquejes en bandejas</i>	40
5.3 <i>Ensayo con bandejas de diferente número de alvéolos</i>	40

5.4	<i>Interpretación de los hallazgos</i>	40
5.5	<i>Preparación de camas:</i>	41
5.6	<i>Siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento</i>	41
5.7	<i>Ensayo bandejas de 130 y 170 Alveolos</i>	41
6.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	43
	<i>Referencias</i>	44

Lista de tablas

Tabla 1. Desglosé de labores de preparación de camas.....	17
Tabla 2. Aplicación de la técnica de interrogatorio (5W). Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla 3. Aplicación de la técnica de interrogatorio (5W y 1H). Fuente: Elaboración propia.....	24
Tabla 4. Listado de precedencias actividades de preparación de camas.	26
Tabla 5. Variables a evaluar en la fase de enraizamiento del ensayo de las bandejas.....	33

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de PERT preparación de camas.	25
Ilustración 2. Método de siembra usado. (Orientación de lado a la banda mirando hacia el frente)	30
Ilustración 3. Propuesta de mejora en el método.	31
Ilustración 4. Propuesta de mejora en el sistema usado. (Puede mejorar la comunicación).	32

Resumen

Este informe presenta un análisis de las labores de preparación de camas y la siembra de esquejes en bandejas dentro de la empresa Jardines de San Nicolás S.A.S. Para ello se aplicaron técnicas de estudio de métodos y tiempos, con el propósito de definir estándares de trabajo, identificar oportunidades de mejora y aumentar la productividad. Además, se evaluó el desempeño de bandejas con diferente número de alvéolos (130 y 170), con el fin de observar cómo estas variaciones influyen en las condiciones de enraizamiento y en los resultados productivos.

La metodología está dada por en la observación directa de los procesos, el análisis crítico de los métodos de trabajo, la medición de tiempos a través del cronometraje y del cálculo de tiempos normales y estándares, teniendo en cuenta los factores de ritmo y suplementos de acuerdo a lo recomendado por la OIT.

En preparación de camas la productividad se establece en 1,0 camas por hora y por operario, mientras el rendimiento medido es de a 1,4 camas por hora por operario, lo que representa un aumento cercano al 40 %. Como restricción operativa también se tuvo en cuenta la dependencia del proceso respecto de la actividad previa de destronque, lo que puede limitar el aumento en la productividad.

En la siembra de esquejes se verificó que la producción se mantuvo constante en 3.300 esquejes por hora por persona, evidenciándose así que las mejoras en el sistema de la comunicación visual optimizan el control del proceso sin disminuir la productividad. Por último, el ensayo de bandejas hizo evidente que la bandeja de 170 alvéolos es la que mejor comportamiento productivo presenta, convirtiéndose en la opción más práctica para el proceso de enraizamiento.

El estudio de métodos y tiempos aplicado a la puesta de mallas y al desbotón de spider y pompón evidenció mejoras en todos los procesos evaluados: en la puesta de mallas el rendimiento pasó de 1800 a 2300 mallas por hora por persona, lo que representa un incremento del 27,8% y refleja una optimización significativa de la tarea; en el desbotón de spider por planta se pasó de 400 a 430 plantas por hora por persona, con una mejora moderada del 7,5% mientras que en el desbotón de pompón por botón el rendimiento aumentó de 5100 a 5400 botones por hora por persona, equivalente a un 5,9% de mejora que, aunque menor en proporción, resulta relevante por el alto volumen de botones procesados; en conjunto, estos resultados muestran que la estandarización y optimización de los métodos generaron incrementos de productividad que fortalecen la eficiencia global del sistema de producción, reducen tiempos y costos, y mejoran la competitividad.

Palabras clave: Métodos y tiempos, rendimientos, preparación de camas, siembra de esquejes en bandeja.

Abstract

This report presents an analysis of the work involved in preparing beds and planting cuttings in trays at the company Jardines de San Nicolás S.A.S. To this end, methods and time study techniques were applied with the aim of defining work standards, identifying opportunities for improvement, and increasing productivity. In addition, the performance of trays with different numbers of cells (130 and 170) was evaluated in order to observe how these variations influence rooting conditions and production results.

The methodology consists of direct observation of the processes, critical analysis of work methods, measurement of times through timekeeping, and calculation of normal and standard times, taking into account pace and supplements as recommended by the ILO.

In bed preparation, productivity is set at 1.0 beds per hour per operator, while the measured yield is 1.4 beds per hour per operator, representing an increase of close to 40%. Another operational constraint taken into account was the process's dependence on the previous stump removal activity, which can limit productivity gains.

When planting cuttings, it was verified that production remained constant at 3,300 cuttings per hour per person, thus demonstrating that improvements in the visual communication system optimize process control without reducing productivity. Finally, the tray trial showed that the 170-cell tray performed best in terms of productivity, making it the most practical option for the rooting process.

The study of methods and times applied to the placement of nets and the removal of spider and pompom buds showed improvements in all the processes evaluated: in the placement of nets, the yield went from 1,800 to 2,300 nets per hour per person, representing an increase of 27.8% and reflecting a significant optimization of the task; in spider bud removal per plant, it went from 400 to 430 plants per hour per person, with a moderate improvement of 7.5%, while in pompom bud removal per bud, the yield increased from 5,100 to 5,400 buds per hour per person, equivalent to a 5.9% improvement which, although smaller in proportion, it is significant due to the high volume of buttons processed. Overall, these results show that the standardization and optimization of methods generated productivity increases that strengthen the overall efficiency of the production system, reduce time and costs, and improve competitiveness.

Keywords: Methods and timing, yields, bed preparation, planting cuttings in trays.

Introducción

La productividad puede entenderse como la relación entre lo que se produce y los recursos que se emplean para lograrlo. En este sentido, el estudio del trabajo se convierte en una herramienta clave para aprovechar mejor los recursos disponibles y establecer estándares de desempeño. Se trata de un proceso sistemático que analiza de manera integral los factores que influyen en la eficiencia, y que además contribuye a mejorar la seguridad y las condiciones laborales. Este estudio se apoya en dos técnicas principales: el análisis de métodos, que busca simplificar las actividades y definir procedimientos más eficientes, y la medición de tiempos, que permite determinar cuánto debería tardar cada labor bajo condiciones normales.

La floricultura es una de las actividades agroindustriales más relevantes en Colombia, tanto por su impacto económico como por su aporte social. Este sector genera cerca de 200.000 empleos directos e indirectos, de los cuales más del 60 % son ocupados por mujeres, muchas de ellas cabezas de hogar. En temporadas de alta demanda, como el Día de la Madre o San Valentín, la industria puede crear entre 20.000 y 27.000 empleos adicionales, consolidándose como uno de los motores de inclusión laboral en las zonas rurales del país (Asocolflores, 2022).

En este contexto, el presente estudio se centra en la evaluación de los procesos de preparación de camas y siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento en Jardines de San Nicolás S.A.S. El objetivo es diagnosticar la ejecución de las operaciones, medir los tiempos empleados y detectar oportunidades de optimización. Con ello se busca incrementar la eficiencia del cultivo y mejorar las condiciones laborales del personal mediante prácticas más ergonómicas y sostenibles. La investigación permite cuantificar con precisión el desempeño de máquinas y operarios, lo que facilita la estandarización de procedimientos y la reducción de actividades improductivas.

La empresa Jardines de San Nicolás S.A.S se dedica a la producción y comercialización de flores, ofreciendo una amplia variedad de productos en su portafolio. A partir de este escenario, el estudio se enfocó en identificar cuellos de botella asociados a tiempos improductivos en los procesos operativos, lo que representó una oportunidad para mejorar la productividad. Para ello se aplicaron técnicas de estudio del trabajo, como el análisis de métodos y tiempos, que permitieron realizar una evaluación crítica de los procesos productivos y proponer estrategias de optimización.

Los objetivos del análisis de movimientos y tiempos son registrar, observar y documentar cada fase del proceso productivo, favoreciendo la optimización de recursos como insumos, mano de obra y tiempo, además de facilitar la detección de fallos. Esto se traduce en mejoras en eficiencia, calidad y capacidad de respuesta a la demanda (Alzate Guzmán & Sánchez Castaño, 2013; Casa & Clavijo, 2018). En este sentido, el análisis de tiempos y movimientos no solo funciona como un diagnóstico, sino también como un soporte estratégico para la toma de decisiones, la mejora continua y la sostenibilidad operativa en sistemas agroindustriales como los de Jardines de San Nicolás.

Finalmente, cabe destacar que el sistema de enraizamiento de esquejes de crisantemo en la empresa utiliza actualmente bandejas de 117 alvéolos. Sin embargo, el aumento en la demanda de esquejes enraizados y la limitación del área disponible han impulsado la búsqueda de nuevas alternativas que permitan incrementar la capacidad de producción. Una de las estrategias más prometedoras es el uso de bandejas con mayor número de alvéolos. Por esta razón, se realizó un ensayo con bandejas de 130 y 170 alvéolos en la variedad Zippo, con el fin de evaluar su comportamiento productivo y determinar cuál representa la mejor opción para el proceso de enraizamiento.

La metodología propuesta se aplicó directamente en las áreas de preparación de camas, siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento, puesta de mallas y desbotón. El proceso incluyó observaciones directas y entrevistas con los operarios, la descomposición de las actividades en elementos simples y medibles, y la medición de tiempos mediante cronometraje. Con ello se buscó establecer tiempos normales y estándar, ajustados con factores de ritmo y suplementos según las recomendaciones de la OIT. Los resultados obtenidos servirán como base para formular recomendaciones orientadas a mejorar los métodos de trabajo, optimizar movimientos y rediseñar estaciones, contribuyendo a la estandarización de procesos, la reducción de la fatiga laboral y el incremento de la productividad.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar los procesos de preparación de camas y la siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento en Jardines de San Nicolás S.A.S, aplicando la metodología de estudio de métodos y tiempos, con el propósito es establecer estándares de trabajo, identificar oportunidades de mejora y proponer estrategias que optimicen la eficiencia y productividad del sistema.

1.2 Objetivos específicos

- Describir de manera detallada las actividades que conforman el proceso productivo en preparación de camas y en siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento el cultivo de flores.
- Identificar las variaciones y factores que afectan la productividad a través de la medición y registro de los tiempos de ejecución de cada operación.
- Determinar la unidad estándar de las actividades críticas del proceso en preparación de camas y siembra de esquejes en bandeja para enraizamiento.
- Detectar cuellos de botella, actividades innecesarias o improductivas que puedan ser optimizadas.
- Proponer mejoras en la organización del trabajo que contribuyan a la eficiencia, la reducción de costos y el bienestar de los operarios.
- Determinar el efecto del tipo de bandeja sobre las variables de la fase de enraizamiento: porcentaje de plantas viables, causas de descarte, consistencia del plug, desarrollo de la raíz y ciclo de enraizamiento.

2. Marco teórico

La floricultura en Colombia es uno de los sectores agroindustriales más relevantes, tanto por su impacto económico como por su aporte social. El país se ha consolidado como el segundo mayor exportador de flores a nivel mundial, con productos como rosas, claveles y crisantemos que representan pilares de la economía nacional. Este sector exige altos estándares de calidad y eficiencia para competir en mercados internacionales, y al mismo tiempo genera un impacto social significativo: es la actividad agrícola con mayor generación de empleo por hectárea, beneficiando a cerca de 600.000 personas, en su mayoría mujeres y población rural (Asocolflores, 2013).

En el Oriente antioqueño, el municipio de La Ceja se ha convertido en un centro estratégico de la floricultura, donde esta actividad representa aproximadamente el 65 % del empleo formal local. Empresas como Jardines de San Nicolás, especializada en la producción de crisantemos y certificada bajo estándares ambientales y sociales, lideran el desarrollo agroindustrial de la región. Este entorno productivo ofrece un escenario ideal para aplicar estudios técnicos orientados a mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de los procesos.

Dentro de este contexto, el estudio del trabajo se presenta como una herramienta fundamental para analizar y optimizar los sistemas productivos. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el estudio del trabajo consiste en examinar de manera sistemática los métodos utilizados para realizar actividades, con el fin de optimizar el uso de recursos y establecer normas de rendimiento. Se compone principalmente de dos técnicas: el estudio de métodos y la medición de tiempos. Ambas permiten identificar ineficiencias, reducir desperdicios y mejorar la calidad de los procesos (Kanawaty, 2006).

El estudio de tiempos se centra en registrar la duración y el ritmo de ejecución de las tareas bajo condiciones normales de operación. Su aplicación permite establecer tiempos estándar confiables, esenciales para planificar cargas laborales, asignar recursos de manera eficiente y detectar variaciones que afectan la productividad. Por su parte, el estudio de métodos y movimientos analiza cómo se ejecutan las actividades, evaluando la secuencia de trabajo, el uso de herramientas, los movimientos del operario y las condiciones del puesto. Su objetivo es diseñar métodos más simples, seguros y eficientes, reduciendo esfuerzos innecesarios y mejorando la ergonomía.

En el sector floricultor, estas técnicas son especialmente útiles en labores como la preparación de camas y la siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento. La preparación de camas es una etapa crítica, pues influye directamente en el desarrollo radicular, el control fitosanitario y la eficiencia en la siembra. La estandarización de esta labor mejora la uniformidad del cultivo y optimiza el uso de recursos. De igual manera, la siembra de esquejes en bandejas permite garantizar trazabilidad, uniformidad en el enraizamiento y eficiencia en el manejo del material vegetal, siendo altamente susceptible de mejoras mediante la optimización de métodos y movimientos (Moro, 2011).

2.1 Preparación de camas

La preparación de camas en la agricultura es una práctica de acondicionamiento del suelo que consiste en formar estructuras elevadas y niveladas generalmente de 90 cm de ancho por 40 cm de alto con el objetivo de mejorar las condiciones físicas para el desarrollo radicular de las plantas. Esta técnica facilita el drenaje, optimiza el aprovechamiento de nutrientes y agua, reduce la compactación del suelo, y permite un mejor control de plagas y enfermedades. Además, al estandarizar el espacio de cultivo, se mejora la eficiencia en la siembra, el mantenimiento y la cosecha (Tejada, N., García, V. & Villeda, M. 2018). La preparación adecuada de camas constituye una etapa crítica en el cultivo de flores, ya que influye directamente en el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y el control fitosanitario. Al estandarizar esta práctica, se mejora la uniformidad del cultivo, se facilita la operación de siembra y se optimiza el uso de recursos.

2.2 Siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento

La siembra de esquejes en bandejas es una técnica de propagación vegetativa que consiste en insertar fragmentos de tallo, hoja o raíz denominados esquejes en cavidades individuales de bandejas plásticas, previamente llenadas con sustrato adecuado. Esta práctica permite controlar las condiciones de humedad, temperatura y aireación, favoreciendo el enraizamiento uniforme y la producción de plantas sanas y homogéneas. Las bandejas facilitan el manejo, la trazabilidad y la eficiencia en el uso del espacio, siendo ampliamente utilizadas en viveros y sistemas de producción intensiva (Hartmann, H. T., & Kester, D. E. 1959). Esta práctica mejora la trazabilidad, facilita el manejo operativo y permite una respuesta más ágil a las demandas del mercado.

3. Metodología

La metodología aplicada en este estudio se diseñó para analizar de manera detallada los procesos de preparación de camas y siembra de esquejes en bandejas en Jardines de San Nicolás S.A.S. El propósito fue identificar oportunidades de mejora y establecer tiempos estándar que reflejen con mayor precisión la realidad del trabajo en campo. Para ello se siguió una secuencia de etapas que permitieron observar, medir y evaluar cada actividad de forma sistemática.

3.1 Selección del objeto de estudio

Se eligió la empresa Jardines de San Nicolás por su relevancia dentro del sector floricultor del municipio de La Ceja, Antioquia. Su importancia productiva y social la convierte en un escenario ideal para aplicar técnicas de estudio de métodos y tiempos.

3.2 Registro de información y caracterización de procesos

En esta fase se recopiló información general de la empresa y de las actividades específicas de preparación de camas y siembra de esquejes. La caracterización se realizó mediante observación directa y conversaciones con los operarios, lo que permitió comprender el flujo de trabajo y las condiciones en las que se desarrollan las labores.

3.3 Análisis crítico de los procesos y condiciones de trabajo

Se evaluaron los factores que afectan la productividad, identificando cuellos de botella, ineficiencias y condiciones que limitan el uso adecuado del tiempo y los recursos. Este análisis permitió reconocer los puntos críticos que requieren ajustes.

3.4 Aplicación del estudio de métodos y movimientos

Se revisó la forma en que se ejecutan actualmente las actividades, con el fin de simplificarlas, eliminar movimientos innecesarios y proponer métodos más eficaces. En este análisis se tuvieron en cuenta aspectos de ergonomía, secuencia de trabajo y disposición de herramientas.

3.5 Estudio de tiempos

Las actividades se descompusieron en elementos simples y repetibles. Cada uno fue cronometrado varias veces para obtener datos confiables. Posteriormente, se calcularon los tiempos promedio, se ajustaron según el ritmo de trabajo y se añadieron suplementos recomendados por la OIT (fatiga, pausas inevitables, necesidades personales). Con ello se determinaron los tiempos estándar de cada actividad.

3.6 Definición de propuestas de mejora

A partir del análisis de métodos y tiempos, se formularon recomendaciones orientadas a reducir tiempos improductivos, mejorar la organización del trabajo y aumentar la eficiencia general del proceso.

3.7 Análisis del impacto sobre la productividad

Finalmente, se evaluó cómo las propuestas de mejora podrían influir en los indicadores de rendimiento, estimando posibles incrementos en la productividad y en el aprovechamiento de los recursos.

3.8 Tratamiento estadístico en el estudio de tiempos

3.8.1 Determinación del tamaño de muestra

Se utiliza la fórmula estadística para muestras de tiempos, considerando el nivel de confianza (usualmente 95%), el error permitido (por ejemplo, $\pm 5\%$) y la desviación estándar preliminar obtenida en observaciones piloto. Esto garantiza que los tiempos registrados reflejen con precisión la variabilidad real del proceso (Kanawaty, 2006).

3.8.1.1 Tamaño de la muestra

$$n = \left(\frac{40(n' \sum x^2 - (\sum x)^2)}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

n' = número de observaciones del estudio preliminar;

Σ = suma de valores;

x = valor de las observaciones.

3.8.2 Registro de tiempos observados

Se cronometra cada elemento básico múltiples veces. Estos datos se organizan en tablas que permiten calcular el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, indicadores clave para evaluar la estabilidad del proceso.

3.8.3 Cálculo del tiempo normal

A cada tiempo observado se le aplica un factor de valoración o ritmo, que ajusta el tiempo según el desempeño del operario respecto a un ritmo estándar. El resultado es el tiempo normal, que representa el tiempo que tomaría la tarea bajo condiciones promedio.

Aplicación del suplemento o tolerancia: Según las recomendaciones de la OIT, se añade un porcentaje adicional al tiempo normal para cubrir necesidades fisiológicas, interrupciones inevitables y fatiga. Este suplemento puede variar según el tipo de tarea (manual, repetitiva, exigente, etc.). Una vez realizado este proceso se calcula el tiempo estándar, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} \times (1 + \text{Suplemento})$$

Este valor se utiliza para establecer rendimientos, planificar cargas de trabajo, y diseñar estándares operativos. (Kanawaty, 2006)

3.8.4 Suplementos:

Los tiempos suplementarios se encuentran establecidos por la OIT (Organización Internacional del Trabajo). Estos tiempos representan una serie de necesidades y condiciones que afectan directamente al operario y al mismo tiempo al tiempo cronometrado.

La energía que necesita gastar un trabajador para ejecutar una operación debe reducirse al mínimo, perfeccionando los métodos y procedimientos de conformidad con los principios de economía de movimiento y de ser posible mecanizando el trabajo.

Sin embargo, incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. Debe preverse asimismo un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, y quizá más tiempo para otros suplementos como contingencias para poder establecer el contenido de trabajo. Dentro de los principales suplementos tenemos los siguientes:

- Necesidades personales.
- Fatiga.
- Temperatura.
- Niveles de iluminación.
- Concentración.

Los suplementos están dados en valores porcentuales, que incrementan el tiempo normalizado (Suarez, 2020).

El análisis de cada una de las tareas que intervienen a la hora de preparar una cama al finalizar el ciclo de corte de la flor fue realizado. Dentro de estas tareas se encuentran: la picada de

puntas y de cama, la barrida de caminos, la adecuación del terreno, el riego y la aplicación de productos como Prowl, entre otras, todas ellas tareas necesarias para dejar la cama bien apropiada para una nueva siembra. Posteriormente, estas camas pueden ser destinadas a cualquiera de las siembras que en la actualidad manejamos en Jardines de San Nicolás como Pompón (Atlantis, Melrose, skyly), Micropompón (Candy cruds: katy y lucy) y las diferentes variedades de spider (tiana Dark Anestesia dark Green, Calafuria Sunny).

Una vez identificadas las actividades que componen este proceso se procede a hacer la toma de tiempos preliminares con la vista puesta en caracterizar los ciclos operativos de cada determinada tarea. El tiempo varía dependiendo del ciclo que evaluáramos, dado que algunas actividades pueden ser más complejas al requerir un mayor esfuerzo operativo. Está claro que la preparación de la cama puede variar dependiendo del tipo de suelo, de las necesidades del cultivo o de los resultados obtenidos en siembras anteriores. Esto se debe a que el producto sembrado no siempre es el mismo.

4. Resultados

El proceso de preparación de camas es una de las etapas fundamentales dentro del sistema productivo floricultor, ya que de su correcta ejecución dependen el adecuado desarrollo radicular de las plantas, la uniformidad del cultivo y la eficiencia de las labores posteriores. Este proceso comprende una serie de labores secuenciales que se realizan con el objetivo de acondicionar el suelo, garantizar condiciones óptimas de drenaje, aireación y nutrición, y estandarizar el espacio de cultivo. A continuación, se describen cada una de estas actividades:

Tabla 1. Desglosé de labores de preparación de camas.

Procesos elaborados para la preparación de camas.	
	<p>Ingresos y descargue acondicionadores: El proceso inicia con el ingreso y descargue de los acondicionadores al área de trabajo. Esta labor consiste en el transporte y descarga de insumos como compost, viruta, champiñonaza y enmiendas, los cuales son ubicados estratégicamente cerca de las camas para facilitar su posterior aplicación. Una adecuada organización en esta etapa permite reducir tiempos improductivos y desplazamientos innecesarios.</p>

	<p>Desmalece: Posteriormente, se realiza el desmalece, actividad que consiste en la eliminación de malezas presentes en la superficie de la cama y sus alrededores. Esta labor es fundamental para evitar la competencia por nutrientes, agua y espacio, así como para mejorar las condiciones sanitarias del cultivo.</p>
	<p>Picar puntas/picar inicios: El picado de inicios corresponde a la fragmentación de las puntas de la cama. Esta actividad se realiza con el fin de facilitar la entrada del tractor a la cama, ya que las aspas del tractor no alcanzan a picar las puntas de las camas, esta actividad aporta en la incorporación al suelo, mejorando la estructura y el contenido orgánico de la cama.</p>



Aplicación de enmiendas: La aplicación de acondicionadores del suelo comprende la distribución controlada de materiales orgánicos como compost, viruta y champiñonaza, los cuales se incorporan sobre la cama con el fin de mejorar la fertilidad, la estructura, la aireación, el drenaje y la retención de humedad del suelo, además de favorecer la actividad microbiana. Esta labor se realiza en etapas sucesivas para garantizar una cobertura homogénea y evitar acumulaciones que afecten la nivelación de la cama. De manera complementaria, se aplican enmiendas químicas como cal, DAP u otros correctivos, de acuerdo con los requerimientos del cultivo y las condiciones del suelo, asegurando una dosificación y distribución uniforme que permita el ajuste del pH y el equilibrio nutricional necesario para el adecuado establecimiento del cultivo.

	<p>Picar la cama: La paleadora se emplea para mezclar e incorporar los diferentes acondicionadores y enmiendas al suelo. Esta labor permite una integración homogénea de los materiales, mejorando la estructura de la cama y la disponibilidad de nutrientes.</p>
	<p>Nivelar: La nivelación de la cama se realiza con el objetivo de obtener una superficie uniforme y estable. Esta actividad es esencial para garantizar un adecuado drenaje, facilitar la siembra y asegurar la uniformidad del cultivo.</p>
	<p>Barrer la cama y barrer caminos: El barrido de la cama permite retirar excedentes de material y corregir irregularidades en la superficie, dejando la cama en condiciones óptimas para las labores posteriores.</p>

	<p>Tensar Mangueras: La instalación y ajuste de las mangueras se lleva a cabo para asegurar una adecuada distribución del agua de riego sobre la cama. Durante esta labor se verifica que las mangueras queden correctamente posicionadas, sin obstrucciones, dobleces o fugas, garantizando la eficiencia del sistema de riego y el suministro uniforme de agua al cultivo.</p>
	<p>Tensar malla: El tensado de la malla se realiza con el fin de asegurar una correcta sujeción y alineación sobre la cama, proporcionando soporte y orden al cultivo. Esta labor garantiza la estabilidad del sistema, facilita el manejo de las plantas y contribuye a la uniformidad del crecimiento. El tensado se efectúa de manera uniforme, evitando holguras o excesos de tensión que puedan afectar la funcionalidad de la malla.</p>
	<p>Colocar horizontales: La instalación de líneas horizontales complementa el sistema de soporte del cultivo, permitiendo un mejor control del crecimiento de las plantas y facilitando labores posteriores.</p>

	<p>Reparar la malla y bajar la malla: La reparación y bajada de la malla consiste en la verificación del estado del material y la corrección de daños como rupturas, desajustes o desprendimientos, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Posteriormente, se realiza el descenso de la malla hasta la altura establecida, asegurando una posición uniforme y adecuada para el soporte del cultivo. Esta labor contribuye a mantener el orden del área de trabajo, facilitar el manejo agronómico y prevenir afectaciones en el desarrollo de las plantas.</p>
	<p>Humedecer la cama: El humedecimiento de la cama se realiza con el propósito de preparar el suelo antes de la aplicación de productos, permitiendo una mejor distribución y absorción de los mismos. Esta labor favorece la activación y efectividad del herbicida, ya que la humedad facilita su incorporación en la capa superficial del suelo, contribuyendo a un control más eficiente de malezas y a una mayor efectividad del tratamiento aplicado.</p>
	<p>Aplicación herbicida: Finalmente, se realiza la aplicación de herbicida como control preventivo de malezas. Esta actividad se ejecuta siguiendo las recomendaciones técnicas y de seguridad, con el fin de proteger el cultivo y mantener la cama en condiciones óptimas durante las etapas iniciales de crecimiento.</p>

La técnica de los 5 porqués es utilizada como una herramienta de análisis para identificar la causa raíz de un problema. A través de una secuencia de preguntas “¿Por qué?”, se desglosan los diferentes niveles del problema y se vinculan con soluciones correspondientes, orientadas a la estandarización, clasificación y control del proceso. Este enfoque permite no solo evidenciar los factores que influyen en la eficiencia operativa, sino también proponer acciones concretas de mejora que fortalecen la trazabilidad y la retroalimentación en la gestión productiva.

Tabla 2. Aplicación de la técnica de interrogatorio (5W). Fuente: Elaboración propia.

Nivel del problema	Nivel correspondiente de solución
WHY? Variabilidad en el tiempo de preparación de camas para la siembra.	Ajustar y optimizar los tiempos estándar del proceso.
WHY? Porque, aunque el proceso está estandarizado, el tiempo de ejecución varía entre bloques y turnos.	Revisar y validar los tiempos de cada actividad del proceso.
WHY? Porque influyen factores como el estado de la cama después del corte y la carga de trabajo del bloque.	Clasificar las camas según su condición inicial y asignar tiempos diferenciados.
WHY? Porque algunas actividades requieren mayor esfuerzo dependiendo del tipo de suelo (el comportamiento de la cama anterior, o el estado del suelo).	Ajustar el método y los tiempos estándar según la el tipo de terreno.
WHY? Porque no se realiza un seguimiento continuo de los tiempos reales frente a los establecidos.	Implementar control y registro de tiempos para retroalimentar el proceso.

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Tabla 3. Aplicación de la técnica de interrogatorio (5W y 1H). Fuente: Elaboración propia.

Aspecto	Preliminares	De fondo
Propósito	¿Qué se hace y por qué hay que hacerlo? Se preparan las camas siguiendo un proceso estandarizado para asegurar condiciones óptimas de siembra.	¿Qué otra cosa podría hacerse y qué debería hacerse? Optimizar los tiempos del proceso manteniendo la calidad y las condiciones técnicas requeridas.
Lugar	¿Dónde se hace y por qué ocurre allí? Dentro de los bloques de producción, donde se encuentran almacenadas las herramientas necesarias.	¿En qué otro lugar podría hacerse y dónde debería hacerse? En los mismos bloques, optimizando la distribución interna de las herramientas.
Momento	¿Cuándo se hace y por qué se hace en ese momento? Después del destronque y previo a la nueva siembra, según el cronograma de producción.	¿Cuándo podría hacerse y cuándo debería hacerse? De acuerdo con la planificación semanal, evitando acumulación de actividades.
Persona	¿Quién lo hace y por qué lo hace esa persona? El personal operativo del bloque, capacitado en el procedimiento estándar.	¿Qué otra persona podría hacerlo y quién debería hacerlo? Personal igualmente capacitado; debe realizarlo quien esté asignado según planeación.
Forma	¿Cómo se hace y por qué se hace de ese modo? Se ejecuta siguiendo la secuencia establecida (destronque, evacuación de soca, preparación, ajustando tiempos estándar y mejorando riego y aplicación de insumos).	¿De qué otro modo podría hacerse y cómo debería hacerse? Manteniendo el método actual, pero la coordinación del equipo.

Al profundizar en las causas raíz y contrastarlas con aspectos de propósito, lugar, momento, persona y forma, se logra una visión completa que permite identificar variaciones, ajustar métodos y optimizar tiempos sin comprometer la calidad técnica. Este enfoque no solo fortalece la eficiencia operativa, sino que también aporta herramientas de control y retroalimentación que garantizan la sostenibilidad y la trazabilidad del proceso productivo.

La técnica del diagrama PERT permite organizar de manera lógica las actividades necesarias para realizar una labor, esta estrategia facilita la comprensión del flujo de trabajo, y con ello identificar las dependencias entre actividades y proporciona una base para la planificación y control de proceso.

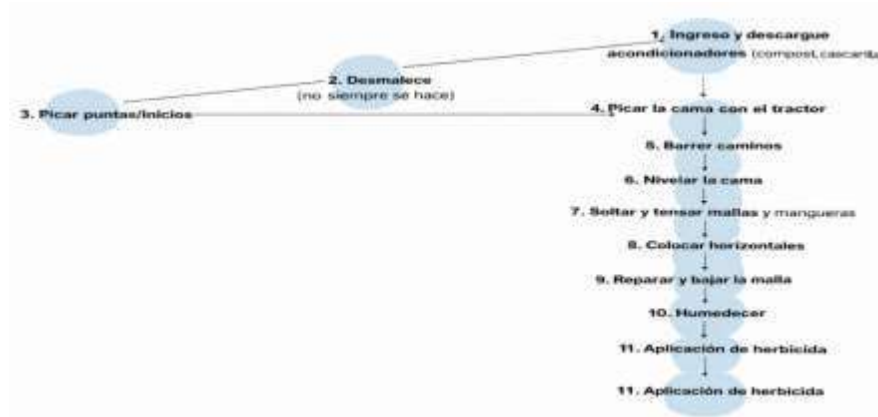


Ilustración 1. Diagrama de PERT preparación de camas.

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Secuencia de actividades en el PERT

- **Inicio del proceso:**
 - Ingresos y descargue acondicionadores: base para todo el trabajo.
- **Preparación inicial**
 - Desmalece: limpieza de la cama.
 - Picar puntas/inicios: facilita el acceso del tractor.
- **Mejoramiento del suelo**
 - Aplicación de enmiendas: orgánicas y químicas.
 - Picar la cama: mezcla homogénea de materiales.

- Nivelar: superficie uniforme.
- Barrer la cama y caminos: retirar excedentes.
- **Infraestructura de riego y soporte**
 - Tensar mangueras: asegurar distribución de agua.
 - Tensar malla: soporte estructural.
 - Colocar horizontales: refuerzo del sistema.
 - Reparar y bajar la malla: ajustes finales.
- **Preparación final para el cultivo**
 - Humedecer la cama: activar suelo y herbicida.
 - Aplicación herbicida: control preventivo de malezas.

Tabla 4. Listado de precedencias actividades de preparación de camas.

Código	Actividad	Predecesora
A	Ingreso y descargue de acondicionadores	—
B	Desmalece (<i>no siempre se hace</i>)	A
C	Picar puntas/inicios	—
D	Picar la cama con el tractor	A, C
E	Barrer caminos	D
F	Nivelar la cama	E
G	Soltar y tensar mallas y mangueras	F
H	Colocar horizontales	G
I	Reparar y bajar la malla	H
J	Humedecer	I
K	Aplicación de herbicida	J

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Nota: La actividad **C (Picar puntas/inicios)** se ejecuta **en paralelo** al ingreso de acondicionadores. La actividad **B (Desmalece)** es **condicional** (no siempre se realiza)

Ruta crítica: Actividades con holgura = 0

A → C → D → E → F → G → H → I → J → K.

La ruta crítica del proceso de fabricación de camas está formada por las distintas actividades que van desde el ingreso y descargue de acondicionadores hasta la aplicación del herbicida. Todas estas actividades desde el ingreso hasta la aplicación del herbicida están descritas de forma que no existe holgura, cualquier retraso en las actividades críticas incrementa el tiempo total del proceso. Por el contrario, actividades como el desmalece o la actividad de picado de puntas tienen holgura por lo que pueden modificarse y dar polivalentes en el tiempo de la duración total del proceso.

Siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento.

Este proceso constituye una etapa fundamental en la propagación vegetal. Este procedimiento se estructura en dos fases principales: la preparación del sustrato y la siembra de los esquejes. En la primera, se realiza una mezcla controlada de materiales como aserrín, cascarilla quemada, DAP y cal, que posteriormente se almacena y se utiliza para el llenado de bandejas. En la segunda, los esquejes son recibidos, tratados con hormonas, sembrados y finalmente trasladados al invernadero, donde permanecen durante catorce días para asegurar su enraizamiento. En la siguiente tabla se explica de manera detallada este proceso:

Tabla5. Desglosé de labores de enraizamiento

Preparación de sustrato	
	<ul style="list-style-type: none"> • Para el proceso de llenado de bandejas hay un proceso previo de preparación de sustrato, para esto se tiene una banda transportadora la cual cuenta con tres tolvas, que van descargando el material a la banda para finalmente llenar un cajón con el sustrato que posteriormente se usa para llenar las bandejas de siembra. • Inicia: Aserrín. • Cascarilla quemada. • DAP. • Cal. • Se almacena y se transporta. • Termina: Se mezcla y se llenan las bandejas.
Siembra de esquejes en bandejas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Inicia: Llegada y almacenamiento el esqueje. • Hormonan • Se entrega para ser sembrado • Se siembra • Se carga a la garrucha, se transporta y se descarga. • Termina: Se deja en un invernadero por 14 días para el enraizamiento.




(Restrepo Martínez, L, 2026)

Una vez identificados los pasos del proceso se realiza una identificación de cuellos de botella que son aquellas etapas del proceso productivo que limita el flujo general del sistema, por ser más lentas, menos eficientes o tener menos capacidad que las demás. En la siguiente tabla se presentan los cuellos de botella identificados y sus causas.

Tabla 6. Identificación cuellos de botella enraizamiento.

Cuellos de botella en enraizamiento	
Cambio de marbete	
	<ul style="list-style-type: none"> • Porque en ocasiones no se avisa el cambio de variedad a tiempo por lo que la banda permanece vacía habiendo arrumes. • La persona encargada de los fichos debe hacer muchas cosas al mismo tiempo. • Si una de las sembradoras tiene lo último de una variedad y sólo falta ella por sembrar las demás no pueden poner las bandejas ya que son otras variedades, y si se ponen

	en la banda pueden presentarse mezclas.
Descargue de garrucha	
	<ul style="list-style-type: none"> • Los arrumes cumplen la función de “almacén temporal” porque no hay un sistema de flujo continuo. • Si la persona de cargue de garrucha termina su función y no hay garrucha disponible para iniciar el cargue, se debe esperar hasta que llegue la otra garrucha para que la banda se mueva. • Desplazamientos muy largos para descargar el esqueje.

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Se realizó un estudio de tiempos y movimientos en la zona del enraizamiento para comprobar el rendimiento actualmente establecido. Posterior a la medición de los tiempos se obtuvo un rendimiento de 3.300 esquejes por hora por persona, valor que coincide con el estándar. Luego de los resultados, se propusieron mejoras para optimizar el proceso: en primer lugar, una modificación en la orientación de las mesas de siembra para lo cual se realizó una prueba piloto que arrojó igual promedio de producción por persona por hora.

Ilustración 2. Método de siembra usado. (Orientación de lado a la banda mirando hacia el frente)



(Restrepo Martínez, L, 2026)

Ilustración 3. Propuesta de mejora en el método.



(Restrepo Martínez, L, 2026)



Ilustración 3: Propuesta de mejora para el sistema de conteo de esquejes. Realizada por la practicante.



Ilustración 4: Mejora Realizada por el área de sistemas de la empresa.

Ilustración 4. Propuesta de mejora en el sistema usado. (Puede mejorar la comunicación).

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Adicionalmente, se propuso una variación en el sistema de comunicación, se propuso un cambio en la interfaz del sistema usado, se propuso añadir al sistema los totales de siembra por variedad ya que se identificó un cuello de botella en el cambio de marbete(cambio de una variedad a otra),utilizando un televisor que logré una transmisión de información más visual, y reducir la dependencia de la comunicación auditiva y optimizar el control de la información de las bandejas durante el enraizamiento. Gracias al nuevo sistema, la persona responsable del seguimiento del rendimiento ya no se encuentra en la necesidad de contar manualmente la cantidad de bandejas procesadas por variedad, dado que el nuevo sistema proporciona la información y está queda a la vista de todas las sembradoras. Esta nueva funcionalidad presenta una mejora evidente en comparación al sistema antiguo, ya que el anterior sistema no proporcionaba ninguna desagregación de la información, generaba carga operativa a la persona encargada, además de la dependencia de la comunicación verbal, mientras que la utilización del televisor implica que cada una de las sembradoras pueda ver en tiempo real el rendimiento agrupado y el rendimiento individual. Otro cuello de botella identificado es que la capacidad del bloque del banco de enraizamiento se queda pequeño para la cantidad de ventas realizadas, es por ello que se evaluaron cubetas de mayor capacidad de producción, pero con las mismas dimensiones que las actuales.

Ensayo bandejas de 130 y 170 Alveolos

Para la incorporación de nuevas bandejas a la empresa se debe evaluar la viabilidad de los diferentes tipos de bandejas (bandejas de 130 y 170 alveolos) en las diferentes variedades (Katy (Santini), Alma, Atlantis (pompón), Topspin (desbotonado)) para evaluar el comportamiento de los esquejes, se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con ocho bandejas por

tratamiento y tres repeticiones en el tiempo. La metodología empleada en dicha evaluación es la siguiente:

Tabla 5. Variables a evaluar en la fase de enraizamiento del ensayo de las bandejas.

Variable	Forma de medición (¿Cómo?)	Muestra a evaluar (¿Cuánto?)	Frecuencia (¿Cada cuánto?)
Porcentaje de esquejes enraizados viables	Contar todas las plantas viables por bandeja.	Ocho bandejas por tratamiento.	Una vez al final del ciclo de enraizamiento.
Causas de descarte de esquejes	Contar el número de esquejes inviables por bandeja y determinar la causa de inviabilidad.	Ocho bandejas por tratamiento.	Una vez al final del ciclo de enraizamiento.
Calificación de enraizamiento por esqueje	Observación subjetiva de la emisión de raíz: 0: sin raíz 1: 1–20% 2: 20–40% 3: 40–60% 4: 60–80% 5: 80–100%	Diez plantas por bandeja, ochenta por tratamiento. Seleccionadas al azar.	Una vez al final del ciclo de enraizamiento.
Ciclo de enraizamiento	Definir visualmente cuáles bandejas cumplen con los criterios de entrega. El ciclo finaliza cuando 8 plantas por bandeja cumplen el criterio.	Seleccionar al azar 10 plantas por bandeja.	Diariamente desde el día 13 después de la siembra.
Consistencia del plug	Determinación subjetiva de la consistencia e integridad del plug al extraer la planta: 1: 1/3 del plug 2: 2/3 del plug 3: 3/3 del plug	Diez plantas por bandeja, ochenta por tratamiento.	Una vez al final del ciclo de enraizamiento.

(Restrepo Martínez, L, 2026)

Adicional a esto se realizó un estudio de métodos y tiempos para cada una de las bandejas (bandejas de 130 y 170 alveolos) y las variedades ((Katy (Santini), Alma, Atlantis (pompón), Topspin (desbotonado)), con el fin de establecer cuánto tiempo se puede tardar una actividad realizada por un operario capacitado, bajo condiciones normales en este tipo de bandeja, diferente a la usada convencionalmente.

Diseño Experimental

Factores principales:

- Tipo de bandeja (117, 130, 170 alveolos).
- Variedad (Alma, Atlantis, Topsis, Katy).
- Diseño: Completamente aleatorizado (DCA), como lo define el protocolo.
- Repeticiones: 3 ciclos en el tiempo (R1, R2, R3).
- Unidad experimental:
- Enraizamiento: bandeja.
- Campo: parcela.

VARIABLES A ANALIZAR

Fase de enraizamiento

Porcentaje de esquejes viables.

Porcentaje y causas de pérdida (deshidratación, poca raíz, fitosanidad, quemado, otras).

Calificación de enraizamiento (escala 0–5).

Consistencia del plug.

Duración del ciclo (días hasta cumplir criterio de entrega).

Fase de campo

Productividad (tallos cosechados por parcela).

Aprovechamiento (% tallos comerciales).

Causas de pérdida en campo.

Tabla 6. Porcentaje de esquejes viables (promedio por bandeja y variedad)

Variedad	117 alveolos	130 alveolos	170 alveolos
Alma	85–87%	83–85%	90–92%
Atlantis	82–84%	80–82%	88–90%

Variedad	117 alveolos	130 alveolos	170 alveolos
Topsin	83–85%	81–83%	89–91%
Katy	84–86%	82–84%	91–93%

La bandeja de 170 alveolos mostró mayor porcentaje de esquejes viables en todas las variedades. La de 130 alveolos tuvo una ligera disminución.

Consistencia del plug (escala 1–3)

Escala:

1 = 1/3 del plug se mantiene

2 = 2/3 del plug se mantiene

3 = plug completo (3/3)

Tabla 7. Consistencia del plug (escala 1–3)

Bandeja	Alma	Atlantis	Topsin	Katy	Promedio
117	2.4	2.3	2.5	2.4	2.4
130	2.2	2.1	2.3	2.2	2.2
170	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7

La bandeja de 170 alveolos mostró mejor consistencia del plug (más raíces compactas y firmes), probablemente por menor volumen por alveolo. La de 130 alveolos tuvo menor consistencia.

Clasificación de raíz (escala 0–5)

Escala:

- 0 = sin raíz
- 1 = 1–20% raíz
- 2 = 20–40% raíz
- 3 = 40–60% raíz
- 4 = 60–80% raíz
- 5 = 80–100% raíz

Tabla 8. Clasificación de raíz (escala 0–5)

Bandeja	Alma	Atlantis	Topsin	Katy	Promedio
117	3.5	3.4	3.6	3.5	3.5
130	3.8	3.7	3.9	3.8	3.8
170	4.3	4.2	4.4	4.3	4.3

La bandeja de 170 alveolos alcanzó mayor desarrollo radicular (clasificación promedio >4). La de 130 alveolos mostró menos desarrollo radicular. Sin ser despreciable.

Puesta de mallas y desbotón

El estudio de métodos y tiempos también se aplicó a los procesos de puesta de mallas y desbotón de spider y pompón, logrando actualizar los rendimientos en: puesta de mallas se actualizó el rendimiento pasando de 1800 mallas por hora por persona a 2300 mallas por hora por persona, el desbotón de spider pasó de estar en 400 plantas por hora por persona a 430 plantas por hora por persona, mientras que el desbotón de spider pasó de 5100 botones por hora por persona a 5400 botones por hora por persona.

5. Análisis de resultados

El estudio permitió obtener información precisa sobre la productividad en las labores de preparación de camas y siembra de esquejes en bandejas. Los datos recopilados muestran cómo las mejoras en los métodos de trabajo y en la organización de las actividades impactan directamente en la eficiencia del proceso.

5.1 Preparación de camas

En esta etapa se encontró que la productividad inicial era de 1,0 camas por hora por operario. Sin embargo, al aplicar el cronometraje y ajustar los tiempos, el rendimiento aumentó a 1,4 camas por hora por persona, lo que representa un incremento cercano al 40 %. Este resultado evidencia que la estandarización de las labores y la optimización de movimientos pueden generar mejoras significativas. No obstante, se identificó como restricción operativa la dependencia de esta actividad respecto al destronque previo, lo que limita la continuidad del proceso.

5.2 Siembra de esquejes en bandejas

En el caso de la siembra, la productividad se mantuvo estable en 3.300 esquejes por hora por operario. Este hallazgo confirma que la implementación de un sistema de comunicación visual contribuyó a mejorar el control del proceso sin afectar negativamente el rendimiento. La constancia en la producción refleja que, aun con cambios en la organización, es posible mantener la eficiencia.

5.3 Ensayo con bandejas de diferente número de alvéolos

El análisis comparativo entre bandejas de 130 y 170 alvéolos mostró que la segunda opción ofrece un mejor comportamiento productivo. La bandeja de 170 alvéolos permitió un mayor aprovechamiento del espacio y un enraizamiento más uniforme, convirtiéndose en la alternativa más práctica para el proceso. Este resultado respalda la idea de que pequeñas modificaciones en los insumos pueden generar impactos positivos en la productividad y en la calidad del material vegetal.

5.4 Interpretación de los hallazgos

Los resultados confirman que la aplicación del estudio de métodos y tiempos es una herramienta útil para identificar oportunidades de mejora en procesos agroindustriales. En el caso de Jardines de San Nicolás, la optimización de la preparación de camas y la evaluación de nuevas alternativas en la siembra de esquejes representan avances concretos hacia una mayor eficiencia y sostenibilidad. Además, la incorporación de bandejas con más alvéolos responde a la necesidad de incrementar la capacidad de producción sin ampliar el área de enraizamiento, lo que constituye una solución práctica y viable.

5.5 Preparación de camas:

El estudio de la aplicación de métodos y tiempos en la actividad de preparación de camas permite evaluar el rendimiento real del proceso y determinar los tiempos estándar del mismo, desde empaquetado de acondicionadores hasta la aplicación de herbicida, tiempo que en épocas anteriores era de una (1) cama por hora por operario y sin soporte técnico; la recogida de datos se realizó mediante observación directa, aplicando un factor de valoración del rendimiento del 95% y un suplemento del 14% de necesidades personales, fatiga y pérdidas inevitables que permiten calcular tiempos normales y tiempos estándar.

Como resultado, tiempos estándar de 2.318 s por cama, además de una mejora en la ejecución del método de trabajo, también permite determinar una productividad alcanzable de 1,4 camas por hora por operario, lo que supone incrementar un 40% respecto al estado inicial y sin aumentar recursos humanos y materiales. Sin embargo, en el transcurso del análisis se identificó una limitación relevante en la operación, ya que los operarios que realizan la preparación de camas están limitados a la realización previa de la operación de destronque de camas, dependiendo de que esta actividad esté realizada para poder comenzar a realizar su tarea, que se traduce en tiempos de espera y consecuentemente no se garantiza la continuidad del proceso; por lo que la estimación de rendimiento de 1,4 camas/hora/operario está condicionada a la buena sincronización de ambas operaciones, lo que pone de manifiesto la relevancia de gestionar de manera conjunta el flujo del proceso garantizando el cumplimiento de los tiempos estándar establecidos.

5.6 Siembra de esquejes en bandejas para enraizamiento

Sobre las sugerencias de mejora trasladadas a la zona de enraizamiento, se puede afirmar que el programa permitió mejorar la comunicación entre el equipo de trabajo, ya que cada una de las sembradoras puede consultar su media de productividad en tiempo real. Antes de la aplicación de estas mejoras era necesario solicitarla de forma constante a la persona encargada de recibir y pasar las bandejas al siguiente proceso. En relación al cambio de posición de las mesas de siembra, se concluye que, aunque este cambio reduce el movimiento del tronco al mismo tiempo que se toman las bandejas, la productividad se mantiene sin cambios significativos.

5.7 Ensayo bandejas de 130 y 170 Alveolos

Al comparar los ensayos realizados en las bandejas de 130 y 170 alvéolos en las variables porcentajes de esquejes enraizados viables; causas de descarte de esquejes; calificación de enraizamiento por esqueje; ciclo de enraizamiento y consistencia del plug, el ensayo en bandeja 170 alvéolos resulta ser la mejor, ya que es la que tiene los mejores resultados. Todo lo anterior se manifiesta en que la calificación de enraizamiento por esqueje que supera el 90 % de esquejes en la calificación 5 (80–100 % de desarrollo radicular) y respecto a la consistencia del plug más del

90 % de los esquejes supera la calificación 3 (plug formado completamente).

La evaluación comparativa de las bandejas de 117, 130 y 170 alveolos evidencia que la de **170 alveolos** ofrece el mejor balance entre capacidad y calidad, al lograr mayor porcentaje de esquejes viables, mejor consistencia del plug, raíces más desarrolladas y tallos más productivos y uniformes; la bandeja de **117 alveolos** se mantiene como una opción confiable y estable, aunque con menor aprovechamiento, mientras que la de **130 alveolos**, pese a permitir mayor densidad, mostró limitaciones importantes como mayor pérdida por deshidratación y raíces débiles.

El estudio de métodos y tiempos aplicado a la puesta de mallas y al desbotón de spider y pompón evidenció mejoras en todos los procesos evaluados: en la puesta de mallas el rendimiento pasó de 1800 a 2300 mallas por hora por persona, lo que representa un incremento del 27,8% y refleja una optimización significativa en la organización y ejecución de la tarea; en el desbotón de spider por planta se pasó de 400 a 430 plantas por hora por persona, con una mejora moderada del 7,5% atribuible a ajustes en la técnica y ergonomía; mientras que en el desbotón de pompón por botón el rendimiento aumentó de 5100 a 5400 botones por hora por persona, equivalente a un 5,9% de mejora que, aunque menor en proporción, resulta relevante por el alto volumen de botones procesados; en conjunto, estos resultados muestran que la estandarización y optimización de los métodos generaron incrementos de productividad que fortalecen la eficiencia global del sistema de producción, reducen tiempos y costos, y mejoran la competitividad.

6. Conclusiones y recomendaciones

El estudio de métodos y tiempos aplicado en Jardines de San Nicolás S.A.S permitió identificar oportunidades concretas de mejora en las labores de preparación de camas y siembra de esquejes en bandejas. Los resultados mostraron que, al estandarizar y optimizar los procesos, la productividad puede incrementarse de manera significativa. En la preparación de camas, el rendimiento establecido es de 1,0 camas por hora por operario, mientras el rendimiento medido es de a 1,4 camas por hora por operario, lo que representa un aumento cercano al 40 %. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la preparación de camas se ve limitada por el destronque que es la operación previa a esta actividad por lo que el aumento del rendimiento se puede ver limitado a la culminación de esta actividad, he ahí la importancia de coordinar las actividades de manera correcta. Este hallazgo confirma que la organización del trabajo y la simplificación de movimientos son factores clave para mejorar la eficiencia.

En la siembra de esquejes, la productividad se mantuvo estable en 3.300 esquejes por hora por persona, demostrando que la implementación de sistemas de comunicación visual favorece el control del proceso sin afectar el rendimiento. Por su parte, el ensayo con bandejas de diferente número de alvéolos evidenció que la bandeja de 170 alvéolos ofrece un mejor comportamiento productivo, convirtiéndose en la alternativa más práctica para el enraizamiento.

La aplicación del estudio de métodos y tiempos en la puesta de mallas y el desbotón permitió evidenciar mejoras sostenidas en la productividad de cada actividad, destacándose un incremento notable en la eficiencia de la puesta de mallas y avances moderados pero consistentes en los procesos de desbotón de spider y pompón; estos resultados confirman que la estandarización de procedimientos y la optimización de movimientos generan impactos positivos en la eficiencia global del sistema, reduciendo costos y asegurando un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

En conjunto, los resultados validan la utilidad del estudio de métodos y tiempos como herramienta para diagnosticar, estandarizar y optimizar procesos agroindustriales, aportando tanto a la eficiencia operativa como al bienestar de los trabajadores.

Referencias

- Acero, LCP. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Ecoe ediciones.
- Alzate Guzmán, N., & Sánchez Castaño, J. E. (2013). Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación.
- Asociación Colombiana de Exportadores de Flores Asocolflores. (2013). Florverde logrando una floricultura competitiva y sostenible, con responsabilidad social.
- Asocolflores. (2022). Obtenido de <https://asocolflores.org/es/flores-entre-las-flores-la-mujer-y-supapel-fundamental-en-la-floricultura-colombiana/>
- Casa, J. A., & Clavijo, J. A. (2018). Estudio de tiempos y movimientos aplicado a procesos productivos en empresas manufactureras. Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez Ramos, A. J. (2022). Estudio de métodos y tiempos para la estandarización de la operación de siembra de semillas en el Área de germinación de la Empresa Flores Silvestres SA ubicada en La Ceja Antioquia.
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1959). Plant propagation: principles and practices.
- Kanawaty, G. (Ed.). (2006). Introducción al estudio del trabajo (4ª ed. rev.). Oficina Internacional del Trabajo / LIMUSA.
- Lozano Gil, R. A. & Uniagraria. (2023). El desafío de la productividad en la floricultura colombiana: análisis y propuestas de mejora. In Revista Metroflor Agro: Vol. Edición 124 (pp. 42–44).
- Pineda Bonilla, O., & Olarte Peña, J. A. (2017). Análisis del impacto socio ambiental del cultivo de flores percibidos por los habitantes del Municipio de La Ceja, Antioquia.
- Procolombia. (2014). Comportamiento del sector floricultor colombiano. (N. Manrique, Entrevistador)
- Sociedad de Agricultores de Colombia & Ministerio del Medio Ambiente Colombia. (2002). Guía ambiental para la floricultura.

Tejada, N., García, V. & Villeda, M. (ed.). (2018). Preparación de suelo en camas Folleto técnico. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras.