

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Establecimientos de un programa de producción de esquejes de
Aglaonema Commutatum bajo invernadero en la empresa Orocosta Agroindustrial
S.A., Horquetas de Sarapiquí, Heredia Costa Rica.**

Trabajo final de graduación en modalidad de Práctica Dirigida, sometida a consideración del tribunal examinador de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica

Estudiante

Pablo Jiménez Araya

Tutor

Máster Esteban Arboleda Julio

Asesores

Licenciado Etmer Arturo Loría Valerio

Campus Omar Dengo Heredia, Costa Rica 2025

Tabla de contenidos

Índice de Figuras	iii
Índice de Tablas.....	iv
I Introducción	5
1.1 Presentación de la organización	5
1.2 Antecedentes	5
1.3 Justificación.....	5
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2 Objetivos específicos.....	6
II Metodología.....	8
2.1. Inventario Inicial	8
2.2. Promedio de producción.....	8
2.3 Periodo de recuperación	9
2.4. Inventario final	9
III. Resultados y Discusión.	11
3.1 Invernadero y condiciones ambientales de la zona	11
3.2. Material vegetal.....	12
3.3. Características del cultivo	13
3.4. Producción de Esquejes y recuperación de las plantas madre.....	14
3.5. Encallado.....	14
3.6 Enraizamiento.....	15
3.7 Manejo de Plagas y Enfermedades.....	16
3.8. Manejo nutricional del cultivo	16
3.9 Análisis de resultados foliar	18
3.10 Análisis del resultado de medio	19
3.11. Equipo de riego y frecuencia de la fertiirrigación.....	19
3.12 Sustratos	20
3.13 Variables de rendimiento y frecuencia de muestreos.....	20
3.14 Características de calidad que deben tener los esquejes de aglaonema	23
3.15 Promedio de Producción de Esquejes por Variedad	27
3.17 Tiempo de recuperación de las plantas madre.....	28
3.18 Inventario final de plantas madre por variedad.....	28

3.19 Análisis de la cantidad de plantas madre necesarias para producir 2000 esquejes por variedad ...	30
IV Limitantes.....	33
4.1 Capacitación del personal y elección de personas idóneas	33
4.2 Selección y reestructuración del equipo de trabajo	33
4.3 Reinicio de ensayos y ajustes metodológicos	34
4.4 Cambios de ubicaciones de plantas madre	34
VI Recomendaciones.....	35
VII Referencias Bibliográficas.....	36
VIII Anexos.....	38
Anexo 1.	38
Anexo 2.	39
Anexo 3.	40
Anexo 4.	41
Anexo 5.	42
Anexo 6.	43
Anexo 7.	44

Índice de Figuras

Figura 1.....	15
Figura 2.....	17
Figura 3.....	17

Índice de Tablas

Tabla 1.....	12
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	21
Tabla 4.....	23
Tabla 5.....	24
Tabla 6.....	27
Tabla 7.....	29
Tabla 8.....	30
Tabla 9.....	32

I Introducción

1.1 Presentación de la organización

Este trabajo se desarrolló en la Empresa Orocosta Agroindustrial S.A., ubicada en Horquetas de Sarapiquí, Heredia, entre enero y julio de 2024, como parte de un plan estratégico para diversificar la producción hacia variedades ornamentales de alto valor.

1.2 Antecedentes

Uno de los sectores agrícolas más dinámicos de Costa Rica es la producción ornamental, con una destacada participación en el comercio internacional de plantas y follajes. Según datos de la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), al cierre de noviembre de 2024, el sector de plantas ornamentales exportadas alcanzó un valor superior a los 80 millones de dólares, con destinos principales como Estados Unidos, los Países Bajos, Bélgica y Alemania (PROCOMER, 2024). Este crecimiento forma parte del impulso general de la agricultura costarricense, que aporta alrededor del 6% al Producto Interno Bruto (PIB) y emplea a un porcentaje significativo de la población (Banco Mundial, 2024).

1.3 Justificación

El propósito general del proyecto fue establecer una nueva línea de generación de ingresos mediante la producción de esquejes de aglaonemas, aprovechando las variedades comerciales cultivadas en la finca y la experiencia acumulada en la producción de follajes para exportación al mercado de Estados Unidos. La justificación de este proyecto se basa en la popularidad de las Aglaonemas (*Aglaonema spp.*), conocidas también como “Chinese evergreens”. Como indican Henny y otros (1991), “han ganado por su estética, facilidad de cultivo en ambientes con baja luminosidad”. Además, según Wolverton y otros (1989), destacan por “su capacidad para purificar el aire de compuestos como formaldehído y benceno”, atributo respaldado por el estudio de calidad del aire en interiores realizado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio por sus siglas en inglés NASA. Asimismo, cultivar esquejes de *Aglaonema* permite la propagación rápida de material genético selecto para el mercado internacional de plantas ornamentales.

Cabe mencionar que durante el primer semestre de 2024 se implementaron actividades como el conteo y selección de plantas madre por variedad, el análisis foliar y del sustrato, las aplicaciones nutricionales focalizadas y la recolección y cuantificación de esquejes en intervalos quincenales. Este enfoque buscó establecer un protocolo técnico que asegure la sanidad, calidad y productividad de esquejes orientados tanto al mercado local como de exportación.

En resumen, este trabajo integra antecedentes del comercio ornamental costarricense, elementos técnicos del cultivo de *Aglaonema* y un enfoque productivo innovador para proponer una alternativa agrícola con potencial económico en el contexto nacional e internacional.

La empresa actualmente no dispone del conocimiento técnico ni de la capacidad logística necesaria para llevar a cabo el desarrollo integral de este proyecto. En este contexto, se vuelve fundamental profundizar en el entendimiento de todos los parámetros productivos y logísticos que inciden en el proceso, ya que estos determinan no solo la eficiencia operativa, sino también los costos asociados. Contar con esta información detallada permitirá calcular con mayor exactitud el costo total de producción y, a partir de ello, establecer una propuesta de precios coherente y competitiva en el mercado, asegurando la sostenibilidad económica y la calidad del producto ofrecido a los clientes finales. Por lo tanto, el propósito de esta pasantía es analizar las condiciones actuales de la producción y analizar los tiempos de recuperación de las plantas para establecer un plan de producción, tomando nota de los costos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Establecer un programa de producción de esquejes de *Aglaonema Commutatum* bajo invernadero para mejorar la gestión en el proceso de producción de la empresa Orocosta Agroindustrial S. A. Horquetas de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

1.2 Objetivos específicos

- 1 Establecer el inventario inicial de las plantas madre de *Aglaonema Commutatum* según variedad para establecer el marco perfil inicial del proyecto

- 2 Determinar el promedio de producción de esquejes por variedad para estimar la cantidad de plantas madre necesarias para cumplir con una meta de producción
- 3 Determinar el tiempo de recuperación de las plantas madre por variedad después de cosecha, para establecer frecuencias y planificar las cortas de esquejes
- 4 Elaborar el inventario final de plantas madre por variedad para satisfacer la demanda de los clientes.

II Metodología

La etapa de elaboración del programa de producción se llevó a cabo durante los meses de enero a mayo del 2024 en Horquetas de Sarapiquí, Heredia. De acuerdo con Guías de Costa Rica (2023), las coordenadas geográficas medias del cantón de Sarapiquí están dadas por 10° 29'23» latitud norte y 83°56'15» longitud oeste. Con el fin de obtener la información productiva de cada variedad y proyectar la necesidad de espacio y cantidad de plantas total del invernadero.

2.1. Inventario Inicial

Se estableció el inventario inicial de las plantas madre de *Aglaonema Commutatum* según variedad con lo que se conoció el estado inicial del proyecto.

Se realizó un inventario de la cantidad de plantas con las que se contaba en ese momento. Se revisó el estado nutricional de las plantas realizando un análisis de laboratorio de un foliar y un medio de tres variedades, con los resultados de este análisis se tomaron decisiones respecto a la fertilización durante el proyecto. Además, se realizó un muestro por variedad de pH y EC de los sustratos. La planta madre, de donde se obtuvieron los esquejes, fueron plantas adultas, con más de 5 meses de haber sido plantadas, con un desarrollo de raíces que cubría la totalidad de la maceta y con un estado nutricional óptimo, completamente sanas, sin enfermedades o plagas visibles. Las macetas para este ensayo contaron con las tres plantas con que se sembraron inicialmente por maceta.

Luego se realizó una descripción de las características de calidad que deben tener los esquejes, donde se consideró las características de sanidad, la cantidad de hojas, tamaño mínimo y máximo permitido, las características de color, entre otras.

2.2. Promedio de producción

Se determinó el promedio de producción de esquejes por variedad para ello se seleccionaron un total de 50 plantas por variedad adecuadas para cosechar, para escoger estas plantas se consideró lo siguiente: que contaran con esquejes que cumplieran con los estándares de calidad necesarios para ser cosechados, que la estructura de raíces fuera adecuada, bien desarrolladas y sanas, el follaje limpio y sin plagas ni enfermedades. De estas plantas se realizó la cosecha y contabilizó el número de

esquejes, con estos datos se analizó la productividad de cada variedad. Los esquejes cosechados contaban con una excelente sanidad, un color adecuado de acuerdo con la variedad. La corta de esquejes se realizó respetando las siguientes normas de sanidad: tijeras limpias y desinfectadas en una solución desinfectante con *esterilix* (sal de amonio cuaternario) a una dosis de 0.5%. Los esquejes se colocaron en cajas de plástico e inmediatamente después de cosechados se llevaron al área de enraizamiento para el siguiente proceso de encallado o enraizado. A los esquejes se les realizó un dip a la punta cosechada para sellarlos con un fungicida llamado Captan y con hormona IBA. Los esquejes cosechados se llevaron al área de enraizamiento donde se sembraron en macetas plásticas número 10.5 cm, utilizando una mezcla desinfectada de arena de río y granza de arroz, se midió el tiempo que tardaron en desarrollar callo por variedad.

Las plantas seleccionadas después de la cosecha iniciaron un proceso de recuperación y formación de brotes con lo que se logró conseguir nuevos esquejes, una vez que los esquejes tenían el cuerpo y la calidad para realizar una nueva cosecha, esta se realizó y se anotó el tiempo y la cantidad de esquejes que se obtuvieron por variedad, utilizando la Evaluación rendimiento de cosecha. (Anexo 2) Con la repetición de este proceso por cuatro meses se obtuvo un promedio de producción maceta de cada variedad.

2.3 Periodo de recuperación

El tiempo de recuperación de las plantas madre se determinó realizando una visita de revisión cada semana a cada variedad, donde se revisaron aspectos de brotación y tamaño de los esquejes, sanidad, color, estado de las raíces, etc.

Realizando una inspección visual de las plantas se fueron observando esquejes que ya contaban con las características de calidad establecidas para la cosecha, los esquejes que ya tenían el tamaño, color y sanidad correctos, además de una característica muy importante de contar con la cantidad de hojas necesarias para realizar la corta.

2.4. Inventario final

Con los datos obtenidos de promedio de producción por maceta por variedad, y contemplando el tiempo que necesitó cada variedad para lograr crecer esquejes nuevamente, se elaboró un inventario

final de plantas madre por variedad con las cuales se podrá hacer frente a las proyecciones de compras de los clientes.

Este inventario de plantas se planteó con dos escenarios, uno el de una cantidad de plantas madre por variedad y otro con una meta de producción de esquejes.

La etapa de elaboración del programa de producción se llevó a cabo durante los meses de enero a mayo del 2024 en Horquetas de Sarapiquí, Heredia. Con el fin de obtener la información productiva de cada variedad y proyectar la necesidad de espacio y cantidad de plantas total del invernadero.

III. Resultados y Discusión.

3.1 Invernadero y condiciones ambientales de la zona

Según datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2020), el distrito de Horquetas de Sarapiquí presenta una radiación solar promedio de aproximadamente 4,8 MJ/m², con una humedad relativa media anual del 87%. La temperatura máxima registrada es de 32 °C, la mínima de 21 °C, y la temperatura promedio anual se mantiene en 26,5 °C. La precipitación total anual alcanza alrededor de 3.800 mm, distribuida principalmente entre los meses de mayo a noviembre, lo que caracteriza la zona como de alta pluviosidad.

El invernadero de la empresa Orocosta Agroindustrial S.A. se encuentra en el distrito de Horquetas, cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica, a una altitud aproximada de 65 msnm, ubicado en las coordenadas 10°26'15"N y 84°00'45"O. Estas condiciones agroclimáticas permiten el desarrollo de especies ornamentales tropicales de alta demanda en mercados nacionales e internacionales, lo que convierte a la región en un punto estratégico para la producción de follajes y plantas de interior.

El experimento se llevó a cabo en un invernadero con sombra de sarán negro de 50%, conformado por cuatro casas de cultivo, con un área productiva total de 3.000 m². Dicho invernadero cuenta con 33 camas construidas con metal y un material tipo cable Bayco 3 mm con memoria de tensión, destinadas a la colocación de macetas. La estructura está construida en metal y cubierta con plástico difuso, lo que favorece la distribución uniforme de la radiación solar incidente.

El techo del invernadero tiene un sistema de ventanas plegadas y paredes laterales semiabiertas recubiertas con malla de sombra (sarán), lo que permite un adecuado intercambio de aire y control de temperatura, condiciones fundamentales para el óptimo desarrollo de las plantas ornamentales cultivadas en este espacio. También tiene un sistema de fertirriego manual con goteros y estacas por maceta. Se utiliza un dosificador de fertilizante marca Dosatron para realizar los fertirriegos.

Además de esta área se trabajó en otro invernadero pequeño, con sombra 70 %, de aproximadamente 300 m², utilizado como área de enraizamiento, que cuenta con una computadora de riego y aspersores de nebulización de agua, para garantizar condiciones óptimas de enraizamiento.





Primero se realizó una descripción de las características de calidad de los esquejes y de la planta madre de donde se obtuvieron los esquejes; se consideraron plantas adultas y sanas. Posteriormente, se seleccionó un total de 50 plantas por variedad que ya tenían la edad y estructura adecuadas para ser cosechadas. De estas plantas se realizaron las cortas y se contabilizó el número de esquejes obtenidos; con esta información se analizó la productividad de cada variedad. Para la corta de esquejes se utilizaron tijeras especiales y una solución desinfectante llamada Esterilix con una dosis de 0.5% por litro de agua. Los esquejes se colocaron en cajas de plástico y, inmediatamente después de ser cosechados, se trasladaron al área de enraizamiento para el proceso de encallado o enraizado. Para determinar el tiempo de recuperación de las plantas, se realizó una visita de revisión semanal a cada variedad, revisando aspectos de brotación y tamaño de los esquejes.













3.2. Material vegetal

La empresa ha realizado dos importaciones de material in vitro, desde china. Este material fue la base para la planificación de cada variedad. La lista de variedades es la siguiente:

Tabla 1.

Lista de variedades del Material Vegetal.

<p>1. Starshing</p> 	<p>9. Pink Butterfly</p> 
<p>2. Snow White</p> 	<p>10. Red Valentine</p> 

3. Lady Valentine		11. Spitfire	
4. Green Star		12. Mysterio	
5. Thailand Red		13. Aurora	
6. Aupicious Red		14. White Eileen	
7. Beauty		15. Pink Eileen	
8. Night Sparkle		16. Variegata Pears	

Fuente elaboración propia. Fotos de <https://www.youngplant.cn/2025>

3.3. Características del cultivo

De acuerdo con NC State Extensión (2023): *Aglaonema* (*Aglaonema commutatum*) es una herbácea perenne de la familia Araceae (arum), originaria de Filipinas y el noreste de Célebes, comúnmente se cultiva como planta de interior. Este arbusto tropical crece hasta 1,5 pies, es erecto y tupido, y se parece al bastón mudo (*Dieffenbachia*). La tendencia a tener sólo 5-8 venas laterales

principales lo distingue de Dieffenbachia. Tiene hojas elípticas, de color verde oscuro, en forma de lanza, que alcanzan de 4 a 8 pulgadas de largo y de 2 a 3 pulgadas de ancho. Aparecen atractivas manchas de color gris plateado en los tallos erguidos. Rara vez florece como planta de interior a finales del verano o principios del otoño con un espádice blanco y una espata de color blanco verdoso. Racimos rojos de bayas siguen a las flores. La planta se desarrolla bien con sol difuso o buena luz indirecta y prefiere mucha humedad, pero tolera el aire más seco. Mantenga la mezcla para macetas húmeda desde la primavera hasta el otoño. No requiere un período de letargo invernal, pero prefiere una reducción del riego durante el invierno. Retire flores y frutos para dirigir la energía al crecimiento de las plantas.

3.4. Producción de Esquejes y recuperación de las plantas madre

Según lo indicado por Jones (2022): Aglaonema es muy fácil de propagar en el agua o en el suelo mediante esquejes de tallo. Se debe identificar un esqueje sano en la planta madre para retirarlo y cortarlo. El esqueje debe tener al menos cinco hojas y medir al menos 6 pulgadas de largo. **Ver guía de tamaños de esquejes por variedad.** Para la propagación se pueden utilizar tanto los brotes más nuevos como los más viejos. Con una cuchilla limpia y afilada o unas tijeras de jardinería, se hace un corte diagonal en el tallo del brote justo debajo del nudo de una hoja. Se debe recortar un par de hojas inferiores del esqueje.

3.5. Encallado

El encallado de los esquejes se puede realizar de dos maneras una utilizando agua y otra con algún medio de cultivo o sustrato, si se utiliza el método con agua, se debe llenar un vaso o frasco del tamaño adecuado con agua para que los nudos de las hojas (pero no las hojas restantes) queden sumergidos. El método del suelo o sustrato, se llena una bandeja para plantas o macetas pequeñas. Se humedece el sustrato, y se siembran los esquejes ajustándolos.

Se trabajó un método de enraizamiento en sustrato (ver foto), utilizando como medio la mezcla 50% de arena de río y 50% de granza de arroz, la cual se desinfectó antes de utilizar con Esterilix 5 cc/ litro de agua. Se colocaron dos plantas por maceta plástica de 10.5 cm.



Figura 1

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Enraizamiento

La empresa dispone de dos áreas de propagación, cada una con una superficie aproximada de 300 m². Una de estas áreas está destinada al enraizamiento de esquejes para plantas madre, mientras que la otra se utiliza para el enraizamiento y desarrollo de esquejes con fines de exportación. Ambas áreas cuentan con un sistema automatizado de nebulización por cama, operado mediante una computadora de riego que regula tanto la duración de los riegos como la frecuencia de aplicación, garantizando así condiciones óptimas de humedad para el enraizamiento y el crecimiento uniforme del material propagativo.

Respecto al manejo del área de propagación, a los esquejes antes de sembrar se les realiza un monitoreo de calidad para corroborar que no presenten daños ni plagas. Luego se les coloca un fungicida en el punto de corte y se le aplica también a la base una solución con hormona IBA. Después de sembrados se realizan monitoreos diarios por el tema de humedad y de sanidad.

3.7 Manejo de Plagas y Enfermedades

Todas las semanas se realizan monitoreos entre las camas, donde se revisa la presencia de plantas secas o con alguna enfermedad o plaga. Se estableció un rol de aplicaciones preventivas con insecticidas para el control de trips, cochinilla y ácaros, además de varios bio-estimulantes. El mismo se aplica cada 8 días y en el caso de detectar problema específico, se procede a aplicar de manera general o en focos, algún producto específico. En el caso de enfermedades el rol de aplicaciones a aplicar incluye un fungicida – bactericida con sulfato de cobre pentahidratado, además de fungicidas preventivos tipo mancozeb, Benomil, cycosin y Antracol. Véase anexo 5.

3.8. Manejo nutricional del cultivo

De acuerdo con Henny y Chase (2023): Se puede obtener un crecimiento excelente con fertilizante líquido o de liberación lenta en una proporción 3-1-2 cuando se aplica a una dosis equivalente a 12 a 15 kg N/100 m²/año). Hay que añadir micronutrientes, especialmente cobre, ya que es habitual la deficiencia de este elemento. Se diseñó un programa de fertilización basado en lo descrito anteriormente. Con una fórmula base y elementos menores complementarios.

Se estableció un cronograma de muestreo de pH y EC de las variedades con lo que se lleva el control de los niveles de fertilizante en los sustratos además del pH de estos. Adicionalmente cada tres meses aproximadamente se envían muestras de algunas variedades en producción al laboratorio para realizar el respectivo análisis químico y hacer las correcciones pertinentes.

La fertilización de las plantas madre se basó en una fórmula principal hidrosoluble, se realizó la preparación de una solución nutritiva en un estañón con 100 litros de agua, en la cual se disolvieron 10 kilogramos de Yara White Balance 20-5-18 junto con 2 kilogramos de sulfato de magnesio. Este programa de fertilización se complementó con una aplicación mensual de nitrato de calcio, ajustado a una conductividad eléctrica (EC) de 1.0 mS/cm, lo que permitió suplir las necesidades de calcio y mejorar la calidad estructural de los tejidos vegetales. Adicionalmente, en el caso de las siembras más recientes, durante los dos primeros meses se incorporó de manera semanal la fórmula **Haifa** 12-43-12 con un EC de 1.0 mS/cm, cuyo objetivo fue estimular un adecuado desarrollo radicular en la fase inicial de establecimiento de las plantas.

Se tomó la decisión de enviar a análisis químico completo, con las variedades Aurora, Misterio y Snow White (Figura 1) las dos primeras por ser variedades muy productivas y la Snow White por ser una variedad nueva que va con muy buena proyección.

		RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO																							
		INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR: TF-19512-01																							
		AGROANÁLISIS DE COSTA RICA - LABORATORIO QUÍMICO																							
		Grecia, Alajuela, C.R. Cédula Jurídica 3-101-248437 Teléfonos: Lab: 2494-0592/ Cel: 8891-4181 Correo Electrónico: edugonz@ice.co.cr																							
		CÓDIGO AG-R02 Versión 01 Pág. 1 de 1																							
		Fecha: 25 de octubre de 2023 Cliente: Orocosta Agroindustrial S.A.																							
		Finca: Orocosta				Provincia:				Fecha de ingreso: 13/10/2023				Cultivo: Aglaonema				Cantón:				Fecha de muestreo: 12/10/2023			
		Límite Superior	3.5	0.75	5.0	2.0	0.6	0.75	300	100	200	300	50	3.0	4.0	2.0	2.0								
		Límite Inferior	2.7	0.2	2.7	1.0	0.3	0.20	50	10	25	50	25	0.8	1.0	1.0	1.0								
N° Lab.	Identificación de campo	% m/m						mg/kg																	
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Fe/Mn	Ca/Mg	NK	K/Ca	Ca/B								
TF233836	Siam Aurora	3.25	0.33	6.57	1.86	0.54	0.21	159	9.3	54.9	129	28.6	1.23	3.44	0.49	3.54	0.07								
TF233837	Misterio	3.81	0.29	5.05	2.01	0.41	0.24	187	6.2	63.2	261	21.5	0.72	4.92	0.75	2.52	0.09								
TF233838	Snow White	3.29	0.33	8.74	1.87	0.15	0.19	112	4.1	37.8	55.7	22.1	2.00	12.79	0.38	4.67	0.08								

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación de Agroanálisis de Costa Rica S.A.

Los resultados de los análisis de este informe se refieren únicamente a la muestras aquí descritas.

Figura 2 Resultado de análisis medio.

Fuente: Agroanálisis de Costa Rica, Laboratorio Químico.

		RESULTADO DE ANÁLISIS QUÍMICO																							
		INFORME DE ANÁLISIS DE MEDIO: M-2742-01																							
		AGROANÁLISIS DE COSTA RICA - LABORATORIO QUÍMICO																							
		Grecia, Alajuela, C.R. Cédula Jurídica 3-101-248437 Teléfonos: Lab: 2494-0592/ Cel: 8891-4181 Correo Electrónico: edugonz@ice.co.cr																							
		CÓDIGO AG-R03 Versión 01 Pág. 1 de 1																							
		Fecha: 26 de octubre del 2023 Cliente: Orocosta Agroindustrial S.A.																							
		Finca: Orocosta				Provincia:				Fecha de ingreso: 13/10/2023				Cultivo: Aglaonema				Cantón:				Fecha de muestreo: 12/10/2023			
		Límite Superior Actual	6.60	3.50	200	50.00	300	200	100	200	100	3.00	3.00	0.50	3.00	3.00	0.50	3.00	3.00	1.20	3.00				
		Límite Inferior Actual	5.40	0.75	40.00	5.00	60.00	60.00	30.00	30.00	0.00	0.30	0.01	0.30	0.02	0.05	1.00	2.00	1.00	2.00					
N° Lab.	Identificación de campo	dS/m		mg/kg																					
		pH	C.E.	N-Total	P	K	Ca	Mg	S	Na	Al	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Fe/Mn	Ca/Mg	NK	K/Ca	Ca/B				
M230299	Siam Aurora	5.71	1.09	107.70	64.78	31.58	189.38	56.42	152.56	21.49	0.15	0.30	0.01	0.03	0.04	0.55	7.35	3.36	3.41	0.17	346				
M230300	Misterio	6.00	0.69	65.04	42.09	13.80	117.20	26.40	73.82	11.77	0.05	0.12	0.01	0.02	0.01	0.37	11.00	4.44	4.71	0.12	314				
M230301	Snow White	6.40	1.34	145.69	54.42	231.67	154.84	52.77	140.47	58.84	0.04	0.11	0.01	0.02	n.d.	0.20	-	2.93	0.63	1.50	759				

Metodología: extracción acuosa - pasta saturada

Figura 3. Resultado de análisis de medio

Fuente: Agroanálisis de Costa Rica S.A. Laboratorio Químico.

3.9 Análisis de resultados foliar

En cuanto a este aspecto, Henny R y otros (1991) indican lo siguiente: “Las aglaonemas necesitan una proporción de 3-1-2 de fertilizante, además de que se deben agregar micronutrientes, especialmente cobre, ya que es común una deficiencia de este elemento.”

Según Chen y otros. (2003), los niveles de nutrientes en Aglaonema pueden clasificarse en rangos bajos, medios y altos, tal como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 2

Niveles de concentración de nutrientes en Aglaonema según Chen et al. (2003)

Nutritivo	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno (%)	<2.5	2,5-3,5	>3.5
Fósforo (%)	<0,2	0,2-0,8	>0,8
Potasio (%)	<2.5	2,5-5,0	>5.0
Calcio (%)	<1.0	1.0-2.5	>2.5
Magnesio (%)	<0,3	0,3-0,8	>0,8
Azufre (%)	<0,2	0,2-0,8	>0,8
Hierro (ppm)	<50	50-300	>300
Manganeso (ppm)	<30	30-200	>200
Zinc (ppm)	<15	15-200	>200
Cobre (ppm)	<10	oct-80	>80
Boro (ppm)	<15	15-50	>50

Fuente: Tomado de Cultural guidelines for commercial production of interiorscape Aglaonema (ENH957/EP160), por J. Chen, D. B. McConnell, R. J. Henny y K. C. Everitt, 2003, Universidad de Florida, IFAS Extension (<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/EP160>). © 2003 University of Florida.

En el análisis foliar se observó que las variedades Siam Aurora y Misterio, presentaban un contenido más alto de nitrógeno en comparación con el potasio. Por ello, se recomendó realizar dos riegos con sulfato de potasio a una concentración de 150 ppm por litro, con el fin de corregir dicho desbalance.

En la variedad Snow White, se detectó una baja concentración de magnesio, por lo que se sugirió aplicar sulfato de magnesio a razón de 5 gramos por litro en forma foliar, y repetir la aplicación a los ocho días.

Respecto a los microelementos, se identificó que el contenido de cobre y boro era bajo. En consecuencia, se recomendó realizar una aplicación foliar mensual con elementos menores para mantener niveles adecuados y prevenir deficiencias.

3.10 Análisis del resultado de medio

Durante el análisis se observó que el contenido de fósforo era adecuado, aunque ligeramente elevado, lo cual se atribuyó al uso de una fórmula de riego con alta concentración de fósforo, como Haifa 19-19-19. Por esta razón, se decidió cambiar a la fórmula Yara White Balance. En la variedad Misterio, se realizó un riego adicional con una conductividad eléctrica (EC) de 2.0 mS/cm y se añadió magnesio a una concentración de 150 ppm por litro, con el objetivo de ajustar la EC del sustrato y corregir la deficiencia detectada.

Los elementos hierro, cobre, zinc y manganeso presentaron valores bajos en el sustrato, por lo que se aplicaron dos riegos con el producto Tecnokel Amino Mix Multimineral, a una dosis de 2.5 cc por litro de agua. Asimismo, se programó una aplicación mensual de este producto en el sustrato para mantener niveles óptimos de micronutrientes.

Como parte de las acciones de manejo, se recomendó remitir una muestra foliar y de sustrato cada cuatro meses para su respectivo análisis y la corrección oportuna de posibles desbalances.

3.11. Equipo de riego y frecuencia de la fertiirrigación

Para la aplicación del fertilizante se utiliza la forma de ferti-riego, se cuenta con un inyector de fertilizante marca Dosatron de 40 GPM, colocado en el cuarto de preparación de las soluciones madre, donde se prepara un tanque de 100 litros con fórmula concentrada, la cual se inyecta a una concentración 1:100, y se direcciona hasta el invernadero con tubería de PVC y polietileno de alta densidad hasta llegar al gotero. El sistema de riego consta de una manguera central de 20 mm con un gotero auto compensado con un caudal de 2 L/h, con un distribuidor de cuatro salidas y una manguerita

para cada planta con una estaca de riego. Normalmente se fertiliza dos o tres veces por semana con tiempos de entre 10 a 15 minutos (300 y 500 ml por maceta).

De igual manera, se realizaron ajustes en el volumen de descarga y en la concentración de la solución nutritiva, de acuerdo con los resultados de pH y conductividad eléctrica (CE) obtenidos en los monitoreos. La frecuencia del fertirriego fue determinada de forma manual mediante las revisiones diarias del regador encargado, y hasta la fecha se continúa aplicando este mismo procedimiento para garantizar condiciones óptimas de nutrición en el cultivo.

3.12 Sustratos

Para la siembra de las plantas madre se utilizó una mezcla elaborada por la empresa Orocosta Agroindustrial S.A., compuesta por turba comercial de la marca **Pinstrup** (ficha técnica anexo 6) y fibra de coco de origen nacional. La formulación del sustrato se realizó de la siguiente manera:

- 1 paca de sustrato Pinstруп grueso de 300 litros.
- 5 sacos de fibra de coco molida (tamaño medio), con volumen de 60 litros cada uno.
- 1 kilogramo de cal dolomita (*marca Teuton*).
- 800 gramos de fertilizante Yara Avansere 13.3-8-12.4.

La mezcla resultante proporcionó un medio de cultivo con adecuada aireación, retención de humedad, pH adecuado y disponibilidad de nutrientes, condiciones fundamentales para el establecimiento y desarrollo vigoroso de las plantas madre de *Aglaonema*.

3.13 Variables de rendimiento y frecuencia de muestreos

Después de realizadas las cosechas se determinó el promedio de producción de esquejes por variedad. Dividiendo la cantidad de esquejes cosechados entre la cantidad de plantas del ensayo. Con esta información se pudo calcular la cantidad requerida de plantas para cumplir con los requerimientos de producción. Posteriormente, se continuó con la observación y seguimiento del desarrollo de las plantas madre, registrando las características morfológicas y el vigor de los brotes emitidos. Una vez que los esquejes alcanzaron el tamaño, la consistencia de tallo y la calidad foliar adecuada para una

nueva cosecha, se procedió a realizar el corte respectivo. Durante esta etapa, se anotaron cuidadosamente el tiempo transcurrido desde la cosecha anterior y la cantidad de esquejes obtenidos por cada variedad, con el fin de evaluar la productividad y el comportamiento específico de cada genotipo bajo las condiciones del invernadero, utilizando la **Tabla Evaluación rendimiento de cosecha (Anexo 2)**. Al repetir este proceso durante cuatro meses, se obtuvo un promedio de cosecha esperado por planta y por variedad.

Con base en esta información, y a partir de la proyección de ventas por variedad facilitada por la empresa, se construyó un **plan de producción integral** y el **programa de producción de esquejes**. El plan de producción integra lo necesario para que se produzca una planta de excelente calidad, con un manejo nutricional adecuado y un programa fitosanitario a la medida del cultivo.

Para poder manejar la logística de producción dentro de la empresa se debe seguir el programa de producción de esquejes, donde se cuenta con una planificación de siembras por semanas, cantidades y un mapa de ubicación de estas dentro del invernadero (anexo 3), además se contemplan los tiempos para cada proceso por variedad, dentro del programa se describen las características de las macetas y el sustrato.

Dicho plan se sustentó en los resultados de cosecha, encallado y enraizamiento, e incluyó además un mapa de distribución de variedades.

Asimismo, se establecieron los tiempos de anticipación necesarios para cada cosecha, de modo que el material pudiera ser enviado con el encallado o el desarrollo radicular adecuado, según los requerimientos del cliente.

A partir de un conteo manual de cada variedad, se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 3

Inventario, cantidad de plantas madre con las que se arrancó el proyecto

#	Familia	Genero	Variedad	# Macetas	# Plantas/maceta	Total plantas
1	Araceae	Aglaonema	Siam Aurora	3,393	3	10,179

2	Araceae	Aglaonema	Beauty	2,920	3	8,760
3	Araceae	Aglaonema	Misterio	2,066	3	6,198
4	Araceae	Aglaonema	Night Sparkle	1,088	3	3,264
5	Araceae	Aglaonema	Pink Eileen	920	3	2,760
6	Araceae	Aglaonema	Starshine	672	3	2,016
7	Araceae	Aglaonema	Spitfire	609	3	1,827
8	Araceae	Aglaonema	White Eileen	520	3	1,560
9	Araceae	Aglaonema	Green Star	508	3	1,524
10	Araceae	Aglaonema	Thailand Red	495	3	1,485
11	Araceae	Aglaonema	Red Valentine	413	3	1,239
12	Araceae	Aglaonema	Lady Valentine	267	3	801
13	Araceae	Aglaonema	Auspicious Red	172	3	516
14	Araceae	Aglaonema	Snow White	137	3	411
15	Araceae	Aglaonema	Variegata Pearls	80	3	240
16	Araceae	Aglaonema	Pink Butterfly	63	3	189

Fuente: elaboración propia.

La meta inicial de plantas definida por la empresa Orocosta Agroindustrial S.A. fue de 3.000 macetas por variedad, lo que equivale a un total de 9.000 plantas en producción por cada variedad.

Sin embargo, únicamente dos variedades alcanzaban este punto de producción al 100 %. La variedad Siam Aurora presentaba 3.393 macetas, lo que correspondió a 10.179 plantas, mientras que la variedad Beauty registró 2.920 macetas, para un total de 8.760 plantas.

Una observación importante a la hora de realizar este inventario de plantas fue que no se contaba con stock de plantas en crecimiento, por esta razón se planifico hacer cortas y reservar una parte de estas para generar nuevas plantas madre.

3.14 Características de calidad que deben tener los esquejes de aglaonema

Después de haber realizado las diferentes cosechas, se determinó la siguiente guía de tamaños para cosechar los esquejes de aglaonema.

Tabla 4

Guía de tamaños de esquejes de Aglaonema.

	Género	Variedad	Tamaños (cm)
1	Aglaonema	Siam Aurora	22-28
2	Aglaonema	Beauty	22-26
3	Aglaonema	Misterio / Saphiro	22-28
4	Aglaonema	Night Sparkle	25-30
5	Aglaonema	Pink Eileen	25-30
6	Aglaonema	Starshine	22-26
7	Aglaonema	Spitfire	25-30
8	Aglaonema	White Eileen	25-30
9	Aglaonema	Green Star	22-28
10	Aglaonema	Thailand Red	25-30
11	Aglaonema	Red Valentine	22-26
12	Aglaonema	Lady Valentine	22-26
13	Aglaonema	Aupicious Red	22-26
14	Aglaonema	Snow White	25-30
15	Aglaonema	Variegata Pearls	22-26
16	Aglaonema	Pink Butterfly	22-28







Fuente: Elaboración propia

A la hora de realizar las cosechas la persona encargada de la supervisión, le entrega los cosechadores un esqueje por variedad, el mismo esta escogido de acuerdo a los tamaños de la tabla 4.

En la siguiente tabla se muestra una guía visual para los cosechadores donde pueden ver los tamaños de cosecha de las diferentes variedades y las características de cada esqueje. Cada una de estas fotografías se mantienen en el vivero en tamaño real y con las anotaciones de calidad. De manera que sean referencia a la hora de realizar las cortas. Todavía algunas variedades no se están cosechando por lo cual no hay foto de referencia de tamaño.

Tabla 5

Guía de tamaños de esquejes por variedad

<p>1. Starshing</p>  A photograph of a Starshing Aglaonema cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of green, pink, and red. A ruler is placed vertically to the left of the cutting for scale, showing it is approximately 10 cm tall.	<p>9. Snow White</p>  A photograph of an Aglaonema Snow White cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of green and white. A ruler is placed vertically to the left of the cutting for scale, showing it is approximately 10 cm tall. An orange label in the top right corner reads "Aglaonema Snow White".
<p>2. Pink Butterfly</p>  A photograph of a Pink Butterfly Aglaonema cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of green and pink. The cutting is shown in a small white pot.	<p>10. Red Valentine</p>  A photograph of a Red Valentine Aglaonema cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of red and green. The cutting is shown in a small white pot.
<p>3. Lady Valentine</p>  A photograph of a Lady Valentine Aglaonema cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of pink and green. The cutting is shown in a small white pot.	<p>11. Aupicious Red</p>  A photograph of an Aupicious Red Aglaonema cutting. The leaves are large and heart-shaped, showing a variegated pattern of red and pink. The cutting is shown in a small white pot.

4. Green Star



12. Mysterio



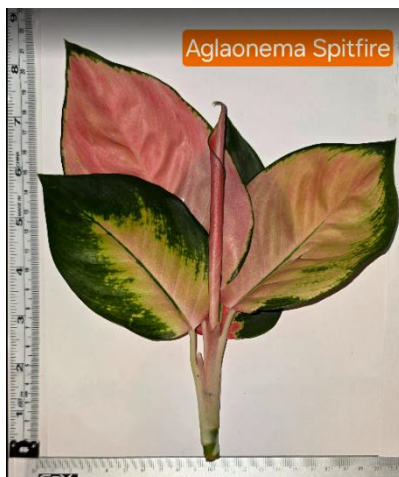
5. Thailand Red



13. Siam Aurora



6. Spitfire



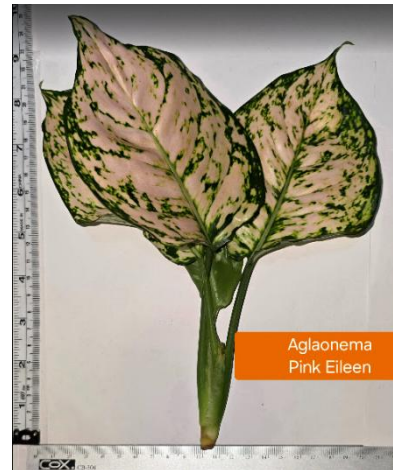
14. White Eileen



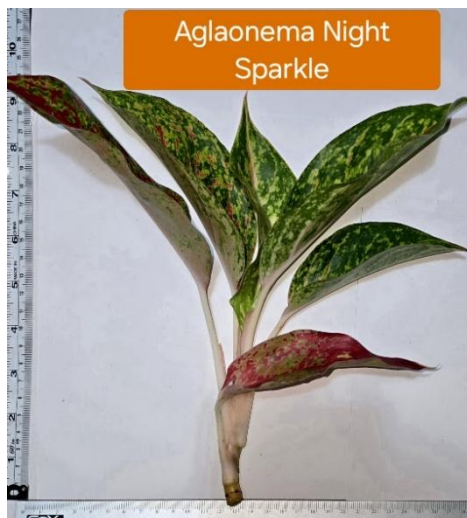
7. Beauty



15. Pink Eileen



8. Night Sparkle



16. Variegata Pears



Fuente: Elaboración propia

Los esquejes deberán tener entre 4 y 5 hojas formadas como mínimo, a la hora de cortar se deberá revisar que el grosor de los tallos sea uniforme, deben estar en una condición perfecta de salud, sin deficiencias nutricionales visibles, no presentar enfermedades ni plagas, tampoco daños de carácter mecánico.

Se deberá cuidar la sanidad de los esquejes en todo momento, para esto es importante tener implementos limpios y desinfectados.

3.15 Promedio de producción de esquejes por variedad

Se cosecharon 50 plantas por variedad y se contabilizaron los esquejes cosechados en cada corta. Las cosechas se realizaron cada 15 días, respetando los tamaños de esquejes establecidos como buena calidad. Es importante indicar que las cortas se realizaron por 14 semanas. En la tabla numero 4 se muestran los datos obtenidos de las cortas de cada 15 días.

Tabla 6

Promedio de producción de esquejes por variedad

Cultivo	Variedad	# Potes	Cantidad Esquejes														Total	Promedio quincenal
			sem 5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31		
Aglaonema	Siam Aurora	50	52	32	52	67	71	80	76	65	62	71	73	80	81	83	945	1,35
Aglaonema	Misterio	50	38	36	39	42	43	38	42	41	36	42	38	37	42	34	548	0,78
Aglaonema	Red Valentine	50	26	45	28	26	33	34	26	28	29	25	22	24	20	21	387	0,55
Aglaonema	Starshine	50	33	28	19	25	21	26	23	26	20	24	19	22	18	19	323	0,46
Aglaonema	Aupicious Red	50	22	30	28	25	16	15	18	17	17	20	22	23	16	17	286	0,41
Aglaonema	Night Sparkle	50	36	19	16	15	16	21	20	16	18	20	19	17	21	22	276	0,39
Aglaonema	Beauty	50	20	16	15	19	14	17	17	19	20	21	16	18	20	17	249	0,36
Aglaonema	Pink Eileen	50	20	16	18	19	20	18	18	17	16	18	16	16	17	19	248	0,35
Aglaonema	White Eileen	50	17	16	14	12	14	14	16	10	12	16	18	20	17	19	215	0,31
Aglaonema	Spitfire	50	33	17	12	15	12	12	11	14	13	14	17	13	12	15	210	0,30
Aglaonema	Variegata Pearls	50	28	25	18	14	15	18	10	6	8	12	10	10	16	13	203	0,29
Aglaonema	Snow White	50	16	16	9	8	12	16	12	13	9	11	12	14	18	11	177	0,25
Aglaonema	Lady Valentine	50	20	19	12	13	12	10	12	13	10	12	9	11	11	12	176	0,25
Aglaonema	Pink Butterfly	50	19	10	11	10	10	8	12	10	10	8	9	9	12	10	148	0,21
Aglaonema	Green Star	50	8	7	9	11	10	8	8	10	6	9	11	12	12	10	131	0,19
Aglaonema	Thailand Red	50	14	11	13	11	9	9	8	11	6	8	12	5	6	5	128	0,18

Fuente: Elaboración propia.

3.16 Análisis de Resultados

En primer lugar, se observó que, al realizar cortes de tamaño estándar, es posible efectuar cosechas cada 15 días. Esta frecuencia permite disponer continuamente de esquejes con el tamaño

adecuado. La variedad Siam Aurora es la variedad más productiva de las aglaonemas con un total de 945 esquejes producidos durante las 14 semanas a partir de las 50 plantas, con esta información obtuvimos un promedio quincenal de 1.35 esquejes por maceta por quincena.

Seguida por la variedad Misterio, con un promedio de producción de 0.78 esquejes por planta cada quince días. Se observa que las tres variedades con menor productividad son Pink Butterfly, Green Star y Thailand Red, con promedios quincenales de 0.21, 0.19 y 0.18 esquejes por maceta por quincena, respectivamente. En estas variedades se recomendó implementar acciones experimentales para incrementar la productividad y la velocidad de crecimiento.

3.17 Tiempo de recuperación de las plantas madre

Las plantas utilizadas para el ensayo de cosecha fueron revisadas semanalmente con el fin de evaluar el crecimiento y desarrollo de los esquejes. Se determinó que, al establecer un tamaño estándar de esqueje, era posible disponer de material de propagación cada 15 días, lo que permitió una programación constante de cortas.

Durante el proceso, se observó que las plantas continuaban su crecimiento y maduración de los esquejes de manera uniforme. No obstante, cuando en las plantas madre no se realizaron las cosechas quincenales, algunos esquejes superaron el tamaño óptimo de corte o desarrollaron un mayor crecimiento de tallo, lo que redujo la uniformidad del material cosechado.

Una situación importante que si se observó fue que, cuando las plantas se dejaban más de 15 días sin cosecha, lograban recuperar mejor el sistema radicular, lo cual sugiere la posibilidad la necesidad de hacer pruebas de rendimiento con cosechas cada tres, cuatro o cinco semanas con el fin de priorizar la calidad del material y evitar el estrés en las plantas madre, especialmente en aquellas que ya alcanzan un estado más adulto.

Asimismo, se identificó que algunas variedades, como Thailand Red, Green Star y Pink Butterfly, presentan un crecimiento más lento. En estos casos, se planteó la opción de realizar cosechas cada cuatro semanas; sin embargo, se mantuvo el intervalo de 15 días con el propósito de no afectar la disponibilidad continua de esquejes para los clientes.

3.18 Inventario final de plantas madre por variedad

Según conversaciones con la empresa y los clientes la meta de producción sería de 30000 esquejes por mes, considerando la mayoría de las variedades. Debido a la limitada disponibilidad de

plantas madre al momento de la ejecución del presente trabajo, se optó por restringir la oferta de esquejes a un número menor de esquejes y a un grupo específico de variedades. Esta decisión se tomó con el fin de optimizar los recursos disponibles y asegurar la calidad, uniformidad y trazabilidad del material vegetal propagado durante el desarrollo del ensayo.

En la tabla 7 se muestran las variedades elegidas por la empresa para ser ofrecidas a los clientes según la cantidad de plantas madre e importancia de las variedades por su color. Además, se agrega un porcentaje de retención de la producción para ser utilizados para incrementar el número de plantas madre.

Tabla 7

Lista de variedades de las que se ofrece material para exportación y porcentaje de retención para crecer plantas madre

	Género	Variedad	% Retención
1	Aglaonema	Siam Aurora	0%
2	Aglaonema	Beauty	0%
3	Aglaonema	Misterio	20%
4	Aglaonema	Night Sparkle	50%
5	Aglaonema	Pink Eileen	50%
6	Aglaonema	Starshine	50%
7	Aglaonema	Spitfire	60%
8	Aglaonema	White Eileen	50%
9	Aglaonema	Green Star	80%
10	Aglaonema	Thailand Red	100%
11	Aglaonema	Red Valentine	100%
12	Aglaonema	Lady Valentine	100%

13	Aglaonema	Aupicious Red	100%
14	Aglaonema	Snow White	100%
15	Aglaonema	Variegata Pearls	100%
16	Aglaonema	Pink Butterfly	100%

Fuente: Elaboración propia.

Las variedades marcadas con 100 % continuaron en un proceso de reproducción, con el objetivo de alcanzar una cantidad de plantas madre superior a 1000 macetas. A partir de este número de plantas madre se deberá definir un porcentaje de la producción para exportar y otra parte para seguir creciendo el stock de plantas madre.

3.19 Análisis de la cantidad de plantas madre necesarias para producir 2000 esquejes por variedad.

Se planteó el escenario de analizar cuántas plantas madre serían necesarias para alcanzar una disponibilidad de 32 000 esquejes por despacho, con una frecuencia de cada 15 días. Por esta razón, y considerando los rendimientos promedio de producción obtenidos en el vivero, se presenta en la Tabla 8 la información correspondiente.

Tabla 8

Cantidad de plantas madre necesarias para producir 32 000 esquejes por despacho.

	Variedad	Promedio quincenal	Necesidad de esquejes	Cantidad de plantas madre
1	Siam Aurora	1,35	2000	1481
2	Misterio	0,78	2000	2555
3	Red Valentine	0,55	2000	3618
4	Starshine	0,46	2000	4334
5	Aupicious Red	0,41	2000	4895
6	Night Sparkle	0,39	2000	5072
7	Beauty	0,36	2000	5622
8	Pink Eileen	0,35	2000	5645

9	White Eileen	0,31	2000	6512
10	Spitfire	0,30	2000	6667
11	Variegata Pearls	0,29	2000	6897
12	Snow White	0,25	2000	7910
13	Lady Valentine	0,25	2000	7955
14	Pink Butterfly	0,21	2000	9459
15	Green Star	0,19	2000	10687
16	Thailand Red	0,18	2000	10938
			32000	

Fuente: Elaboración propia.

Las variedades donde son necesarias una cantidad alta de plantas madre para cumplir con una cantidad de 2000 esquejes son Snow White, Lady Valentine, Pink Butterfly, Green Star y Thailand Red. Esto también deberá servir para analizar el costo de producción de cada esqueje y además teniendo en cuenta este rendimiento se deberá priorizar en estas variedades a la hora de tomar acciones que estén enfocadas en la mejora del rendimiento de las variedades.

Se debe trabajar en una investigación de mercado para las variedades nuevas de lento crecimiento, algunos clientes todavía están conociendo apenas las nuevas variedades y no tienen seguridad de si el mercado estará dispuesto o no a pagar un sobreprecio por algunas de las variedades, como punto a favor esta que estas gozan de particularidades que las hacen especiales como lo son el color, tamaños y el hecho de que sean de más lento crecimiento puede ser utilizado como algo positivo, si se enfoca al cliente en el tema de que son plantas que van a requerir poco mantenimiento.

Mejorar los promedios de producción deberá ser uno de los principales objetivos de la empresa en este proyecto, para esto se deberá continuar con las mediciones constantes de pH y EC de los sustratos, tener un estricto control de la cantidad de riego y continuar con las pruebas de productos para estimular este crecimiento. De igual forma se observó que algunas variedades tienden a dar esquejes de tamaños muy robustos, lo cual puede afectar la velocidad de crecimiento, el costo de empaque, entre otros factores, para esto se sugirió hacer pruebas con diferentes opciones, por ejemplo: bajando el tamaño de maceta, pruebas con reguladores de crecimiento de forma foliar y líquida al sustrato.

Tabla 9**Resumen del programa de producción**

ETAPA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
REPRODUCCIÓN Y COSECHA	Guía de tamaños de esquejes / normas de sanidad / Normas de calidad de los esquejes / Formulario de control de cortas	Se elaboró una guía de tamaños de esquejes por variedad/ con la descripción de calidad que deben tener los esquejes a la hora de cosechar / además de las normas de sanidad que se deben seguir para el cuidado de los esquejes
SIEMBRA ENRAIZAMIENTO	descripción del área de siembra / descripción de los materiales para siembra / descripción de materiales para siembra en enraizamiento	Se realizó una descripción del proceso y los elementos necesarios para realizar el proceso de enraizamiento de los esquejes
SIEMBRA PLANTAS MADRE	descripción del sustrato que se utiliza para siembra / mapa con la distribución por camas y variedades	Para la coordinación de trabajos en campo, el mapa de distribución de variedades constituye una guía indispensable para conseguir una línea de trabajo orientada al cumplimiento de lo planificado en el mapa.

Fuente: Elaboración propia.

- 1 El inventario inicial de plantas madre permitió identificar que únicamente las variedades Siam Aurora y Beauty alcanzaron la meta de producción establecida por la empresa (3000 macetas / 9000 plantas por variedad), demostrando un mejor desempeño en términos de disponibilidad para la producción.
- 2 El análisis químico foliar reveló un desbalance nutricional, con exceso de nitrógeno y baja concentración de potasio, cobre y boro. Esta condición puede limitar la calidad y productividad de los esquejes si no se corrige oportunamente, por lo cual se realizaron las recomendaciones respectivas.
- 3 En la variedad Snow White se evidenció deficiencia de magnesio, lo que confirma la necesidad de un manejo diferenciado por variedad en cuanto a fertilización y aplicaciones foliares.
- 4 El análisis del medio (sustrato) mostró niveles adecuados de fósforo, pero con ligera sobredosificación debido al uso de la fórmula 19-19-19, lo que llevó a la sustitución por una mezcla más balanceada (20-5-18).
- 5 En cuanto a la productividad de esquejes, la variedad Siam Aurora destacó con un promedio de 1.35 esquejes por maceta cada 15 días, seguida por Misterio con 0.78. En contraste, variedades

como Pink Butterfly, Green Star y Thailand Red presentaron bajos rendimientos (≤ 0.25 esquejes), lo que compromete la meta de producción mensual de 32000 esquejes.

- 6 El ensayo de cosecha evidenció que las plantas madre pueden recuperarse en ciclos de 15 días, aunque variedades de crecimiento más lento muestran mejor desarrollo radicular con cortes cada cuatro semanas, lo que podría mejorar la calidad de los esquejes a mediano plazo.
- 7 El cálculo de plantas madre necesarias para producir 2000 esquejes por variedad demuestra que variedades como Thailand Red y Green Star requieren más de 10000 plantas madre, lo que hace su propagación menos eficiente en comparación con Siam Aurora que requiere 1481.

IV Limitantes

4.1 Capacitación del personal y elección de personas idóneas

Uno de los factores determinantes en el avance del proyecto fue la necesidad de contar con un equipo de trabajo debidamente capacitado y conformado por personas idóneas para ejecutar las actividades propuestas.

En la etapa inicial, se priorizó la formación del equipo mediante capacitaciones especializadas, orientadas tanto a los procedimientos técnicos como a la comprensión de los objetivos del proyecto. Este proceso requirió tiempo adicional, pues fue fundamental asegurar que cada integrante contara con las competencias necesarias para contribuir de manera efectiva. La capacitación, lejos de ser un obstáculo, representó una inversión que fortalecería la calidad de los resultados y la solidez del trabajo final. Sin embargo, también impactó el calendario propuesto, extendiendo los plazos previstos para la ejecución de las actividades centrales.

4.2 Selección y reestructuración del equipo de trabajo

Otro aspecto relevante fue la selección de las personas idóneas para llevar adelante el proyecto. Desde el principio, se realizó un proceso de selección con el objetivo de conformar un equipo de trabajadores capacitados. Sin embargo, el proceso presentó dificultades: algunos integrantes no lograron adaptarse a la dinámica del trabajo, mientras que otros salieron por motivos personales.

Esta situación obligó a realizar varias reestructuraciones internas, lo que implicó reiniciar procesos de inducción y repetir capacitaciones específicas para los nuevos integrantes. La constante

búsqueda por el equipo más adecuado generó una dinámica de ajustes y adaptaciones que, aunque necesaria, derivó en demoras en el desarrollo de los ensayos y en la aplicación de las metodologías planteadas.

4.3 Reinicio de ensayos y ajustes metodológicos

A raíz de los cambios en el equipo y de la necesidad de garantizar la calidad y rigurosidad de los resultados, fue indispensable reiniciar varios de los ensayos. Cada vez que se integraba una nueva persona al proyecto, el equipo debía reorganizarse y asegurarse de que los protocolos se cumplieran correctamente, lo cual implicaba volver a ejecutar pruebas y validar procedimientos para mantener la coherencia en el trabajo.

4.4 Cambios de ubicaciones de plantas madre

Se realizaron varios movimientos cambiando de invernadero debido a fallas en la estructura del invernadero designado para la producción de esquejes. Estas fallas comprometían la integridad de las plantas y la eficiencia del proceso de producción, por lo que fue necesario trasladar los esquejes a un invernadero en mejores condiciones para asegurar su desarrollo adecuado.

VI Recomendaciones

1. Priorizar variedades de alta productividad como Siam Aurora, Beauty y Misterio para garantizar el cumplimiento de la meta de 32,000 esquejes mensuales, destinando mayores recursos de manejo y propagación a estas líneas.
2. Implementar programas de fertilización diferenciados por variedad, ajustando nitrógeno y potasio en el riego, y asegurando aplicaciones regulares de micronutrientes (cobre, boro, magnesio, zinc, hierro y manganeso) según los resultados de análisis foliar y de sustrato.
3. Mantener un plan de monitoreo trimestral de análisis foliar y del sustrato, con el fin de corregir oportunamente desbalances nutricionales y evitar pérdidas productivas.
4. Replantear la estrategia de corte: mantener cortas quincenales en variedades de crecimiento rápido, pero considerar periodos de 4- 5 semanas para variedades más lentas, priorizando la calidad de los esquejes sobre la frecuencia de corte.
5. Fortalecer el programa de sanidad vegetal, asegurando desinfección de herramientas y control preventivo de plagas y enfermedades, para garantizar esquejes libres de defectos.
6. Retener un porcentaje de esquejes producidos en variedades de bajo inventario (Thailand Red, Snow White, Pink Butterfly, Green Star) con el objetivo de incrementar progresivamente el número de plantas madre y reducir la dependencia de nuevas adquisiciones.
7. Evaluar la rentabilidad por variedad, considerando el alto costo de producción de esquejes en aquellas que requieren más de 3500 plantas madre, a fin de decidir si se mantienen en producción comercial o si se enfocan en líneas más eficientes.
8. Búsqueda de alternativas de bioestimulación, para mejorar los rendimientos de cada variedad especialmente las más lentas.
9. Se deberá establecer un protocolo sanitario para cuando se manejen las plantas desde que se cosechan, tanto para exportación como para plantas madre, para minimizar las pérdidas de plantas y garantizar la calidad de las diferentes variedades.

VII Referencias Bibliográficas

- Banco Mundial. (2024). *Costa Rica: Panorama general*.
<https://www.bancomundial.org/es/country/costarica/overview>
- Beruto, M., Silva, F. R., & Lanteri, M. (2024). Advancement in propagation, breeding, cultivation, and marketing of ornamentals. *Horticulturae*, 10(7), 747.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10070747>
- Cardoso, J. C., & Vendrame, W. A. (2022). Innovation in propagation and cultivation of ornamental plants. *Horticulturae*, 8(3), 187. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030187>
- Chen, J., McConnell, D. B., Henny, R. J., & Everitt, K. C. (2003, julio 30). *Cultural guidelines for commercial production of interiorscape Aglaonema* (ENH957/EP160). Universidad de Florida, IFAS Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/EP160>
- El-Gedawey, H. I. M., & Hussein, S. E. (2022). Micropropagation of Aglaonema ‘Lady Valentine’ by axillary shoot explants. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, H. Botany*, 13(2), 129-142. <https://doi.org/10.21608/eajbsh.2022.273593>
- Henny, R. J., Chase, A. R., & Osborne, L. S. (1991). *Aglaonema production guide* (CFREC-Apopka Foliage Plant Research Note RH-91-2). University of Florida, IFAS Central Florida Research and Education Center. <https://mrec.ifas.ufl.edu/foilage/folnotes/aglaonem.htm>
<https://mrec.ifas.ufl.edu/foilage/folnotes/aglaonem.htm#:~:text=The%20roots%20themselves%20are%20brown,away%20from%20the%20inner%20core.&text=Use%20of%20pathogen%20free%20potting,prior%20to%20choice%20or%20fungicides.&text=Aglaonema%20does%20not%20appear%20to,as%20aglaonema%20and%20latania%20scales.&text=Mealybugs%20appear%20as%20white%20C%20cottony,plant%20parts%20begin%20to%20die.&text=Systemic%20materials%20are%20preferred.&text=Infested%20plants%20become%20weakened%20or,on%20which%20they%20are%20feeding.&text=See%20mealybugs.>
- Loconsole, D., Scaltrito, E., Sdao, A. E., Cristiano, G., & De Lucia, B. (2024). Application of commercial seaweed extract-based biostimulants to enhance adventitious root formation in ornamental cutting propagation protocols: A review. *Frontiers in Horticulture*, 3, 1371090. <https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1371090>

- Oboni, K. A., & Hossain, M. A. (2025). Exploring the diversity, propagation, impacts, and market dynamics of houseplants: Current trends and future prospects. *Technology in Horticulture*, 5, e010. <https://doi.org/10.48130/tihort-0025-0005>
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2024). *Exportaciones de plantas ornamentales, follajes y flores*. <https://www.procomer.com>PROCOMER. (2024). Exportaciones de plantas ornamentales, follajes y flores. Recuperado de
- Salama, G. M. Y., Abdel-Aziz, N. G., & Abd El-Baset, M. M. (2021). Studies on micropropagation of *Aglaonema* tipe Dud Anjamani plants. *Middle East Journal of Applied Research*, 10(1), 53-59. <http://www.curreweb.com/mejar/mejar/2021/mejar.2021.10.1.3.pdf>
- Wolverton, B. C., Johnson, A., & Bounds, K. (1989). *Interior landscape plants for indoor air pollution abatement*. National Aeronautics and Space Administration. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19930073077/downloads/19930073077.pdf>
- Zahara, M., & Win, C. C. (2020). The effect of plant growth regulators on micropropagation of *Aglaonema* sp. *Journal of Tropical Horticulture*, 3(2), 58-67. <https://doi.org/10.33089/jthort.v3i2.58>

VIII Anexos

Anexo 1.

Formatos de registro de cosecha.

Orocosta AgroIndustrial S.A.								
INFORME DE PRODUCCION SEMANAL								
SEMANA: <input type="text"/>								
#	Familia	Subfamilia	Genero	Variedad	Tamaño CM	Esquejes CORTA	Retencion Planta Madre	Venta
1	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Aupicious Red	22-26			
2	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Beauty	22-26			
3	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Brillant	25-30			
4	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Crimson Valentine	22-26			
5	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Green Star	22-28			
6	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Lady Valentine	22-26			
7	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Lemon	22-26			
8	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Night Sparkle	25-30			
9	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Oriental Red	22-26			
10	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Pink Butterfly	22-26			
11	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Pink Eileen	25-30			
12	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Red Valentine	22-26			
13	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Saphire (Misterio)	22-26			
14	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Siam Aurora	22-26			
15	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Silver Cosmetic	22-26			
16	Araceae	Aroideae	Aglaonema	Snow White	25-30			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2.

Tabla de evaluación de rendimiento de cosecha.

OROCOSTA AGRO INDUSTRIAL S.A.					
REGISTRO DE ENSAYOS DE CORTAS ESQUEJES 2025					
	Semana:		Cortador:		
Itens	Genero	Variedad	# Potes	Numero Cama	Cantidad esquejes cortados
1	Aglaonema	Aupicious Red	50		
2	Aglaonema	Beauty	50		
3	Aglaonema	Brillant	50		
4	Aglaonema	Crimson Valentine	50		
5	Aglaonema	Green Star	50		
6	Aglaonema	Lady Valentine	50		
7	Aglaonema	Lemon	50		
8	Aglaonema	Night Sparkle	50		
9	Aglaonema	Oriental Red	50		
10	Aglaonema	Pink Butterfly	50		
11	Aglaonema	Pink Eileen	50		
12	Aglaonema	Red Valentine	50		
13	Aglaonema	Saphire (Misterio)	50		
14	Aglaonema	Siam Aurora	50		
15	Aglaonema	Silver Cosmetic	50		
16	Aglaonema	Snow White	50		
17	Aglaonema	Spitfire	50		
18	Aglaonema	Starshine	50		
19	Aglaonema	Thai Snowflakes	50		
20	Aglaonema	Thailand Red	50		
21	Aglaonema	Variegata Pearls	50		
22	Aglaonema	White Eileen	50		

Fuente. Orocosta Agroindustrial. Elaboración propia.

Anexo 3.

Mapas de distribución por camas.

Mapa de distribución de variedades vivero 2					
Sección A		P a s i l l o c a l i z a d o	Sección B		
Cama	Variedades		Cama	Variedades	
Cama 1	Siam Aurora (525)		Area de trabajo		
Cama 2	Siam Aurora (525)				
Cama 3	Siam Aurora (525)		Cama 3	Saphiro (525)	
Cama 4	Siam Aurora (525)		Cama 4	Saphiro (525)	
Cama 5	Siam Aurora (525)		Cama 5	Saphiro (504) / Night Sparkle (21)	
Cama 6	Siam Aurora (525)		Cama 6	Night Sparkle (525)	
Cama 7	Siam Aurora (243)/ Beauty (282)		Cama 7	Night Sparkle (525)	
Cama 8	Beauty (525)		Cama 8	Night Sparkle (17) / Pink Eileen (508)	
Cama 9	Beauty (525)		Cama 9	Pink Eileen (412) / Starshine (113)	
Cama 10	Beauty (525)		Cama 10	Starshine (525)	
Cama 11	Beauty (525)		Cama 11	Starshine (34)	
Cama 12	Beauty (525)		Cama 12	Spitfire (118)	
Cama 13	Beauty (13) / Saphiro (512)		Cama 13	White Eileen (113)	
Cama 14			Cama 14	Green Star (96)	
Cama 15			Cama 15		
Cama 16			Cama 16		
Cama 17	Material China		Cama 17	Ensayos cortas	
Cama 18	Material China		Cama 18	Ensayos cortas	
Cama 19	Material China		Cama 19		
Cama 20	Material China		Cama 20		
Cama 21	Material China		Cama 21		
Cama 22	Material China		Cama 22		
Cama 23	Material China		Cama 23		
Cama 24	Material China		Cama 24		

Fuente. Orocosta Agroindustrial, Elaboración propia

Anexo 4.

Fichas técnicas de fertilizantes empleados.

Nota: Las extras de Boro, Hiero y Magnesio en las formulas con Calcio, se aplican aparte en un estañon de 190 litros de agua con la misma relación donde hay dos inyectores / cuando se utiliza sulfato de magnesio las extras se preparan en en tanque B								
						Tanque A	Tanque B	
INV.	Cultivos	Variedad	Relación inyector (Fórmula)	EC (mS)	Relación inyector (Extra)	Fórmula	Sulfato de Magnesio 9,6 %	
			1:		1:	# sacos	ppn	KG
1, 2 y 3	Aglaonemas	todas	100	1,7	100	White Balance (20-5-18) / 20 kilos	20	4
	Enraizamiento / propagación	Todas	100	1,0		Haifa (12-43-12) / 20 kilos	0	0,0
Nota: Aplicar 12-43-12 EC 1,0 una vez por semana y Nitrato de Calcio EC 1,0 y 2,0 según EC de riego / previa indicacion / El fertilizante White Balance se debe aplicar dos veces y a la tercera vez cambiar por azutek con las mismas dosis y mismo EC								

Fuente. Orocosta Agroindustrial

Anexo 5.

Plan de aplicaciones de químicos, bio-estimulantes y fertilizantes foliares

Orocosta Agro Industrial S.A.					
Programa de aplicaciones foliares / fumigacion					
Ciclo	Producto	Ingrediente activo principal	Dosis (cc/L o gr/L)	Agua (L)	Gasto total (cc o gr)
1	Dap plus	Regulador de pH	1	350	350
	Hiena / Tress pass	Abamectina	0,6	350	210
	Nissorun	Hexitiazox (acaricida)	1,5	350	525
	Cycosin	Metil - Tiophanato	1	350	350
	Alga Tonik	Extracto de algas marinas	2	350	700
	Cosmo In	Coayudante	0,3	350	105
2	Dap plus	Regulador de pH	1	350	350
	Fertihume	Ácidos húmicos y fúlvicos	2,5	350	875
	Viusid	Polisacáridos + vitaminas + antioxidantes	0,3	350	105
	Nutrimar	Extracto de algas + aminoácidos + minerales	5	350	1750
	Nissorun	Hexitiazox (acaricida)	1,5	350	525
	Cosmo in	Coayudante	0,3	350	105
3	Dap plus	Regulador de pH	1	350	350
	Aminomix	Multimineral	3	350	1050
	Tecamin Vigor	Aminoácidos + micronutrientes	3	350	1050
	Milbecnock	Milbemectina (acaricida)	1	350	350
	Dipel	Bacillus thuringiensis kurstaki	1	350	350
	Hachero	Sulfato de cobre pentahidratado	1	350	350
	Cosmo in	Coayudante	0,3	350	105
4	Dap plus	Regulador de pH	1	350	350
	Carbendazina	Carbendazim (bencimidazol)	2	350	700
	Metalosato Hierro	Hierro quelatado	2,5	350	875
	Inbiosil	Fosfito	1,5	350	525
	Crop Up	Aminoácidos + micronutrientes	2	350	700
	Manager	Imidacloprid	1	350	350
	Cosmo in	Coayudante	0,3	350	105
5	Dap plus	Regulador de pH	1	350	350
	Nutrimar	Extracto de algas + aminoácidos + minerales	5	350	1750
	Movento	Spirotetramat (insecticida)	0,5	350	175
	Muralla Delta	Imidacloprid + Deltametrina (piretroide)	0,5	350	175
	Inbiosil	Fosfito	2,5	350	875
	Cosmo in	Coayudante	0,5	350	175

Fuente. Orocosta Agroindustrial. Documentos de fumigación.

Anexo 6.

Ficha técnica del sustrato



PINDSTRUP MOSEBRUG A/S

PINDSTRUP, DK-8550 RYOMGAARD, DANMARK
TEL: +45 80 74 34 88

Ficha Técnica

Pindstrup Mix Gold

LV11011

Características:

pH (H ₂ O)	App. 5,5	(Ajustado con carbonato de Calcio)
CE	App. 1,2	mS/cm - 1-1,5 en H ₂ O

Composición física:

Fibra de madera Forest Gold Grueso
30%



Turba rubia 10-30 mm
53%

Turba negra 0-20 mm
18%

Aditivos:

Fertilizante	1,00 Kg/m ³
Microelementos	SI
Agente humectante	SI



Por favor, para próximas pedidos especifique el número de producto/receta.

Descargo de responsabilidad

Los datos y la información de esta declaración están destinados únicamente a las personas o empresas mencionadas en ella.
Se prohíbe la copia de esta ficha técnica sin el consentimiento del Grupo Pindstrup. Las medidas y los niveles se basan en procedimientos y desviaciones estándar de laboratorio.

2024

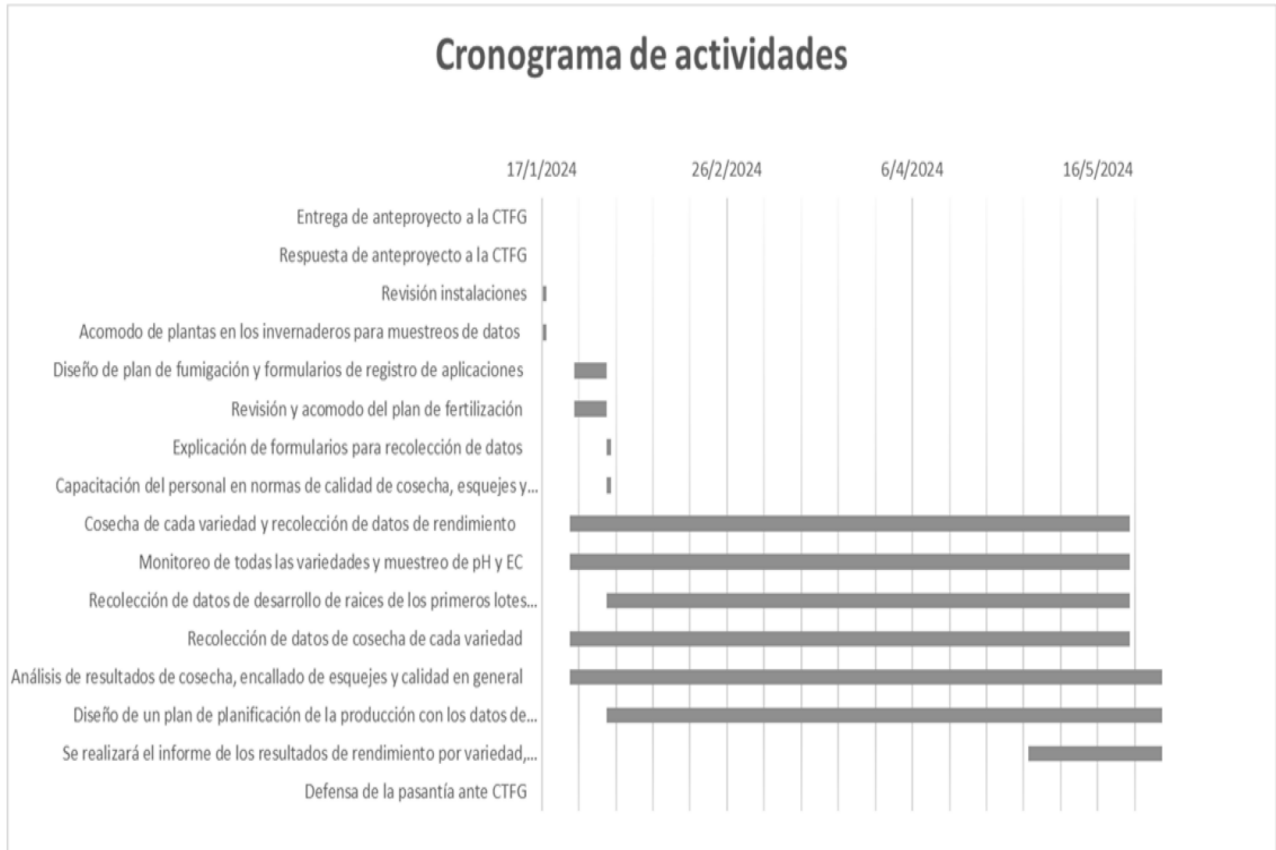
América Latina
Calle Baranda
+52 999 944 9999
www.pindstrup.com

Pindstrup Mosebrug A/S
Fabrikvej 2 • 8550 Ryomgaard • Denmark
T: +45 8074 3488 • F: +45 8074 3489
www.pindstrup.com • pin@pindstrup.com

PINDSTRUP

Anexo 7.

Plan de trabajo



Fuente: Elaboración propia.