

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ESTUDIO COMPARATIVO DE ILUMINACIÓN CON LUZ
INCANDESCENTE Y LUZ LED EN EL CULTIVO DE
GYPSOPHILA (*Gypsophila paniculata* L.) CV. TANGO EN CARAZ A
2256 m.s.n.m.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR:
BACH. ANGULO TERRY, JENNIFFER IVETTE**

**ASESOR
Ing. Sc. CAYCHO MEDRANO, Nelly Pilar.**

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

2020

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____ D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- | | |
|--|------------------------------------|
| Tesis | Trabajo de Suficiencia Profesional |
| Trabajo Académico | Trabajo de Investigación |
| Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014) | |

3. Para optar el Título Profesional de:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela o Carrera: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

8. Referencia bibliográfica: _____

9. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo. Acceso

restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.

12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:




Varillas William Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agronomía **JENNIFFER IVETTE ANGULO TERRY**, titulada: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE ILUMINACION CON LUZ INCANDESCENTE Y LUZ LED EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA (*Gypsophilata L.*) CV. TANGO EN CARAZ A 2256 m.s.n.m;** Escuchada la sustentación, de manera virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO CON DISTINCIÓN

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIEZ Y OCHO (18)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada **APTA** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” y recibir el Título de INGENIERA AGRONOMA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 23 de setiembre de 2020.

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PRESIDENTE

Dr. FRANCISCO ESPINOZA MONTESINOS
SECRETARIO

Mag. HUGO MENDOZA VILCAHUAMÁN
VOCAL

Dra. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO
PATROCINADORA

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE ILUMINACION CON LUZ INCANDESCENTE Y LUZ LED EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA (Gypsophilata L.) CV. TANGO EN CARAZ A 2256 m.s.n.m;** presentada por la Bachiller en Ciencias Agronomía **JENNIFFER IVETTE ANGULO TERRY**, y sustentada en forma virtual el día **MIÉRCOLES 23 DE SETIEMBRE DEL 2020 a horas 10:00 am**, en mérito a la Resolución **Decanatural N° 217 -2020 - UNASAM - FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 23 de setiembre de 2020

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PRESIDENTE

Dr. FRANCISCO ESPINOZA MONTESINOS
SECRETARIO

MAG. HUGO MENDOZA VILCAHUAMÁN
VOCAL

DRA. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO
PATROCINADORA

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primero a Dios por guiarme y proteger siempre mi camino, por darme fe y perseverancia para seguir adelante.

A mis padres y hermano por su apoyo y amor incondicional.

A mi abuelo Nicanor que desde el cielo siento su compañía y protección cada día de mi vida.

A mi familia por siempre creer en mí.

A los buenos amigos que en el trayecto de mi vida encontré y conservo hasta el presente.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a mis padres Danis y Frida quienes con sabiduría y amor me guiaron por el camino del bien a cada paso de mi vida.

Un agradecimiento a la UNASAM y la Facultad de Ciencias Agrarias. mi alma mater, por haberme albergado en sus aulas durante el tiempo de mi educación.

A cada uno de los Docentes quienes con dedicación impartieron sus conocimientos para mi formación profesional y mostrarme lo grandioso de la carrera de Agronomía.

Al Ing. José Terry Pacheco, quien con su vasta experiencia y amor por lo que hace me dio la oportunidad guiándome con firmeza y dedicación por el maravilloso mundo de la Agronomía. Maestro, gran jefe y querido tío.

A mi asesora la M. Sc. Ing. Nelly Caycho Medrano, por apoyarme en la realización del presente trabajo y su consejo constante para culminarlo.

LISTA DE CONTENIDOS

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
LISTA DE CONTENIDOS	vi
INDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE GRAFICOS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION:	1
1.1	PLANTEAMIENTO O DEFINICION DEL PROBLEMA:	2
1.2	FORMULACION DEL PROBLEMA:	3
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4	OBJETIVOS:	4
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA:	5
2.1.	ANTECEDENTES:	5
2.2.	BASES TEORICAS:	5
III.	MATERIALES Y MÉTODOS:	18
3.1.	LUGAR DE EJECUCION DEL PROYECTO:	18
3.1.1.	Ubicación Política.	18
3.1.2.	Ubicación Geográfica.	18
3.1.3.	Duración del experimento.	18
3.1.4.	Características del campo experimental.	18
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS:	18
3.2.1.	Materiales:	18
3.2.2.	Equipos	21
3.3.	MÉTODOS:	22
3.3.1.	Tipo De Estudio:	22
3.3.2.	Descripción De Los Tratamientos:	22

3.3.3.	Diseño De La Unidad Experimental	22
3.3.4.	Diseño Del Área Experimental (Croquis).....	23
3.3.5.	Características del experimento.	24
3.3.6.	Diseño De La Investigación:.....	24
3.4.	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:	24
3.4.1.	Actividades Previas:.....	24
3.4.2.	Instalación Del Experimento:	25
3.5.	EVALUACIONES:.....	29
3.5.1.	Medición de Intensidad Lumínica:	29
3.5.2.	Fenograma:	29
3.5.3.	Nº de Tallos cosechados:	29
3.5.4.	Calidad de Tallos:	29
3.6.	PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO:.....	30
3.6.1.	Variables del estudio:.....	30
3.6.2.	Diseño experimental:	30
3.6.3.	Esquema del Análisis de Varianza.....	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES:	32
4.1	Resultados:	32
4.1.1.	Resultados de Tallos producidos:	32
4.1.2.	Resultados de Tallos extra producidos:	34
4.1.3.	Resultado de Tallos Select producidos:	36

4.1.4.	Resultado de Tallos Bouquet producidos:	38
4.1.5.	Resultados del Fenograma del cultivo:	40
4.1.6.	Análisis Económico:	41
4.2	Discusiones:	43
V.	CONCLUSIONES:.....	45
VI.	RECOMENDACIONES:	46
VII.	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	47
VIII.	ANEXOS:	5

INDICE DE CUADROS

TABLA 1: Acciones y efectos de luz de diferentes longitudes de onda.....	12
TABLA 2: Grados de Calidad de Gypsophila	30
TABLA 3: Análisis de varianza generalizado para un diseño de bloques completos al azar. .	31
TABLA 4: Análisis de varianza del número total de tallos producidos.....	32
TABLA 5: Prueba de comparación de medias de Duncan para los tallos promedio producidos	32
TABLA 6: Análisis de varianza del Numero de Tallos Extra Producidos.....	34
TABLA 7: Prueba de comparación de medias de Duncan para el promedio de Tallos Extra producidos.....	34
TABLA 8: Análisis de varianza del N° de Tallos Select Producidos	36
TABLA 9: Prueba de comparación de medias de Duncan para los Tallos Select producidos	36
TABLA 10: Análisis de varianza del número de Tallos Bouquet Producidos.....	38
TABLA 11: Prueba de comparación de medias de Duncan para los tallos Bouquet.....	38
TABLA 12: Fenograma del cultivo de Gypsophila cv. Tango	40
TABLA 13: Análisis económico sin Iluminación LED	41
TABLA 14: Análisis económico con Iluminación LED roja-azul.....	42

INDICE DE GRAFICOS

FIGURA 1: Promedio del total de tallos producidos por tratamiento	33
FIGURA 2: Promedio de tallos extra producidos por tratamiento	35
FIGURA 3: Promedio de tallos select producidos por tratamiento	37
FIGURA 4: Promedio de tallos bouquet producidos por tratamiento	39
FIGURA 5: Fenograma del cultivo de <i>Gypsophila paniculata</i> L. cv. Tango.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos producidos en el cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophila paniculata</i> L. cv. Tango).	51
ANEXO 02: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos calidad Extra en el cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophila paniculata</i> L. cv. Tango).	52
ANEXO 03: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos de calidad Select producidos en el cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophila paniculata</i> L. cv. Tango).	53
ANEXO 04: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos de calidad bouquet producidos en el cultivo de <i>Gypsophila</i> (<i>Gypsophila paniculata</i> L. cv. Tango).	54
ANEXO 05: PANEL FOTOGRAFICO	55

RESUMEN

La presente investigación ha tenido por objetivo comparar la eficiencia de iluminación con luz incandescente y luz LED en el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango); esta investigación fue ejecutada en el Fundo San Francisco de la Empresa Roots ubicado en el Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas a 2256 m.s.n.m., para ello se tuvieron los siguientes tratamientos T1 (testigo sin ningún tratamiento), T2 (luz incandescente), T3 (luz LED blanca) y T4 (luz LED rojo - azul); el tipo de investigación fue experimental utilizándose el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones. En los cuadros ANVA se tuvieron resultados donde se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques evaluados, pero se observó que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos objetos del estudio. En el caso del T4 (luz LED rojo - azul) se observó un promedio de tallos producidos totales de 354, el T3 (luz incandescente) quedo en segundo lugar con un promedio de tallos producidos totales de 342.5, el tercer lugar en promedio de tallos producidos totales fue ocupado por el T2 (luz LED blanca) con 333 tallos y el T1 (testigo) se observó un promedio de tallos producidos totales de 317, quedando en último lugar.

De estos resultados obtenidos se realizaron análisis de varianza (ANVA) donde se obtuvieron los promedios en cuanto a calidad de tallos, ante esto se encontró que en la calidad de tallos Extra se obtuvo un promedio de 197.25 tallos con el T4 (luz LED rojo – azul), en segundo lugar, quedo el T3 (luz Incandescente) con 188.75 tallos promedio, seguido el T2 (luz LED blanca) con 187.25 tallos promedio y finalmente el T1 (testigo) con 181.75 tallos promedio. En la calidad Select se obtuvieron los siguientes resultados: T4 (luz LED rojo – azul) con 117.25 tallos promedio; el T3 (luz Incandescente) con 110.75 tallos promedio; T2 (luz LED blanca)

con 109 tallos promedio y finalmente T1 (testigo) con un promedio de 104.75 tallos. Por último, el Análisis de Varianza del número de tallos Bouquet producidos arrojaron los siguientes resultados: El T3 (luz incandescente) obtuvo el primer lugar con 43.5 tallos promedio, a este le siguió el T4 (luz LED rojo – azul) con 39.5 tallos promedio, en tercer lugar, quedo el T2 (luz LED blanca) con un promedio de 36.75 tallos y por ultimo quedo el T1 (testigo) con 30.5 tallos promedio de la calidad Bouquet. Finalmente se concluye que, de los tratamientos en estudio, con el que se obtuvo un mejor resultado en cuanto a calidad y producción de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango) fue el tratamiento con luces LED rojo - azul (T4).

En la evaluación económica se realizó la comparación entre el T4 (luz LED roja-azul) y el T1 (testigo), en estos se observó que el T4 tiene un beneficio/costo de 1.083, mientras que en el caso del tratamiento testigo el beneficio/costo es de 0.817, lo que nos da como conclusión de que el T4 nos da un mayor beneficio económico.

Palabras clave: *Gypsophila*, iluminación, tallos, LED, calidad.

ABSTRACT

The present investigation has aimed to compare the lighting efficiency with incandescent light and LED light in the cultivation of *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango); This research was carried out in the San Francisco Farm of the Roots Company located in the District of Caraz, Province of Huaylas at 2256 meters above sea level, for this the following treatments were had T1 (control without any treatment), T2 (incandescent light 100 W.) , T3 (15W white LED light) and T4 (12W red-blue LED light); The type of research was experimental using the Random Complete Blocks Design (DBCA) with four treatments, four repetitions. In the ANVA tables, results were produced where it can be seen that there are no statistical differences between the evaluated blocks, but it is executed that there are significant statistical differences between the treatments studied. In the case of T4 (red - blue LED light) there are an average of 354 stems produced, the T3 (incandescent light) was in second place with an average of 342.5 stems produced, the third place in average of produced stems was occupied by T2 (white LED light) with 333 stems and T1 (control) an average of 317 stems produced is produced, remaining in last place.

From these results obtained, analysis of variance (ANVA) was carried out where the averages of in terms of quality of stems were obtained, before this it was found that in the quality of Extra stems an average of 197.25 stems was obtained with the T4 (red LED light - blue), in second place, T3 (incandescent light) with 188.75 average stems, followed by T2 (white LED light) with 187.25 average stems and finally T1 (control) with 181.75 average stems. In the Select quality the following results were obtained: T4 (red-blue LED light) with 117.25 average stems; the T3 (incandescent light) with 110.75 average stems; T2 (white LED light) with 109 average stems and finally T1 (control) with an average of 104.75 stems. Finally, the Analysis

of Variance of the number of Bouquet stems produced yielded the following results: T3 (incandescent light) obtained first place with 43.5 average stems, followed by T4 (red-blue LED light) with 39.5 average stems. In third place, the T2 (white LED light) was left with an average of 36.75 stems and finally the T1 (control) with 30.5 average stems of the Bouquet quality. Finally, it is concluded that, of the treatments under study, with which a better result was obtained in terms of quality and production of Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango) was the treatment with red-blue LED lights (T4).

In the economic evaluation, a comparison was made between T4 (red-blue LED light) and T1 (control), in these it was observed that T4 has a benefit / cost of 1,083, while in the case of the control treatment the benefit / cost is 0.817, which gives us the conclusion that the T4 gives us a greater economic benefit.

Keywords: Gypsophila, lighting, stems, LED, quality.

I. INTRODUCCION:

La Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.), es originaria De Europa y Asia Central (Santos, 2012). Este cultivo presenta flores maravillosas no solo por la belleza de su presentación sino por lo mucho que falta por descubrir sobre estas plantas. (Jaramillo, 2015).

La Gypsophila es una flor de climas templados que ofrece muchas ventajas sobre las demás, debido a que puede ser cultivada en todo tipo de suelo y en cualquier temporada; en nuestro país estas condiciones se presentan principalmente en el Callejón de Huaylas, Tarma, Lima y Arequipa (Portugal, 2003).

Ancash es el departamento que posee mayor superficie de cultivo de flores. Dónde: 4.32 Ha se ubican en Huaraz, 8.97 Ha en Carhuaz, 169.00 Ha en Huaylas y 20.01 Ha en Yungay. La Gypsophila ocupa la mayor extensión de plantación de flores, con 176.66 Ha, seguida de Clavel con 24.10 Ha y Liatris con 1.53 Ha. (Portugal, 2003)

Por otro lado, para la floración de la Gypsophila *Gypsophila paniculata* es importante una adecuada iluminación, se trata de una especie de día largo que necesita un mínimo de 12 a 18 horas de brillo solar; si esto no ocurre la planta se mantiene vegetativa. Frente a ello, la dotación de luz artificial incrementa las horas luz, promoviendo la elongación y completando el ciclo de floración de manera uniforme. (Jaramillo, 2015)

Las bombillas incandescentes representan una buena alternativa de luz artificial para la floración (Montoya, 1981). Sin embargo, el uso de esta tecnología supone un costo adicional, que particularmente puede resultar alto.

Además, en Gypsophila, el uso de bombillas incandescentes como fuente de luz artificial genera un crecimiento rápido, con un ciclo de 50 a 60 días, debido al incremento de temperatura. Pero se logra flores la calidad media (Jaramillo, 2015).

La luz LED es una de tecnología que viene llamando la atención en las últimas décadas por las múltiples aplicaciones; desde indicadores, sensores, entretenimiento, ornamento e iluminación artificial en cultivos (Duran & Andrés, 2015).

En el caso de los vegetales se puede recrear un ambiente endémico para optimizar y acelerar su crecimiento y fenología (Duran & Andrés, 2015).

El uso de luz LED resulta una gran alternativa, no solo por mejorar el nivel de luminosidad; sino también por el ahorro energético, logrando una disminución de costos. Esto a su vez significa una mayor accesibilidad para los productores de todos los sectores, incluyendo los de zonas rurales y también una gran reducción en cuanto a costos de iluminación para las empresas. Adicionalmente, esta luz no aumenta la temperatura, lo cual no altera la calidad de la flor.

1.1 PLANTEAMIENTO O DEFINICION DEL PROBLEMA:

La producción de flores es una de las más importantes a nivel de la Provincia de Huaylas, ya que muchas familias dedican tiempo y áreas agrícolas a la producción de las mismas. Uno de dichos cultivos es la *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.), una flor que se utiliza con frecuencia como complemento en los diferentes ramos florales y que actualmente se ha convertido en siembra habitual, por lo que es parte de la economía familiar; debido a ello siempre se está buscando disminuir los costos de producción y mejorar la calidad de la producción ya que esto se reflejaría en un mayor ingreso económico.

En el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) se utilizan diferentes técnicas para el desarrollo de la planta, una de ellas es el uso de la iluminación artificial con la que se disminuye el tiempo de producción, pero debido a su elevado costo no es muy utilizado. Por otro lado, tenemos que la iluminación LED es de bajo costo de instalación, así como el bajo uso energético.

Todas las plantas necesitan de la luz como impulsora de la fotosíntesis, lo cual le permite desarrollarse de manera adecuada; en los últimos años se viene demostrando que las plantas utilizan del espectro de luz principalmente la roja y azul para desarrollarse óptimamente.

Debido a lo ya mencionado una alternativa para la producción de tallos de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) de calidad y con bajo costo, es el uso de la iluminación LED; en el presente trabajo se realizó un comparativo entre la luz LED roja y azul, la luz LED blanca y la iluminación incandescente.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA:

¿Cómo influyen los diferentes tipos de iluminación LED en la producción de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) cv. Tango en Caraz a 2256 m.s.n.m.?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La luz es fundamentalmente importante para la producción de los cultivos. El desarrollo y crecimiento de la planta son influenciados significativamente tanto por la cantidad como la calidad de la luz. Por ello es importante que los productores entiendan esta importante variable para producir plantas de calidad en forma eficiente.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de comparar la influencia de la iluminación con luz incandescente y la iluminación con luz LED en *Gypsophila* cv. Tango, de manera tal que aporte alternativas de solución a la problemática que afrontan los floricultores en el Callejón de Huaylas, debido a la necesidad lumínica necesaria para alcanzar los estándares de calidad para un comercio rentable en el mercado nacional e internacional y reduciendo sus costos de producción.

1.4 OBJETIVOS:

Objetivo General

Determinar el tipo de iluminación óptima en la producción de Gypsophila (*Gypsophila paniculata L.*) cv. Tango en el distrito de Caraz, región Ancash.

Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento fenológico de la Gypsophila (*Gypsophila paniculata L.*) cv. Tango bajo la aplicación de iluminación con luz incandescente y luz LED en el distrito de Caraz, región Ancash.

Comparar la producción total obtenida en Gypsophila cv. Tango de la iluminación con luz incandescente y luz LED en el distrito de Caraz, región Ancash.

Evaluar la producción de tallos de calidad de exportación de Gypsophila (*Gypsophila paniculata L.*) cv. Tango en los diferentes tratamientos en estudio.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA:

2.1. ANTECEDENTES:

En la producción floral de Achillea (*Achillea millefolium* L.), cv. Parker Yellow, en Caraz, experimento con la aplicación de técnicas de iluminación cíclica con luz incandescente, logrando reducir el costo económico en 50% frente a la iluminación continua (Jamanca, 2003).

En la producción floral de Clavel *Dianthus caryophyllus* L., experimento con el efecto de luz adicional con iluminación incandescente, logrando que los picos de producción fueron con los diferentes tratamientos de interrupción de la noche, resultando benéfico en el sentido de aceleración de cosecha (Montoya, 1981).

2.2. BASES TEORICAS:

2.2.1. La Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.)

Es una planta herbácea de duración anual, originaria de Europa y Asia. Las especies importantes son *G. elegans* y *G. paniculata* (Matsunaga y otros, 1995; citado en (Casierra, 2010)). De las varias especies del género, solamente *G. Paniculata* se ha cultivado comercialmente (Arteaga y Amézquita, 1990; citado en (Casierra, 2010)).

En Europa la floración natural se inicia al final de la primavera y dura hasta el otoño. Durante este periodo se dan dos o tres flujos de floración, dependiendo de la región (Terry, 2008).

El cultivo de *Gypsophila*, como las demás especies vegetales al ser sometidas a una producción forzada, demanda de exigencias nutricionales y manejos sostenibles que permitan cuantificar un excelente rendimiento tanto en calidad como en cantidad (Terry, 2008).

Importancia

La Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.) se ubica dentro de las flores denominadas complementarias ya que su amplitud de hábito rellena un conjunto de un modo ligero y delicado, así como también aumenta el valor y el tamaño de un ramo sencillo de flores. Estas características han convertido a esta flor en un elemento indispensable en la formación de arreglos (Andrade y Torres, 1998; citado en (Trujillo, 2011)).

La Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.) es una flor que ofrece muchas ventajas sobre las demás, debido a que puede ser cultivada en todo suelo de clima templado como un producto natural; en el Perú estos suelos se ubican principalmente en el Callejón de Huaylas, Tarma, Lima, Arequipa, Ica, etc. (Portugal, 2003).

Taxonomía

(Terry, 2008), plantea la siguiente clasificación taxonomica:

DIVISIÓN	: Angiosperma
CLASE	: Dicotiledonea
ORDEN	: Cariophyllales
FAMILIA	: Cariophyllaceae
GENERO	: Gypsophila
ESPECIE	: <i>Gypsophila paniculata</i> L.
CULTIVAR	: Tango

Morfología

El sistema radicular, se forma a partir de un rizoma vertical, de donde se desarrollan robustas raíces de 1 a 2 metros de largo y hasta 3 cm. de diámetro (Rodríguez, 2016).

El cuello o corona de la planta es la parte donde existen numerosas yemas vegetativas, con posibilidad de producir tallos floríferos. Estos tienen numerosos

entrenudos con hojas supuestas y con yemas vegetativas que pueden proporcionar una inflorescencia terminal (Terry, 2008).

Los tallos son erectos, pero necesitan tutorado para mantenerse erguidos. Pueden llegar a medir casi un metro. Están divididos en numerosos entrenudos, existiendo en cada nudo una yema potencialmente vegetativa que, cuanto más cercana esté del ápice de tallo, mayor probabilidad tiene de evolucionar a un ramo de flor (Rodríguez, 2016).

La *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) es una planta de apariencia difusa debido a sus ramas bifurcadas. Presenta hojas opuestas y lanceoladas, de 7 centímetros o más, en cada nudo. Las hojas van disminuyendo en tamaño progresivamente desde la base de la planta a la base de la inflorescencia. (Arias, 2001; citado en (Rodríguez, 2016)).

Las flores son de 5 a 13 mm de anchas según la variedad, pueden ser blancas o rosadas. Estas flores se disponen en panícula amplia, con un elevado número de ellas (Universidad Nacional A Distancia, 2004; citado en (Rodríguez, 2016)).

Fenología

(Terry, 2008), menciona que el desarrollo de la planta de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) se puede dividir en cuatro estadios principales:

- a. Estado vegetativo.
- b. Inducción
- c. Elongación y prefloración
- d. Formación de flores y floración.

Durante la fase vegetativa, la planta desarrolla una roseta de hojas y hasta que no se alcanza el tamaño mínimo, la planta no es sensible a las condiciones que favorecen

la inducción floral. La fase vegetativa se mantiene con días cortos y bajas temperaturas (Terry, 2008).

La longitud del día es el principal factor que afecta la inducción floral, aunque también depende de los niveles de temperatura, con un fotoperiodo constante la floración se adelanta al aumentar la temperatura (Terry, 2008).

Cuando el crecimiento de la planta es rápido por los efectos de la luz y temperatura elevada, la floración es precoz y se reduce la calidad, si el crecimiento es lento con iluminación artificial y temperaturas más bajas, la floración se retrasa, la productividad y calidad mejora (Terry, 2008).

De acuerdo a su patrón de crecimiento, la *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) se define como una planta de días largos. Esto significa que las condiciones de días largos van a permitir a la planta cambiar de estado (Terry, 2008).

Requerimientos Edafo-climáticos.

La *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) requiere las siguientes condiciones ambientales y edáficas:

- **Brillo solar:** Este cultivo requiere un promedio anual mínimo de 12 a 18 horas de brillo solar. (Gonzales, P. 1991) citado por (Palaguaray 2010).
- **Temperatura:** El rango óptimo de la temperatura diurna es de 20 a 25 °C y de 10 a 15°C el de la temperatura nocturna (Palaguaray, 2010).
- **Humedad relativa:** Como la mayor parte de los cultivos de flores, una humedad relativa entre 60 y 80 % es adecuada para ese cultivo (Palaguaray, 2010).
- **Suelos:** Este cultivo requiere de suelos sueltos, con muy buen drenaje, para evitar altas concentraciones de sales, problemas patológicos y de desarrollo radical, ocasionados por un acumulo de agua (Rodriguez, 2016). Con un pH de 6.5 a 7.5. (Gonzales, 1991 citado por Palaguaray 2010). Este cultivo prefiere suelos arenosos,

suelos y profundos, es sensible al deterioro del suelo por un exceso de monocultivo (Terry, 2008).

2.2.2. La Luz:

La luz es uno de los estímulos ambientales que mayor efecto tiene sobre las plantas. No sólo representa una fuente de energía para su crecimiento, sino también una de las principales fuentes de información. A los fenómenos por medio de los cuales las plantas sienten y responden a la información provista por el ambiente lumínico se los denomina colectivamente FOTOMORFOGÉNESIS, que literalmente significa influencia de la luz (foto) en el desarrollo (génesis) de la forma (morfo). Los aspectos del ambiente luminoso que pueden proveer información son: la irradiancia (cantidad de luz por unidad de tiempo y superficie), la composición espectral (cantidad de luz en cada zona del espectro), el fotoperiodo (duración diaria del período lumínico) y la dirección de incidencia. Los cambios en estos parámetros del ambiente luminoso constituyen señales que permiten a las plantas detectar (muchas veces en forma anticipada) situaciones ecológicas tan variadas como la proximidad a la superficie del suelo durante el proceso de emergencia, la proximidad de plantas vecinas que representan un riesgo de sombreado futuro, y la llegada de la estación climática más favorable para el crecimiento (Kendrick & Kronenberg, 1994)

2.2.3. Cantidad de luz:

Las plantas usan la luz como fuente de energía para la fotosíntesis. El término fotosíntesis se refiere a la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, en presencia de luz, para producir carbohidratos y oxígeno. La velocidad de este proceso depende en gran medida a la cantidad de luz; la reacción de la fotosíntesis es más alta a medida que aumenta la radiación fotosintéticamente activa (RFA). Las plantas almacenan y usan los carbohidratos producidos durante la fotosíntesis como su fuente de alimento.

Cada especie de planta comienza el proceso de fotosíntesis a distintos niveles de energía de luz, lo que se denomina punto de compensación de la luz. Este punto comienza cuando la energía de la luz es suficiente para realizar la actividad fotosintética para producir más oxígeno de lo que requiere la planta para la respiración. O contrariamente, la liberación del dióxido de carbono a través de la respiración de la planta debe ser menor que el dióxido de carbono total utilizado por la planta para la fotosíntesis. (Lopez, 2018).

Es el número de partículas llamadas fotones y principal parámetro que afecta la fotosíntesis, una reacción fotoquímica dentro de los cloroplastos de las células de las plantas en el que la energía lumínica se utiliza para convertir el CO₂ atmosférico en carbohidratos, de aquí se desprenden dos variables, la intensidad de luz y la luz total diaria, comúnmente conocida como Daily light integral o (DLI). (Singh, Basu, & Meinhardt-Wollweber & Bernhard Roth, 2014)

2.2.4. Calidad de luz:

Se refiere a la distribución espectral de la radiación, donde la porción de emisión está en azul, verde, rojo, y otra región visible e invisible de longitud de onda. Para la fotosíntesis, las plantas responden más fuerte a la luz roja y azul. La distribución espectral de la luz también afecta la forma, desarrollo y floración (foto morfogénesis). (Singh, Basu, & Meinhardt-Wollweber & Bernhard Roth, 2014)

En general, los diferentes colores tienen diferentes efectos sobre las plantas:

Luz ultravioleta: La luz ultravioleta provoca daños en el ADN, reduce la velocidad de la fotosíntesis, disminuye el florecimiento y la polinización, y afecta el desarrollo de las semillas. Ultravioleta A (una subcategoría de la luz ultravioleta) puede provocar la elongación de la planta.

Luz azul: Corresponde a uno de los puntos críticos de absorción; por lo tanto, el proceso fotosintético es más eficiente cuando hay luz azul. La luz azul es responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas, y es importante para las semillas y las plantas jóvenes porque ayuda a reducir el estiramiento de la planta.

Luz roja: Este es el otro punto crítico de absorción de la luz para las hojas. El fitocromo (un fotorreceptor) dentro de las hojas es más sensible a la luz roja y responde a esta. La luz roja es importante en la regulación del florecimiento y la producción de frutos. Además, ayuda a aumentar el diámetro del tallo y estimula la ramificación.

Luz roja lejana: Esta luz puede provocar la elongación de la planta y desencadena el florecimiento en las plantas de días largos.

Proporción rojo: rojo lejano: Cuando la proporción es baja provoca la elongación de la planta. En otras palabras, las plantas están más expuestas al rojo lejano que al rojo. En la naturaleza, vemos este fenómeno cuando las plantas vecinas le dan sombra a las plantas; las plantas con sombra reciben una proporción mayor de luz roja lejana y tienden a crecer más altas para alcanzar más luz. Esto se puede convertir en un problema con los cultivos de invernadero que reciben la sombra de las cestas colgantes o que se plantan demasiado juntas. (Lopez, 2018)

2.2.5. La Radiación Fotobiológicamente Activa:

Es importante señalar que la distribución de las longitudes de onda que llegan a la biosfera tiene una significación en la vida de nuestro planeta. Por ejemplo, la gran absorción de las radiaciones ultravioleta por el ozono, reducen los efectos mutagénicos causados por este tipo de ondas. Por otro lado, es posible que antes de la acumulación de ozono en la atmosfera superior, las radiaciones ultravioletas constituyeran un factor importante en la evolución de los procesos genéticos. Otro

hecho importante es la llegada a la biosfera de un máximo de radiación de longitud de 680 nm., lo cual coincide con la banda roja de absorción de la clorofila. La visión humana también utiliza la radiación en el rango de longitudes que llegan en gran proporción a la superficie. De ahí que, al parecer, los seres vivos fueron obligados a evolucionar de acuerdo a sistemas fotoquímicos capaces de usar radiaciones de longitud de onda entre los 320 y 900 nm, rango conocido como “Radiación Fotobiológicamente Activa” o “Espectro Fotobiológico”. Igualmente se conoce como radiación entre los 400 y 700 nm, rango similar al de la radiación visible. En la Tabla 1 se indica en forma general los principales efectos que en las plantas producen las longitudes de ondas de este espectro y los fotorreceptores involucrados en su detección. (Meisel, Urbina, & Pinto, 2011)

TABLA 1: Acciones y efectos de luz de diferentes longitudes de onda.

	λ (nm)	Acciones y Efectos	Tipo de fotorreceptor y otras moléculas que absorben la energía lumínica
UV-C	< 280	Mutaciones, Daño y muerte celular.	DNA - RNA
UV-B/UV-A	315 - 400	Acción fotomorfológica; síntesis de pigmentos; daño y muerte celular.	Criptocromos (¿?), Fotorreceptores UV
Violeta - Azul	400 - 510	Acción fotosintética, fotomorfogénesis, ritmo circadiano, tiempo de floración, fototropismo, movimiento de cloroplastos, apertura de estomas, estimulación del síntesis de clorofila y carotenos.	Fotosistemas, (clorofilas a y b), Criptocromos, Fototropinas.
Verde - Amarillo	510 - 610	Acción reducida sobre la fotosíntesis.	Carotenos
Anaranjado - Rojo / Rojo lejano	610 - 1000	Acción fotosintética, germinación de semillas, tiempo de floración, ritmos circadiano, fotomorfogénesis, elongación celular.	Fotosistemas, (clorofilas a y b), Fotocromos
Infrarrojo	> 1000	Efectos mínimos, poco estudiados.	¿?

Fuente: (Meisel, Urbina, & Pinto, 2011)

2.2.6. Fotoperiodismo E Iluminación:

Uno de los principales factores que controlan el crecimiento y desarrollo vegetal, es la duración relativa del día y la noche, técnicamente conocido como “fotoperiodo” y su efecto sobre las plantas como “fotoperiodismo”.

El fotoperiodo puede modificar alguna o varias partes estructurales de una planta: Estimula o inhibe la formación de tubérculos y bulbos, la elongación de ramos, la latencia, la floración, etc. (Rubio, 1961).

El fotoperiodo implica la influencia de las variaciones diurnas de y los periodos de oscuridad sobre el desarrollo de las plantas (Federov, 1987; citado en (Rey, 2008)).

En las plantas de día corto, la floración tiene lugar en respuesta a periodos largos de oscuridad y periodos cortos de luz. Este periodo puede tener que ser más corto longitud de día crítica para que promueva la floración. Por otro lado, en las plantas de día largo, la floración es promovida en respuesta a periodos cortos de oscuridad y periodos largos de luz dentro de la duración del día, de forma que el periodo de luz puede exceder una longitud de día crítica para que la floración tenga lugar. Normalmente existe una respuesta cuantitativa al incremento o disminución de la longitud del día, una vez que el valor crítico de la longitud del día ha sido alcanzado (Laurie, 1997 citado en (Rey, 2008)).

El estímulo del fotoperiodo es percibido por las hojas, por ello, la planta no puede responder a la longitud del día hasta la aparición de la primera hoja. Se desconocen muchos aspectos sobre la transmisión de la señal al ápice al tallo, que es donde tienen lugar los cambios de desarrollo (Hay y Kirby, 1991 citado en (Rey, 2008)).

Fotoperiodo es el tiempo que requieren las plantas para cambiar su estado fisiológico de vegetativo a reproductivo, de modo que la floración está determinada por las horas de luz del día. *Gypsophila* es una planta de días largos y necesita luz para florecer. (Terry, 2008).

Temperatura y fotoperiodo

La temperatura es un factor importante para el crecimiento de las plantas y la floración, estado íntimamente relacionado con el fotoperiodo. Especial importancia tiene la temperatura nocturna inferiores a 6 – 8°C no florecen, desarrollando una roseta de hojas o llamada también plantas arrossetadas. Con la temperatura de 10 a 12° C las plantas florecen en días largos, las temperaturas diurnas para un óptimo crecimiento, deben mantenerse entre 25 a 28°C. El aumento de la intensidad lumínica fotosintéticamente activa incrementa el número de flores, mientras que en condiciones de baja irradiación disminuye la productividad y la calidad de los tallos. (Terry, 2008).

Iluminación y Fotoperiodo

La luz es un factor limitante en la producción de hortícolas y ornamentales. En ciertas ocasiones es preciso aplicar iluminación artificial o simplemente regular la iluminación natural en el interior del invernadero (Almansa, 2011).

El momento apropiado para suministrar la iluminación es interrumpiendo la noche en lugar de alargar el día. La iluminación es un factor muy importante en el cultivo de *Gypsophila*, una iluminación adecuada ayuda a incrementar las cosechas y a acortar la duración del cultivo. (Terry, 2008).

Mecanismos De Percepción de las plantas:

Las señales lumínicas sólo pueden proveer información a las plantas si éstas poseen receptores adecuados para las mismas. Hasta el momento se han identificado en las plantas tres grupos de fotorreceptores: los fitocromos, que perciben en el rango del R y el RL, los fotorreceptores del azul y el UV-A, y el (los) fotorreceptor(es) de ultravioleta-B (UV-B) (Mohr, 1972).

2.2.7. Iluminación Artificial En La Producción Agrícola:

La luz es un factor fundamental para las plantas, por la acción directa e indirecta en la regulación de su crecimiento y desarrollo. Las respuestas de la planta no dependen solo de la ausencia o presencia de luz, también de la variación de la calidad lumínica para la fotosíntesis, las plantas desarrollan una serie de fotorreceptores que regulan su crecimiento y desarrollo en relación con la presencia, calidad, dirección, duración y calidad de la radiación. (Morini, 2003 citado en (Cristiano & Wulff, 2005)).

La luz, además de ser una fuente indispensable de energía para la fotosíntesis de las plantas, es también un factor importante para su crecimiento y desarrollo. Las plantas son capaces de responder a la intensidad y al color de la luz por medio de sus fotorreceptores, los cuales se activan bajo longitudes de onda específicas (Paniagua, y otros, 2015).

2.2.8. Beneficios de la iluminación artificial

Iluminación artificial en la producción agrícola (Almansa, 2011):

- Aumentan la asimilación neta, forzando una mayor tasa de fotosíntesis durante los meses invernales. La iluminación otoño-invernal supletoria ayuda a incrementar los rendimientos productivos en la mayor parte de las especies hortícolas y en numerosas ornamentales (Almansa, 2011).

- Aumentar la duración del día, bien incrementando las horas de luz recibidas por la planta o mediante la rotura del periodo oscuro para:
 - a. Inducción floral en plantas de día largo durante el periodo otoño- invierno. Destaca su empleo en plantas ornamentales (Almansa, 2011).
 - b. Inhibición de la inducción floral para favorecer el crecimiento vegetativo en el periodo en que se vería incrementada la floración sin que las plantas tuvieran el adecuado tamaño y/o mantenerla planta en estado vegetativo para la obtención de esquejes (Almansa, 2011).

Contrariamente, uno de las desventajas identificadas por el uso de iluminaciones es que, generan ruido y exceso de calor principal causa de la destrucción de los balastos. Usan materiales tóxicos, de gran impacto al medio ambiente debido a su fabricación con mercurio. (Eduardo, 2016)

2.2.9. Iluminación Led en la Producción Agrícola:

La luz LED (Light-Emitting Diode), es otra fuente artificial de iluminación artificial que viene siendo masificado, respecto a esta tecnología (Nájera & Urrestarazu, 2017) destacan las siguientes ventajas:

- Duran de 50 a 100 mil horas sin disminuir su eficiencia energética, teniendo un consumo de energía mucho menor comparado con otras lámparas.
- Hoy en día es posible modificar la calidad de la luz emitida, lo que nos permite realizar una mayor experimentación, hasta encontrar los valores óptimos de intensidad ideal para un cultivo concreto.
- Se convierten en una herramienta fija y controlable de luz artificial en las plantas.
- La bajada de los costes de instalación facilita la rentabilidad del sistema.

- Con los avances tecnológicos y de investigación, es posible mediante tecnología LED “moldear” las plantas ornamentales de acuerdo con las preferencias de los consumidores.

Sin embargo, algunas desventajas que presenta esta tecnología son:

- El costo de la instalación de las lámparas es más alto que iluminar con otros medios. El retorno de inversión depende de varios factores incluyendo la relación cultivo/aplicación, método de producción, interiluminación e iluminación fotoperiódica, entre otros (Almansa, 2011).
- Es difícil para los productores detectar los síntomas de distintas enfermedades bajo esta herramienta. (Campo, 2012)

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. LUGAR DE EJECUCION DEL PROYECTO:

3.1.1. Ubicación Política.

Región	:	Ancash
Provincia	:	Huaylas
Distrito	:	Caraz
Fundo	:	San Francisco – Corporación Roots

3.1.2. Ubicación Geográfica.

Latitud Sur	:	09° 29'33'' S
Longitud Oeste	:	77° 51'30'' O
Altitud	:	2256 m.s.n.m.

3.1.3. Duración del experimento.

La duración del proyecto de investigación fue de 10 meses.

3.1.4. Características del campo experimental.

El trabajo de investigación se ejecutó en la Empresa Corporación Roots, dentro del Fundo San Francisco.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS:

3.2.1. Materiales:

3.2.1.1. Material Experimental:

Se usaron 1000 plántulas de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L.) cv. Tango las cuales se obtuvieron a partir de esquejes con las siguientes condiciones:

- Provinieron de una buena planta madre en sus aspectos de nutrición, sanidad y duración de esquejes.
- Esquejes de 4 a 6 pares de hojas cosechados en su base (esquejes de partes basales e intermedios son los que tienen mayor porcentaje de enraizamiento, porque contienen mayor concentración de auxinas).
- Esquejes que llegaron a formar su sistema radicular en un periodo máximo de 30 días de haber sido enraizado.

3.2.1.2. Materiales De Proceso Productivo:

- Lampas rectas
- Picos
- Rastrillos
- Cordel
- Wincha de 50 metros
- Wincha de 3 metros
- Estacas de 1.5 metros
- Tijera de cosecha
- Trasplantadores
- Sistema de riego por goteo

3.2.1.3. Instalaciones:

- **Sistema de iluminación:**
 - PLC
 - Temporizadores
 - Cable mellizo N° 18
 - Cable N° 14
 - Focos Incandescentes

Focos LED

- **Sistemas de conducción de plantas:**

Alambre N° 10

Travesaño de madera

Estacas de madera

- **Sistema de riego:**

Mangueras de goteo

3.2.1.4. Insumos:

- **Fertilizantes:**

Nitrato de Amonio

Nitrato de Potasio

Nitrato de Calcio

Urea

Fosfato Diamonico

Fosfato Monoamonico

Fosfato Monopotasico

Sulfato de Potasio y Magnesio

Sulfato de Potasio

Quelato de Fe 6% (EDDHA)

Boro Soluble 16%

- **Insumos Orgánicos:**

Compost

EM-1

- **Insecticidas:**

Ciromazina

Permetrina

Imidacloprid

Alfacypermetrina

- **Fungicidas:**

Propineb

Iprodione

Mancozeb

Metalaxil

Thiophanate Methyl

Fungisulf

- **Herbicidas:**

Oxadiazon 25EC

- **Coadyuvante:**

LI-700

3.2.1.5. Materiales De Escritorio

- Libretas de apunte
- Lapiceros
- Lápices
- Papel bond

3.2.2. Equipos

- Tractor de aradura
- Tractor para la cosecha.
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Fotómetro

3.3. MÉTODOS:

3.3.1. Tipo De Estudio:

La presente investigación fue de tipo experimental aplicada, puesto que existió intervención del investigador en las variables de estudio y los resultados del ensayo servirán para difundir alternativas tecnológicas a la comunidad de la zona de influencia.

3.3.2. Descripción De Los Tratamientos:

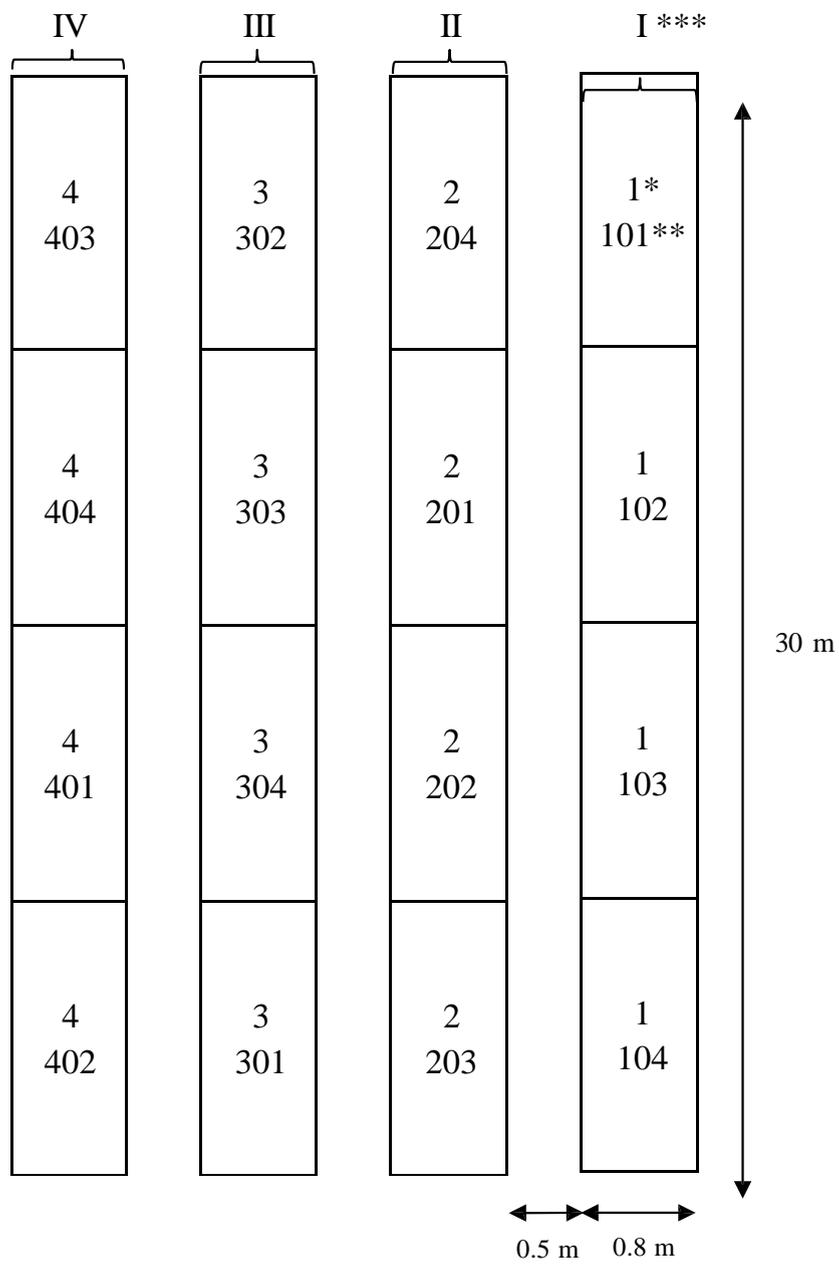
Los tratamientos estudiados fueron:

- | | |
|-----------------|---|
| Tratamiento 01: | Control o testigo. |
| Tratamiento 02: | Iluminación cíclica (10 minutos luz y 20 oscuridad por 4 horas) con luz tipo incandescente de 100W. |
| Tratamiento 03: | Iluminación cíclica (10 minutos luz y 20 oscuridad por 4 horas) con luz tipo LED blanco de 15 W. |
| Tratamiento 04: | Iluminación cíclica (10 minutos luz y 20 oscuridad por 4 horas) con luz tipo LED rojo azul 12 W. |

3.3.3. Diseño De La Unidad Experimental

La unidad experimental fue un banco de producción: cuyas dimensiones son 7.5 m. de longitud, 0.40 m de alto, 0.80 m de ancho, con una calle de 0.50 metros entre bancos.

3.3.4. Diseño Del Área Experimental (Croquis)



Leyenda:

- * : Número de Tratamiento
- ** : Número de Unidad Experimental
- *** : Número de Bloque

3.3.5. Características del experimento.

Se tuvieron las siguientes características:

✓ N° de repeticiones	:	4
✓ N° de tratamientos	:	4
✓ N° de bloques	:	4
✓ N° de plantas/ tratamiento	:	250
✓ N° de unidades experimentales	:	16
✓ N° de plantas por unidad experimental	:	63

3.3.6. Diseño De La Investigación:

Considerando que es una investigación experimental, se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 04 tratamientos, distribuidos en 04 bloques contando para el caso con un total de 16 unidades experimentales.

3.4. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:

3.4.1. Actividades Previas:

✓ Análisis Físico-Químico Del Suelo:

La muestra de suelo se tomó con una anticipación de 30 días antes de la preparación del mismo, recolectando 5 sub-muestras del lote a una profundidad de 40 cm utilizando el método de zigzag, para luego realizar la mezcla en un balde de plástico; de donde se tomó 1 Kg de suelo y que se colocó en una funda plástica y fue enviado al laboratorio de la empresa Corporacion Roots S.A. El análisis fue de caracterización y salinidad. De acuerdo a dicho análisis el suelo para esta siembra se mantuvo entre un pH de 6.5 – 7.0 y una C.E. 0.6 -0.9 dS/m.

· **Preparación Del Terreno:**

Este cultivo requirió de una buena preparación del suelo, para lo cual se realizaron las siguientes labores:

- Ruptura del subsuelo con subsolador. esto ayudo a disminuir la posibilidad de cualquier capa impermeable y así se favoreció el drenaje. Una vez realizada esta labor se procedió con la limpieza de raíces y el retiro de piedras.
- Riego pesado para ablandar el terreno (machaco).
- Aradura con arado de disco.

Finalmente se procedió con las labores para el levantamiento de eras, se demarcó el terreno con estacas de marcación y un cordel ubicados al respectivo distanciamiento que le correspondió a cada era, estas eras poseían las siguientes características: 30 metros de longitud x 0.80 metros de ancho y 0.40 metros de alto, con una calle de 0.50 metros entre eras.

La marcación para realizar la siembra fue con una densidad de 250 plantas por 39 m² o lo que equivale a 6.41 plantas por m².

3.4.2. Instalación Del Experimento:

- **Ubicación De Las Unidades Experimentales:** Se realizó un mes antes del trasplante, para ello se construyó toda la estructura adecuada para la colocación de los focos y sus respectivas separaciones, para esto se usó:

Postes de madera de 2.5 metros por 4 pulgadas

Postes de madera de 2.5 metros por 2 pulgadas

Platos protectores de focos

Alambre galvanizado de N°8 por 280 metros

Y una semana antes del trasplante, se colocó los tableros de identificación de los tratamientos según el croquis elaborado.

· **Trasplante en terreno definitivo:** Para la siembra de *Gypsophila paniculata* L se tuvo un especial cuidado con las plántulas para evitar dañarlas. Se procedió a colocar el cono de *Gypsophila* en el hoyo marcado previamente con el marcador de siembra. Con mucho cuidado se dejó sobresalir en la superficie la altura de un dedo para prevenir la pudrición del cuello de la planta. Esta siembra, así como todas se hicieron en un suelo húmedo para evitar que las plantas puedan sufrir un shock fisiológico por falta de humedad, y luego de sembrado se mantuvo el suelo con humedad a capacidad de campo, para asegurar un prendimiento rápido de la planta.

· **Riego:**

Durante las primeras 2 semanas se realizaron riegos con el uso de mangueras de 1” para ayudar con el prendimiento de las plántulas, estos riegos se realizaban como máximo 2 veces al día y de acuerdo a la evaluación que se realizaba de manera diaria para determinar que se encuentre en capacidad de campo.

Transcurrido dicho tiempo se colocaron las mangueras de goteo que se utilizan de manera normal en la Empresa Corporación Roots, las cuales son mangueras de 16mm con goteros incorporados a 30cm de distancia entre si y por cada era se colocaron 2 mangueras. Este procedimiento de instalación fue realizado por el personal propio de la empresa.

Una vez instalado se realizaron los cálculos correspondientes para los tiempos de riego necesarios para mantener el cultivo y no afectar su óptimo desarrollo.

De igual manera con el uso del sistema de goteo se realizó la aplicación de fertilizantes de manera uniforme en todos los tratamientos de forma que no hubiese alteraciones por motivos de fertilización.

· **Aplicaciones fitosanitarias:**

Las aplicaciones fitosanitarias en el cultivo se realizaron en base a las evaluaciones y a la edad del cultivo. Las aplicaciones se agruparon de la siguiente manera:

Insecticidas: Dado que las principales plagas del cultivo son los thrips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), además de otras plagas como áfidos (*Aphis* sp.) y larvas de lepidópteras (*Spodoptera frugiperda*). Se realizaron programas de aplicaciones que no permitan que estas plagas puedan afectar el desarrollo óptimo del cultivo. Todas las aplicaciones se han realizado previa evaluación además de llevar el control de la eficiencia.

Fungicidas: De igual manera tenemos que las enfermedades de las que tuvimos un mayor control fueron: Alternaria (*Alternaria* sp.), Botrytis (*Botrytis* sp.) y Oídium (*Erysiphae* sp.). Los fungicidas se utilizaron en combinación con los insecticidas de acuerdo a la evaluación previa, de la misma forma se aplicaron de manera preventiva.

Foliales: Para un desarrollo adecuado de las plantas se aplicaron productos que ayuden de manera complementaria a la fertilización líquida, a través de aplicaciones foliares, uno de los principales elementos a aplicar es el Calcio, ya que la deficiencia de este elemento puede traducirse en tallos rajados lo cual hace que los tallos obtenidos no sean de calidad y por tanto no son exportables.

· **Labores culturales:**

El cultivo como cualquier otro tuvo labores culturales, tales como:

Deshierbo: Se realizó cada vez que fue necesario teniendo cuidado principalmente en no dañar el tallo del cultivo.

Pinch: Esta labor consistió en eliminar el ápice central del cultivo para incentivar el desarrollo de nuevos tallos, con la finalidad de incrementar el N° de tallos/planta. Esta labor se realizó durante 2 o 3 semanas una vez por semana y de acuerdo al desarrollo del cultivo.

Estacado: Se colocaron estacas a 2.5 m de distancia entre ellas para poder colocar el alambre N° 16 que sirvió de apoyo al cultivo.

Enmallado: Consistió en colocar el alambre N° 16, a una elevación de 0.25 m el 1er nivel y el 2do nivel a una altura aproximada de 0.6 m, de igual manera para evitar que las plantas se doblaran o quebraran, se ajustaron utilizando zunchos de manera intermedia.

Guiado: De acuerdo al crecimiento del cultivo, este se fue acomodando dentro de los alambres colocados, dicha labor se realizó al menos una vez por semana.

Cosecha: Se realizó a partir de la semana de edad N° 16, momento en que se empezó a encontrar algunos tallos con 10 botones maduros, el cual es el punto de cosecha. El transporte de los mismos se realizó con el apoyo del Tractor Jinma 250 hasta la Sala. Estos tallos se colocaron en una solución de agua con Everflor STS al 2 ‰ + EverFlor Cloro al 0.5 ‰ + Ácido cítrico al 0.1 ‰, en esta solución se colocaron durante 4 horas para hidratarse y puedan pasar al área donde serán seleccionadas.

Selección: Esta labor se realizó como se menciona líneas arriba al culminar las 4 horas de hidratación, y consistió en agrupar los tallos de *Gypsophila* de acuerdo a características específicas como son el tamaño, número de botones, tamaño de copa, para formar los ramos. Estos tallos se agruparon acorde a la clasificación de Calidad Extra, Select y Bouquet.

3.5. EVALUACIONES:

Las evaluaciones para tener los datos fueron las siguientes:

3.5.1. Medición de Intensidad Lumínica:

Con el fotómetro, el cuál es un equipo que nos permite medir la intensidad lumínica, se procedió a realizar la medición en los diferentes tratamientos y sus respectivas repeticiones en la 6ta semana de edad, edad en la que se inició con la iluminación del cultivo, esta medición se realizó en la noche a partir de las 11:00 p.m., que es el horario en que inicio la iluminación, para ello se colocó el fotómetro a la altura del ápice de la planta y de forma que no obstruíamos el pase de luz, esto durante unos segundos en los que se estabilizo, las unidades de medida fueron en Footcandles.

3.5.2. Fenograma:

Para la evaluación del desarrollo se tomaron 10 plantas al azar de cada uno de los tratamientos y de las repeticiones, siendo en total 40 plantas por cada tratamiento, la medición se realizó utilizando una wincha a partir de la semana 8 hasta la semana 16 que fue el inició de la cosecha.

3.5.3. N° de Tallos cosechados:

La cosecha empezó en la Semana 16 de edad, y durante cada cosecha realizada se llevó el control de la misma. Las cosechas se realizaron 3 veces por semana y al terminar la cosecha fueron llevadas al área de selección. La duración total de la cosecha fue de 9 semanas, y se consideraron el total de tallos cosechados.

3.5.4. Calidad de Tallos:

La calidad de tallos obtenidos se registró de acuerdo al grado de selección que tiene la empresa Corporación Roots.

TABLA 2: Grados de Calidad de Gypsophila

Grado	N° de tallos x ramo	Longitud (cm)
Extra	10	80
Select	12	70
Bouquet	18	60

Fuente: Corporación Roots S.A.

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Con los resultados obtenidos de las evaluaciones se realizó la comparación de los tratamientos de acuerdo al diseño estadístico adoptado (Diseño de Bloques Completos al Azar).

Para establecer las diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan a un 5% de límite de confiabilidad.

3.6.1. Variables del estudio:

a) Variable Independiente:

Se considera como variable independiente a los distintos tipos de iluminación: Iluminación incandescente, iluminación LED blanca e iluminación LED roja-azul.

b) Variable Dependiente:

Es la producción de tallos de exportación de la Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango).

3.6.2. Diseño experimental:

Se adoptó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones distribuidos en 4 bloques.

3.6.3. Esquema del Análisis de Varianza.

El análisis estadístico comprendió el análisis de varianza (ANVA) para las observaciones experimentales, realizándose la prueba de significancia de F al 5% de error. Para la comparación de medias entre tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan, con un margen de error de 5%.

El modelo aditivo lineal para la presente investigación es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \zeta_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ : Efecto de la media general.

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del j-ésimo bloque.

ζ_{ij} : Efecto del error experimental.

TABLA 3: Análisis de varianza generalizado para un diseño de bloques completo al azar.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F_c
Bloque	b-1	$\frac{\sum_{i=1}^t Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{bt}$	$\frac{SC_{Bloques}}{(b-1)}$	$\frac{CM_{Bloques}}{CM_{Error}}$
Tratamiento	t-1	$\frac{\sum_{j=1}^b Y_{i.}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{bt}$	$\frac{SC_{Tratamiento}}{(t-1)}$	$\frac{CM_{Tratamiento}}{CM_{Error}}$
Error	(t-1)(b-1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^t Y_{i.}^2}{b} - \frac{\sum_{j=1}^b Y_{.j}^2}{t} + \frac{Y_{..}^2}{bt}$	$\frac{SC_{Error}}{(t-1)(b-1)}$	
TOTAL	tb-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 + \frac{Y_{..}^2}{bt}$		

Fuente: Vásquez (2013)

Tratamientos del trabajo de investigación:

T1b1, T1b2, T1b3, T1b4 = Testigo sin ningún tratamiento

T2b1, T2b2, T2b3, T2b4 = Luz LED blanco.

T3b1, T3b2, T3b3, T3b4 = Luz incandescente.

T4b1, T4b2, T4b3, T4b4 = Luz LED roja-azul.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

4.1 Resultados:

Se dividirán los resultados de acuerdo a cada una de las variables consideradas para este trabajo.

4.1.1. Resultados de Tallos producidos:

TABLA 4: Análisis de varianza del número total de tallos producidos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	
Bloques	3	47	15.75	0.41	NS *
Tratamiento	3	2939	979.58	25.50	
Error	9.00	346	38.42		
Total	15.00	3331.75			

CV = 1.8%

Los resultados referentes al Número total de tallos producidos, después de los 5 meses de haber realizado la siembra, por el efecto de un testigo sin iluminación, luz led blanca y luz led roja-azul, mostraron que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques evaluados, pero se observó que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos objeto del estudio.

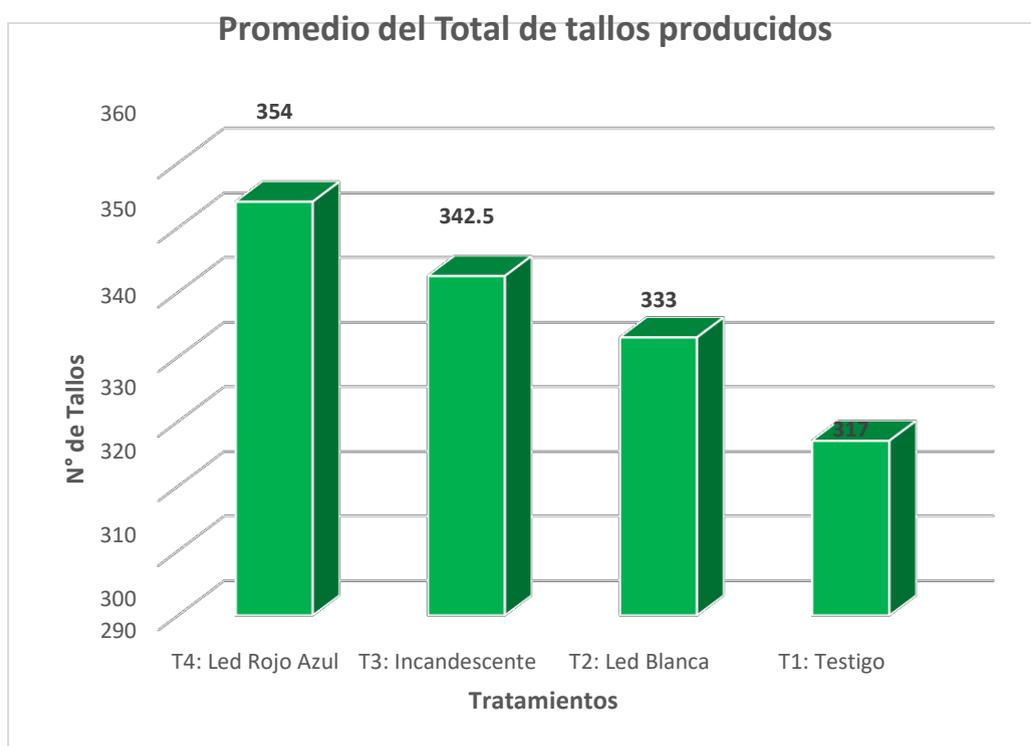
De igual manera se observa que tiene un coeficiente de variación del 1.8%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables, lo cual lo hace un dato confiable según Calzada (1970).

TABLA 5: Prueba de comparación de medias de Duncan para los tallos promedio producidos

Prueba de Duncan al 5%			
Orden de mérito	Tratamiento	Tallos producidos	Sig.
1	T4: Led Rojo Azul	354	a
2	T3: Incandescente	342.5	b
3	T2: Led Blanca	333	b
4	T1: Testigo	317	c

En la Tabla 5, se puede observar que en la prueba de comparaciones múltiples de medias de Duncan con un nivel de significación al 5 % el tratamiento T4 (LED Rojo-Azul) fue superior con respecto a los demás tratamientos mostrando diferencias estadísticas significativas con los otros tratamiento teniendo 354 de tallos en promedio producidos, también observamos que los tratamientos T3 (Incandescente) y T2 (LED blanca) no muestran diferencias estadísticas significativas entre ellas; pero si muestran diferencias estadísticas significativas con el T1 (testigo).

FIGURA 1: Promedio del total de tallos producidos por tratamiento



En la Figura 1 podemos observar claramente las diferencias entre cada uno de los tratamientos, para el Promedio de Tallos producidos en total. Teniendo con mayor número de tallos promedio al T4 (LED luz roja-azul) y en el último lugar al testigo con 317 tallos promedio.

4.1.2. Resultados de Tallos extra producidos:

TABLA 6: Análisis de varianza del Numero de Tallos Extra Producidos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	
Bloques	3	5	1.67	0.12	NS *
Tratamiento	3	494	164.67	11.58	
Error	9.00	128	14.22		
Total	15.00	627.00			

CV = 2.0%

Los resultados referentes al número de tallos extras producidos, después de los 5 meses de haber realizado la siembra, por el efecto de un testigo sin iluminación, luz led blanca y luz led roja-azul, mostraron que no existen diferencias significativas para los bloques, mientras que si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos objetos del estudio.

Se tiene un coeficiente de variación del 2 %, lo cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables, lo cual lo hace un dato confiable.

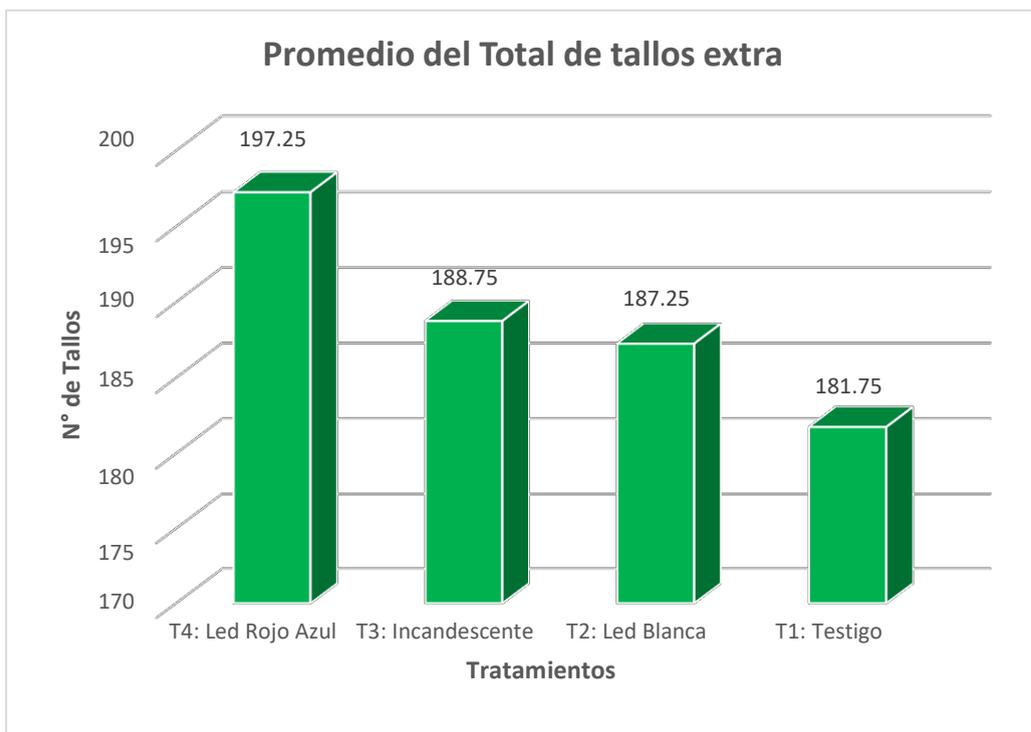
TABLA 7: Prueba de comparación de medias de Duncan para el promedio de Tallos Extra producidos

Prueba de Duncan al 5%			
Orden de mérito	Tratamiento	Prom. Tallos Extra	Sig.
1	T4: Led Rojo Azul	197.25	a
2	T3: Incandescente	188.75	b
3	T2: Led Blanca	187.25	b c
4	T1: Testigo	181.75	c

En la Tabla 7 se puede observar que en la prueba de comparaciones múltiples de medias de Duncan, se observa que el tratamiento T4 (LED Rojo-Azul) fue superior con respecto a los demás tratamientos mostrando diferencias estadísticas significativas con los otros

tratamientos teniendo 197.25 de tallos extra producidos, también observamos que los tratamientos T3 (Incandescente) y T2 (LED blanca) no muestran diferencias estadísticas significativas entre ellas; de igual manera los tratamientos T2 (LED blanca) y T1 (Testigo) no muestran diferencias estadísticas significativas entre sí.

FIGURA 2: Promedio de tallos extra producidos por tratamiento



En la Figura 2 se muestran las diferencias entre cada uno de los tratamientos, para el Promedio de Tallos extra producidos en total, en la que el T4 (Luz LED rojo-azul) es superior en cantidad a los demás tratamientos.

4.1.3. Resultado de Tallos Select producidos:

TABLA 8: Análisis de varianza del N° de Tallos Select Producidos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	
Bloques	3	15	4.90	0.69	NS *
Tratamiento	3	323	107.73	15.25	
Error	9.00	64	7.06		
Total	15.00	401.44			

$$CV = 2.4\%$$

Los resultados referentes al número de tallos select producidos, después de los 5 meses de haber realizado la siembra, por el efecto de un testigo sin iluminación, luz led blanca y luz led roja-azul, mostraron que no hay diferencias significativas entre los bloques, mientras que observamos que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos objetos del estudio.

Del tratamiento con mejor resultado, el N° de tallos select producidos promedio fue de 117.25, con un coeficiente de variación del 2.4%, este se encuentra dentro de los parámetros aceptables, lo cual lo hace un dato confiable.

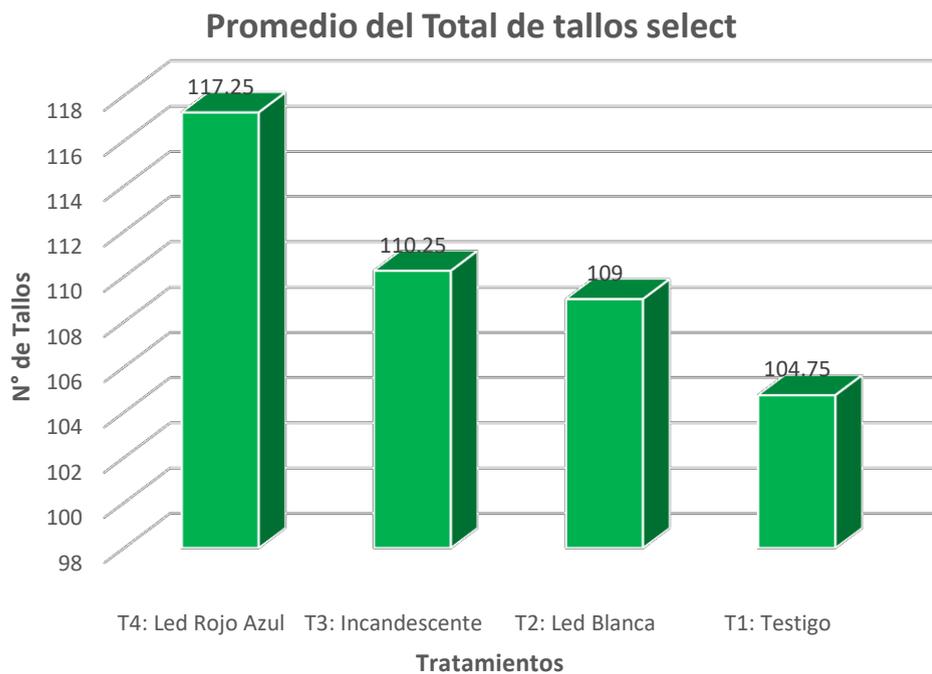
TABLA 9: Prueba de comparación de medias de Duncan para los Tallos Select producidos

Prueba de Duncan al 5%			
Orden de mérito	Tratamiento	Prom. Tallos Select	Sig.
1	T4: Led Rojo Azul	117.25	a
2	T3: Incandescente	110.25	b
3	T2: Led Blanca	109	b c
4	T1: Testigo	104.75	c

En la Tabla 9 se puede observar que en la prueba de comparaciones múltiples de medias de Duncan con un nivel de significación al 5 % el tratamiento T4 (LED Rojo-Azul) fue superior con respecto a los demás tratamientos mostrando diferencias estadísticas

significativas con los otros tratamientos teniendo 117.25 de tallos select promedio producidos, también observamos que los tratamientos T3 (Incandescente) y T2 (LED blanca) no muestran diferencias estadísticas significativas entre ellas; y así mismo los tratamientos T2 (LED blanca) y T1 (Testigo) no muestran diferencias estadísticas significativas entre ellas.

FIGURA 3: Promedio de tallos select producidos por tratamiento



En la Figura 3 observamos las diferencias existentes entre cada uno de los tratamientos, para el Promedio de tallos select producidos en total.

4.1.4. Resultado de Tallos Bouquet producidos:

TABLA 10: Análisis de varianza del número de Tallos Bouquet Producidos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	
Bloques	3	65	21.73	1.28	NS *
Tratamiento	3	358	119.40	7.04	
Error	9.00	153	16.95		
Total	15.00	575.94			

$$CV = 11.0\%$$

Los resultados referentes al N° de tallos bouquet producidos, después de los 5 meses de haber realizado la siembra, por el efecto de un testigo sin iluminación, luz led blanca y luz led roja-azul, no muestran diferencias estadísticas significativas entre bloques y que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos objetos del estudio.

Se obtuvo un coeficiente de variación del 11%, el cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables, lo cual lo hace un dato confiable

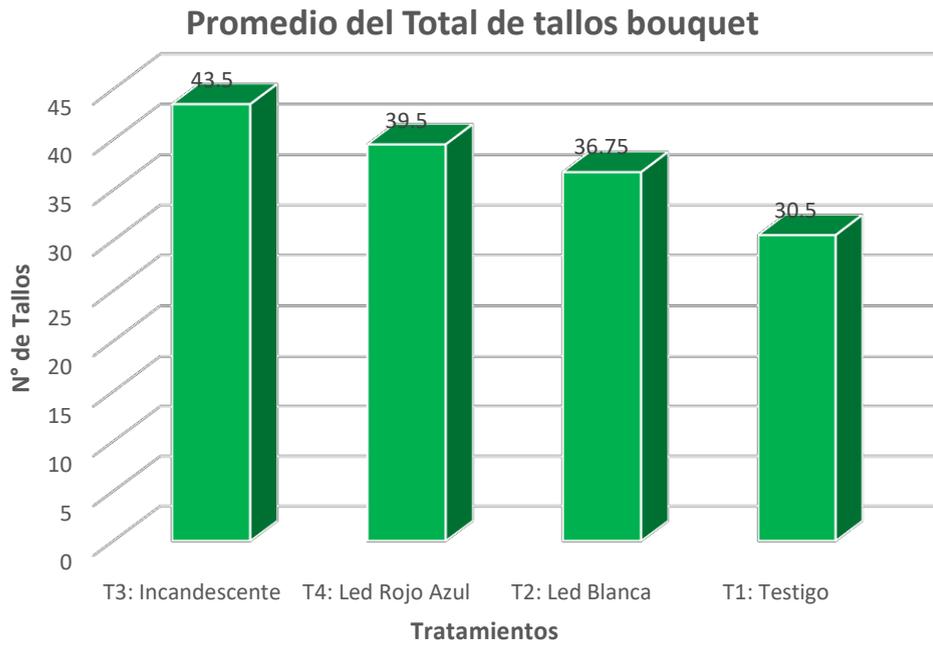
TABLA 11: Prueba de comparación de medias de Duncan para los tallos Bouquet.

Prueba de Duncan al 5%			
Orden de mérito	Tratamiento	Prom. Tallos Bouquet	Sig.
1	T3: Incandescente	43.5	a
2	T4: Led Rojo Azul	39.5	a b
3	T2: Led Blanca	36.75	b c
4	T1: Testigo	30.5	c

En la Tabla 11 se puede observar que en la prueba de comparaciones múltiples de medias de Duncan con un nivel de significación al 5 % los tratamientos T3 (Incandescente) y T4 (LED Rojo-Azul) se encuentran en primer lugar y no muestran diferencias significativas entre sí; de igual manera el T4 (LED Rojo-Azul) y T2 (LED blanca) no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, y finalmente el T2

(LED blanca) y T1 (Testigo) se encuentran en último lugar y no presentan diferencias significativas entre ellas.

FIGURA 4: Promedio de tallos bouquet producidos por tratamiento



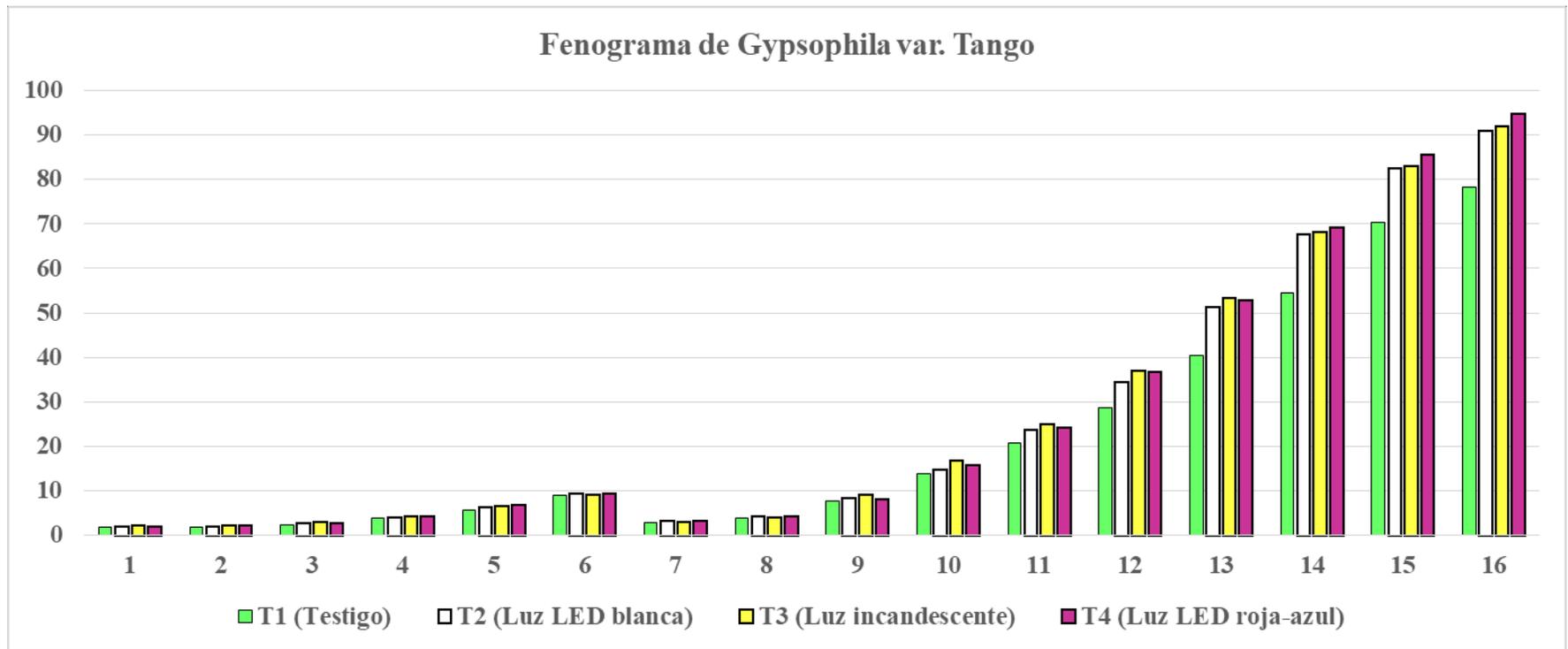
En la Figura 4 observamos las diferencias existentes entre cada uno de los tratamientos, para el Promedio de Tallos bouquet producidos en total.

4.1.5. Resultados del Fenograma del cultivo:

TABLA 12: Fenograma del cultivo de *Gypsophila* cv. Tango

Tratamientos	Semana de Edad															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1 (Testigo)	1.8	1.9	2.4	3.8	5.7	8.9	2.9	3.85	7.71	13.78	20.83	28.75	40.50	54.55	70.30	78.36
T2 (Luz LED blanca)	2	2	2.6	4	6.2	9.32	3.15	4.31	8.20	14.79	23.65	34.30	51.35	67.70	82.45	91.03
T3 (Luz	2.2	2.3	2.9	4.3	6.6	9.1	3.01	4.06	9.00	16.80	24.95	36.98	53.35	68.23	83.08	91.93
T4 (Luz LED roja-	2	2.1	2.8	4.25	6.7	9.4	3.1	4.15	8.10	15.68	24.20	36.73	52.90	69.08	85.58	94.80

FIGURA 5: Fenograma del cultivo de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango



El crecimiento del cultivo se registró en la Tabla 12, acorde a la semana de edad, hasta el momento de la cosecha.

Observando la Figura 5 se puede observar que en la 6ta semana hay un decrecimiento en la curva de desarrollo del cultivo, y esto es debido a la realización del pinch. Finalmente podemos ver que el T4 (Luz LED roja-azul) tuvo un mayor crecimiento promedio de 94.8 cm. en comparación a los demás tratamientos.

4.1.6. Análisis Económico:

El análisis económico se realizó del mejor tratamiento que fue el T4 (Luz LED Roja-Azul) versus el T1 (Testigo).

TABLA 13: Análisis económico sin Iluminación LED

COSTOS	TOTAL (S/.)
A. COSTOS DIRECTOS	81755
1.- Mano de Obra	27080
1.1 Preparación del terreno	280
1.2 Siembra o Trasplante	800
1.3 Laborales Culturales	8000
1.4 Cosecha	10000
1.5 Selección	8000
2.- Maquinaria, Tracción animal e Instrumentos Agrícolas	2000
3.- Insumos	42525
3.1 Plantas	19200
3.2 Abonamiento y Fertilización	5000
3.3 Agroquímicos	12325
3.4 Material para exportación	6000
4.- Agua	150
5.- Transporte	10000
6.- Iluminación	0
B. COSTOS INDIRECTOS	3000
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	84755
ANALISIS	
Precio de venta S/. Ramo (promedio)	S/. 5.25
Rendimiento (ramos promedio)	29332
Valor Bruto de la producción	S/. 153,993.00
Costo de Producción	S/. 84,755.00
Utilidad neta de la producción	S/. 69,238.00
Beneficio/Costo	0.817

Fuente propia

TABLA 14: Análisis económico con Iluminación LED roja-azul

COSTOS	TOTAL (S/.)
A. COSTOS DIRECTOS	78930
1.- Mano de Obra	27080
1 Preparación del terreno	280
1 Siembra o Trasplante	800
1 Laborales Culturales	8000
1.4 Cosecha	10000
2 Selección	8000
2.- Maquinaria, Tracción animal e Instrumentos Agrícolas	2000
3.- Insumos	39700
3 Plantas	19200
3 Abonamiento y Fertilización	5000
3 Agroquímicos	9500
3 Material para exportación	6000
4.- Agua	150
5.- Transporte	10000
6.- Iluminación	6000
B. COSTOS INDIRECTOS	3000
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	81930
ANALISIS ECONOMICO	
Precio de venta S/. Ramo (promedio)	S/. 5.25
Rendimiento (ramos promedio)	32503
Valor Bruto de la producción	S/. 170,640.75
Costo de Producción	S/. 81,930.00
Utilidad neta de la producción	S/. 88,710.75
Beneficio/Costo	1.083

Fuente propia

Como se puede apreciar en las tablas líneas arriba, existe una diferencia en el rendimiento de ramos por hectárea, teniendo lo siguiente: Rendimiento sin iluminación es de 29332 ramos lo que se traduce en una Utilidad neta de S/. 72238.00; de la misma manera tenemos el Rendimiento con iluminación LED de 32503 ramos con una utilidad neta de S/. 91710.00; por lo tanto, tenemos una diferencia de S/. 19472.75, lo cual nos muestra que tenemos una mayor ganancia con el uso de iluminación LED.

4.2 Discusiones:

En base al presente proyecto podemos corroborar que la *Gypsophila* es una planta de días largos ya que los tratamientos con iluminación artificial tuvieron efectos positivos en el desarrollo de la planta en tamaño, calidad y número de tallos, tal como es mencionado por (Terry, 2008) Esto significa que las condiciones de días largos van a permitir a la planta cambiar de estado... Fotoperiodo es el tiempo que requieren las plantas para cambiar su estado fisiológico de vegetativo a reproductivo, de modo que la floración está determinada por las horas de luz del día. La *Gypsophila* es una planta de días largos y necesita luz para florecer.

De acuerdo al trabajo que se realizó, los resultados nos muestran que en todos los tratamientos donde interviene el uso de la luz artificial, se tuvo una mayor producción en comparación con el tratamiento que no tuvo apoyo con luz artificial, corroborando lo mencionado por (Morini, 2003 citado en (Cristiano & Wulff, 2005)), la luz es un factor fundamental para las plantas, por la acción directa e indirecta en la regulación de su crecimiento y desarrollo. Las respuestas de la planta no dependen solo de la ausencia o presencia de luz, también de la variación de la calidad lumínica para la fotosíntesis, las plantas desarrollan una serie de fotorreceptores que regulan su crecimiento y desarrollo en relación con la presencia, calidad, dirección, duración y calidad de la radiación.

Así mismo se obtuvieron resultados en los que la luz LED azul-roja tuvo un mejor comportamiento con respecto a los demás tratamientos con luz, demostrando lo escrito por (Paniagua, y otros, 2015). Las plantas son capaces de responder a la intensidad y al color de la luz por medio de sus fotorreceptores, los cuales se activan bajo longitudes de onda específicas.

De la misma manera se mostraron diferencias en tallos cosechados entre los tratamientos en los que se usó la iluminación artificial siendo mayor a los cosechados del tratamiento sin iluminación artificial, ratificándose lo mencionado por, (Terry, 2008) el momento apropiado para suministrar la iluminación es interrumpiendo la noche en lugar de alargar el día. La iluminación es un factor muy importante en el cultivo de *Gypsophila*, una iluminación adecuada ayuda a incrementar las cosechas y a acortar la duración del cultivo.

V. CONCLUSIONES:

El comportamiento fenológico de la *Gypsophila paniculata* L. cv Tango, bajo la aplicación de iluminación artificial incandescente y LED, con EL T4 (Luz LED rojo-azul) tuvo un mayor crecimiento promedio de 94.8 cm, luego el T3 (Luz incandescente) y el T2 (Luz LED blanca) con 91.93 y 91.03 cm respectivamente, finalmente tenemos el T1 (testigo) que tuvo una altura promedio de 78.36 cm.

Con respecto a la producción total en el cultivo de *Gypsophila paniculata* cv Tango podemos observar que el T4 (Luz LED rojo-azul) tuvo una producción total de 354 tallos promedio por tratamiento, siendo el tratamiento que obtuvo mayor producción; mientras que el T3 (Luz incandescente) obtuvo 342.5 tallos promedio en total, por otro lado, el T2 (Luz LED blanca) obtuvo 333 tallos promedio en total y en el T1 (testigo) que no se utilizó ninguna iluminación artificial obtuvimos 317 tallos promedio producidos, siendo el de menor producción.

Con respecto para la calidad de exportación de tallos extra y Select el T4 (Luz LED rojo-azul) mostro tener mejores resultados con 197.25 tallos extra en promedio y 117.25 tallos Select en promedio.

Para la calidad de tallos Bouquet, el T3 (luz Incandescente) se obtuvo la mayor cantidad 43.5 tallos Bouquet en promedio.

En conclusión, el T4 obtuvo mayor cantidad de tallos en grado extra y Select, lo cual lo hace más rentable para la producción.

VI. RECOMENDACIONES:

Para la producción de *Gypsophila paniculata* L. cv Tango se recomienda utilizar la iluminación LED roja-azul, que nos demostró tener una mayor producción de tallos de calidad para la exportación, lo cual beneficiaría a los productores para mejorar sus ingresos económicos.

Realizar otros trabajos de investigación con otros emisores de luz LED que permitan regular el tipo de color que emitirá, asimismo determinar el momento utilizar la luz roja y la luz azul por separado, para estudiar sus efectos en el incremento de la producción.

VII. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Almansa, E. (2011). *Sistema hibrido de iluminacion para el desarrollo de plantas aplicacion en invernaderos*. Granada: Universidad de Granada.
- Campo, E. M. (30 de Agosto de 2012). Las ventajas y desventajas de usar la luz LED en las plantas. *El Mercurio*, págs. 2-4.
- Casierra, P.-O. V. (2010). Crecimiento y produccion de *Gypsophila paniculata* en respuesta al termoperiodo, confinamiento y despunte. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, IV, 209-222.
- Cristiano, A., & Wulff, M. (2005). TIPO DE LUZ NA MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DE FRAMBOESEIRA. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal*, 488-490.
- Crosgrove, D. (1981). Rapid Suppression of growth by blue light. *Plant physiology*, 67, 584-590.
- Deitzer, G., Hayes, R., & Merten, J. (1979). Kinetics and time dependence of the effect of far red light on the photoperiodic induction of flowering in winter barley. *Plant Physiology*, 1015-1021.
- Duran, J., & Andrés, Q. (2015). *AHORRO DE ENERGIA EN INVERNADEROS MEDIANTE EL USO DE ILUMINACIÓN LED*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional.
- Eduardo, J. (2016). *Sistema de medicion y monitoreo para el estudio del efecto de la radiacion par en las plantas*. Bogota, DC: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Jamanca, G. (2003). *Aplicacion de tres tecnicas de iluminacion ciclica bajo dos potencias de luz en la produccion floral de Achillea (Achillea millefolium L. Var. Parket yellow) a 2,256 m.s.n.m. distrito de Caraz*. Ancash. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Jaramillo, I. (2015). *Obtencion de silicio organico de la cascarilla de arroz, y su aplicacion en diferentes etapas fenologicas del cultivo de Gypsophila (Gypsophila paniculata)*

- variedad perfecta en la zona de El Quinche, provincia de Pichincha.* El Ángel: Universidad Tecnica de Babahoyo.
- Kendrick, R., & Kronenberg, G. (1994). *Photomorphogenesis in plants* (2da ed.). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lopez, J. C. (05 de Octubre de 2018). *Pthorticulture*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- Martín, P., Navas, L., Hernández, S., Correa, A., Martín, J., Martín, E., . . . Durán, J. (2010). Diodos emisores de luz para la irradiacion de plantas. *Fitotecnia*, 1-17.
- Massa, G., Kim, H.-H., Wheeler, R., & Mitchel, C. (2 de Abril de 2008). Plant productivity in Response to LED lighting. *HortScience*, 43, 1951-1956. Obtenido de HortScience: <http://hortsci.ashspublications.org/content/43/7/1951.full>
- Meisel, L., Urbina, D., & Pinto, M. (2011). Fotorreceptores y respuestas de plantas a señales lumínicas. En e. F.A. Squeo & L. Cardemil, *Fisiologia Vegetal* (págs. 1-10). Chile: Universidad de La Serena.
- Mohr, H. (1972). *Lectures on Photomorphogenesis*. New York: Springer-Verlag.
- Montoya, L. (1981). Efecto de la luz adicional en la floración de claveles (*Dianthus caryophyllus* L.). *Revista facultad nal. de agronomia*, XXXIV(01), 37-75.
- Morgan, & Smith. (1979). A systematic relationship between phytochrome-controlled development and species habitat, for plants grown in simulated natural radiation. *Planta*, 253-258.
- Nájera, C., & Urrestarazu, M. (13 de Enero de 2017). La revolucion de la luz LED en la horticultura moderna. *La Voz de Almería*, págs. <https://www.lavozdealmeria.com/agricultura2000/noticia/8/agricultura/121282/la-revolucion-de-la-iluminacion-led-en-la-horticultura-moderna>.

- Oscoco, F., Julio, S., Victor, N., & Manfred, H. (2012). Evaluacion experimental de las características eléctricas y fotométricas de luminarias LEDS. *XIX Simposio peruano de Energía Solar y del Ambiente (XIX SPES)* (págs. 1-5). Puno: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Palaguaray, D. (2010). *Evaluacion del cultivo de Gypsophila (Gypsophila paniculata) a la aplicacion de tres dosis de bio por goteo, en el Quinche, Provincia Pichincha*. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.
- Paniagua, G., Hernández, C., Rico, F., Dominguez, F., Martínez, E., & Martínez, C. (2015). Efecto de la luz led de alta intensidad sobre la germinacion y el crecimiento de plántulas de brocoli (*Brassica Oleracea L.*). *Polibotanica*, 40, 199-212.
- Portugal, A. (2003). *Cultivo y exportacion de gypsophila*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Portugal, A. (2003). *Cultivo y exportación de la Gypsophila*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Rey, M. (Diciembre de 2008). Factores que influyen en el desarrollo: El fotoperiodo. *Agricultura*, 920-922.
- Rodriguez, D. (2016). *Evaluacion de la lamina y frecuencia de riego en el cultivo de Gypsophila variedad Million Star para determinar el rendimiento bajo condiciones de invernadero*. Fusagasugá: Universidad de Cundinamarca.
- Rubio. (1961). *Influencia del fotoperiodo en el crecimiento y desarrollo del cacao*. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas de la OEA.
- Santos, X. (07 de Febrero de 2012). *Herbario de Botanica Ornamental* . Obtenido de Gypsophila paniculata:
<https://herbariobotanicaornamental.com/2012/02/07/gypsophila-paniculata/>

- Schwartz, & Zeiger. (1984). Metabolic energy for stomatal opening. Roles of photophosphorylation and oxidative phosphorylation. *Planta*, 161, 129-136.
- Singh, D., Basu, C., & Meinhardt-Wollweber & Bernhard Roth, M. (11 de Junio de 2014). *arXiv*. Obtenido de <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1406/1406.3016.pdf>
- Terry, J. (2008). *Gypsophila Perfecta*. Caraz, Ancash, Perú: Cooperacion Roots S.A.
- Thomas, B., & Dickinson, H. (1979). Evidence por two photoreceptors cotrolling growth in de-etiolated seedlings. *Planta*, 146, 545-550.
- Trujillo, F. (2011). “*EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CULTIVO DE GYPSOPHILA (Gypsophila paniculata var. Double Time) BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE FERTIGACIÓN*”. Sangolquí: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.

VIII. ANEXOS:

ANEXO 01: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos producidos en el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango).
Gyp. Tango

Repetición	N° de Tallos Producidos				Total Bloques
	Trat 01	Trat 02	Trat 03	Trat 04	
1	308	330	342	359	1339
2	328	334	340	348	1350
3	310	336	344	351	1341
4	322	332	344	358	1356
n	4	4	4	4	16
Σy_1	1268.00	1332.00	1370.00	1416.00	5386.00
Prom y1	317.00	333.00	342.50	354.00	336.63
Σy_1^2	402232	443576	469236	501350	7252438

Suma de cuadrados total:

SC "total"= 1816394.00

Suma de cuadrados bloques:

SC "total"= 1813109.50

Suma de cuadrados tratamiento:

SC "trat"= 1816001.00

Término de corrección:

Tc= 1813062.25

Suma de cuadrados total - Término de corrección

3331.75

Suma de cuadrados bloques - Término de corrección

47.25

Suma de cuadrados tratamientos - Término de corrección

2938.75

Suma de cuadrados del error:

SC "error"= 345.75

ANEXO 02: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos calidad Extra en el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango).

Gyp. Tango

Repetición	N° de Tallos Extra				Total Bloques
	Trat 01	Trat 02	Trat 03	Trat 04	
1	181	187	191	199	758
2	184	189	185	198	756
3	179	190	192	191	752
4	183	183	187	201	754
n	4	4	4	4	16
Σy_1	727.00	749.00	755.00	789.00	3020.00
Prom y1	181.75	187.25	188.75	197.25	188.75
Σy_1^2	132147	140279	142539	155687	2280120

Suma de cuadrados total:

SC "total"= 570652.00

Suma de cuadrados bloques:

SC "total"= 570030.00

Suma de cuadrados tratamiento:

SC "trat"= 570519.00

Término de corrección:

Tc= 570025.00

Suma de cuadrados total - Término de corrección

627.00

Suma de cuadrados bloques - Término de corrección

5.00

Suma de cuadrados tratamientos - Término de corrección

494.00

Suma de cuadrados del error:

SC "error"= 128.00

ANEXO 03: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos de calidad Select producidos en el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango).

Gyp. Tango

Repetición	N° de Tallos Select				Total Bloques
	Trat 01	Trat 02	Trat 03	Trat 04	
1	101	106	109	121	437
2	108	111	109	118	446
3	105	110	112	117	444
4	105	109	111	113	438
n	4	4	4	4	16
Σy_1	419.00	436.00	441.00	469.00	1765.00
Prom y1	104.75	109.00	110.25	117.25	110.31
Σy_1^2	43915	47538	48627	55023	778865

Suma de cuadrados total:

SC "total"= 195103.00

Suma de cuadrados bloques:

SC "total"= 194716.25

Suma de cuadrados tratamiento:

SC "trat"= 195024.75

Término de corrección:

Tc= 194701.56

Suma de cuadrados total - Término de corrección

401.44

Suma de cuadrados bloques - Término de corrección

14.69

Suma de cuadrados tratamientos - Término de corrección

323.19

Suma de cuadrados del error:

SC "error"= 63.56

ANEXO 04: Datos obtenidos para el ANVA y la comparación de medias de Duncan, con el total de tallos de calidad bouquet producidos en el cultivo de *Gypsophila* (*Gypsophila paniculata* L. cv. Tango).

Gyp. Tango

Repetición	N° de Tallos Bouquet				Total Bloques
	Trat 01	Trat 02	Trat 03	Trat 04	
1	26	37	42	39	144
2	36	34	46	32	148
3	26	36	40	43	145
4	34	40	46	44	164
n	4	4	4	4	16
$\Sigma y1$	122.00	147.00	174.00	158.00	601.00
Prom y1	30.50	36.75	43.50	39.50	37.56
$\Sigma y1^2$	3804	5421	7596	6330	90561

Suma de cuadrados total:

SC "total"= 23151.00

Suma de cuadrados bloques:

SC "total"= 22640.25

Suma de cuadrados tratamiento:

SC "trat"= 22933.25

Término de corrección:

Tc= 22575.06

Suma de cuadrados total - Término de corrección

575.94

Suma de cuadrados bloques - Término de corrección

65.19

Suma de cuadrados tratamientos - Término de corrección

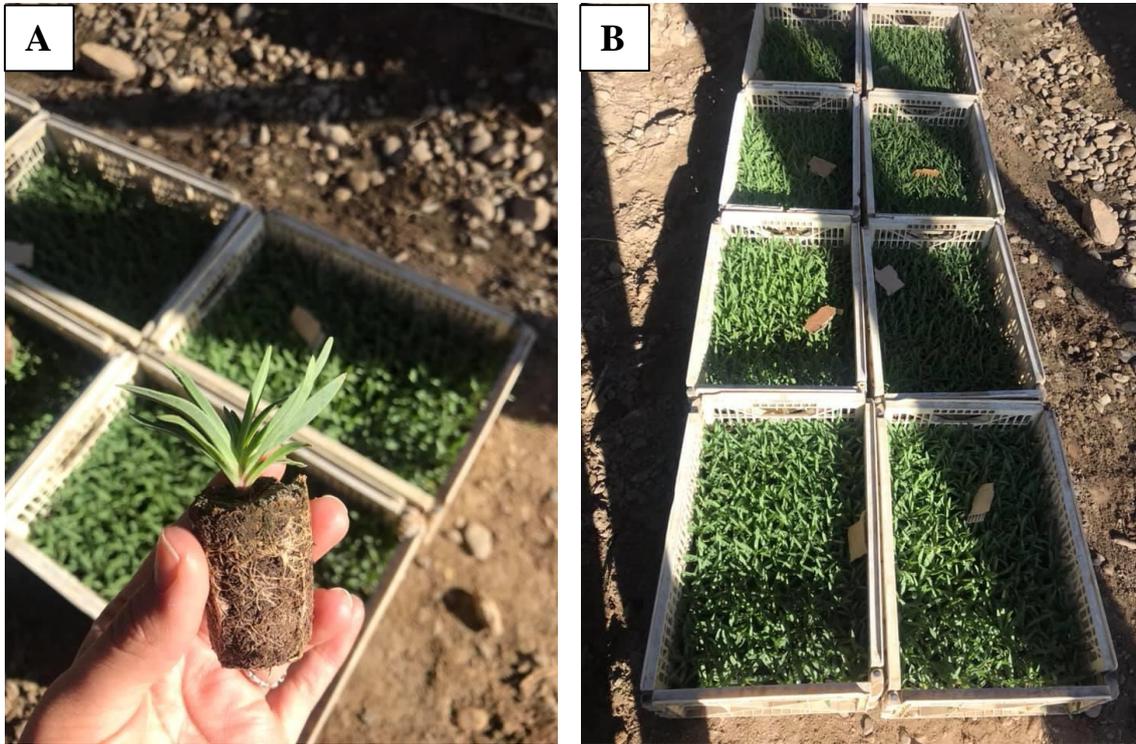
358.19

Suma de cuadrados del error:

SC "error"= 152.56

ANEXO 05: PANEL FOTOGRAFICO

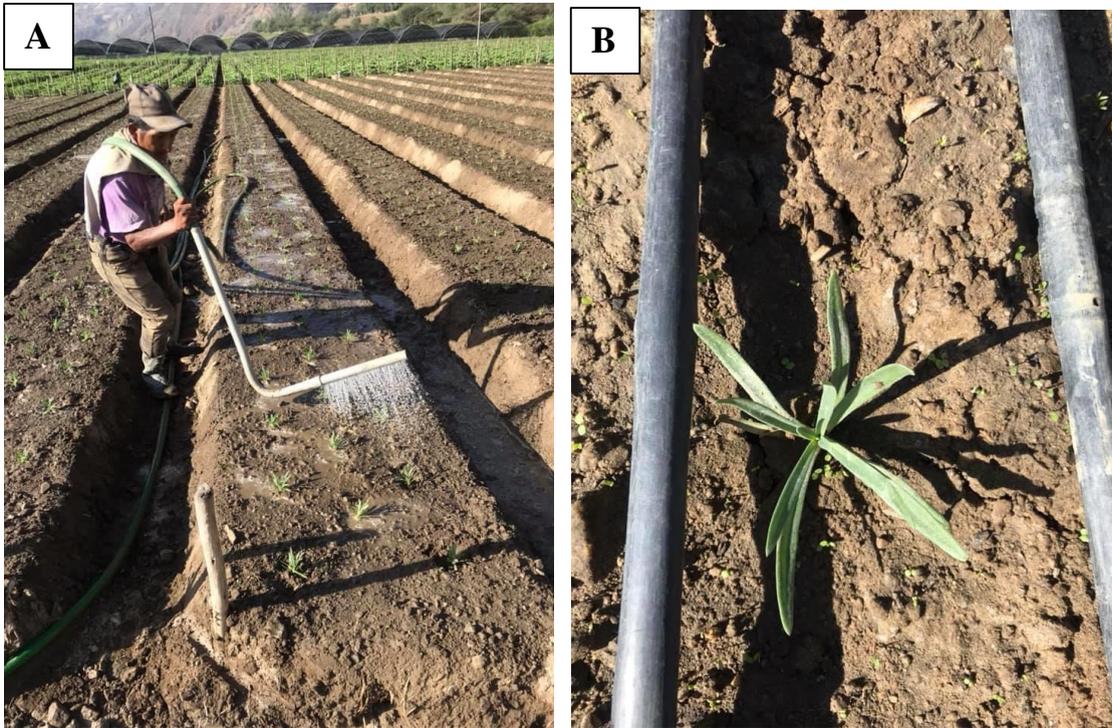
FOTOGRAFIA 1: (A) y (B) Plántulas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango



FOTOGRAFIA 2: (A) y (B) Siembra de plántulas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango



FOTOGRAFIA 3: (A) Riego de sellado, luego de la Siembra de plántulas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango y (B) Sistema de goteo en la siembra de plántulas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango.



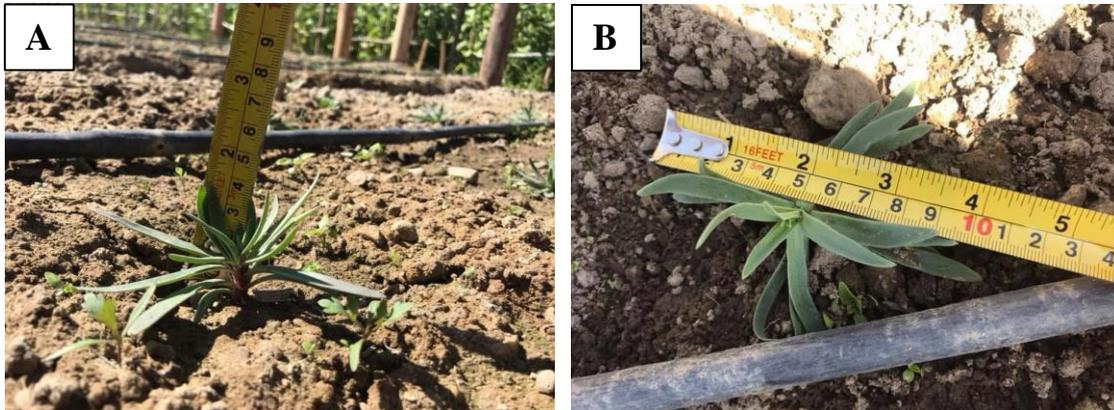
FOTOGRAFIA: (A) Colocación de postes para la iluminación y (B) Colocación de mallas negras que dividieron los diferentes tratamientos.



FOTOGRAFIA 5: (A) Divisiones con mallas negras de los diferentes tratamientos de iluminación y (B) Prueba del encendido de la iluminación. (C) Iluminación nocturnas, con las divisiones entre los tratamientos.



FOTOGRAFIA 6: (A) y (B) Medición del crecimiento de las plántulas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango.



FOTOGRAFIA 7: (A) Plantas de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango listas para la realización del pinch. (B) y (C) Realización del pinch.



FOTOGRAFIA 8: (A) y (B) Medición de la intensidad lumínica con el uso del fotómetro, bajo la luz incandescente



FOTOGRAFIA 9: (A) y (B) Medición de la intensidad lumínica con el uso del fotómetro, bajo la luz blanca.



FOTOGRAFIA 10: (A) y (B) Medición de la intensidad lumínica con el uso del fotómetro, bajo la luz roja-azul.



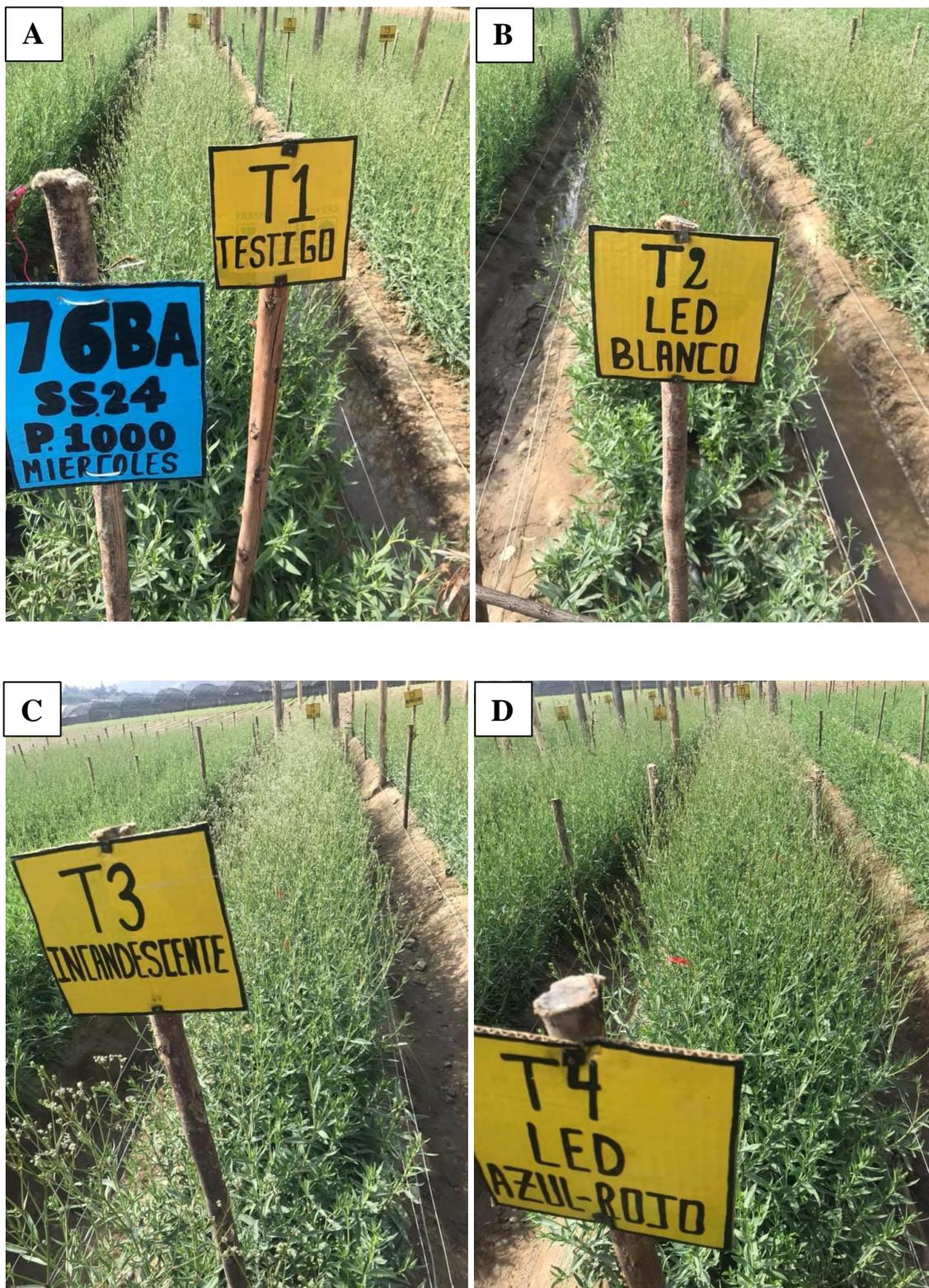
FOTOGRAFIA 11: Cartel con el Título de la Tesis ejecutada.



FOTOGRAFIA 12: (A) Cartel con la identificación del tratamiento T1 “Testigo”. (B) Cartel con la identificación del tratamiento T2 “LED luz blanca”. (C) Cartel con la identificación del tratamiento T3 “Luz Incandescente”. (D) Cartel con la identificación del tratamiento T4 “LED luz Roja-Azul”



FOTOGRAFIA 13: (A) Cartel con la identificación del tratamiento T1 “Testigo”. (B) Cartel con la identificación del tratamiento T2 “LED luz blanca”. (C) Cartel con la identificación del tratamiento T3 “Luz Incandescente”. (D) Cartel con la identificación del tratamiento T4 “LED luz Roja-Azul”



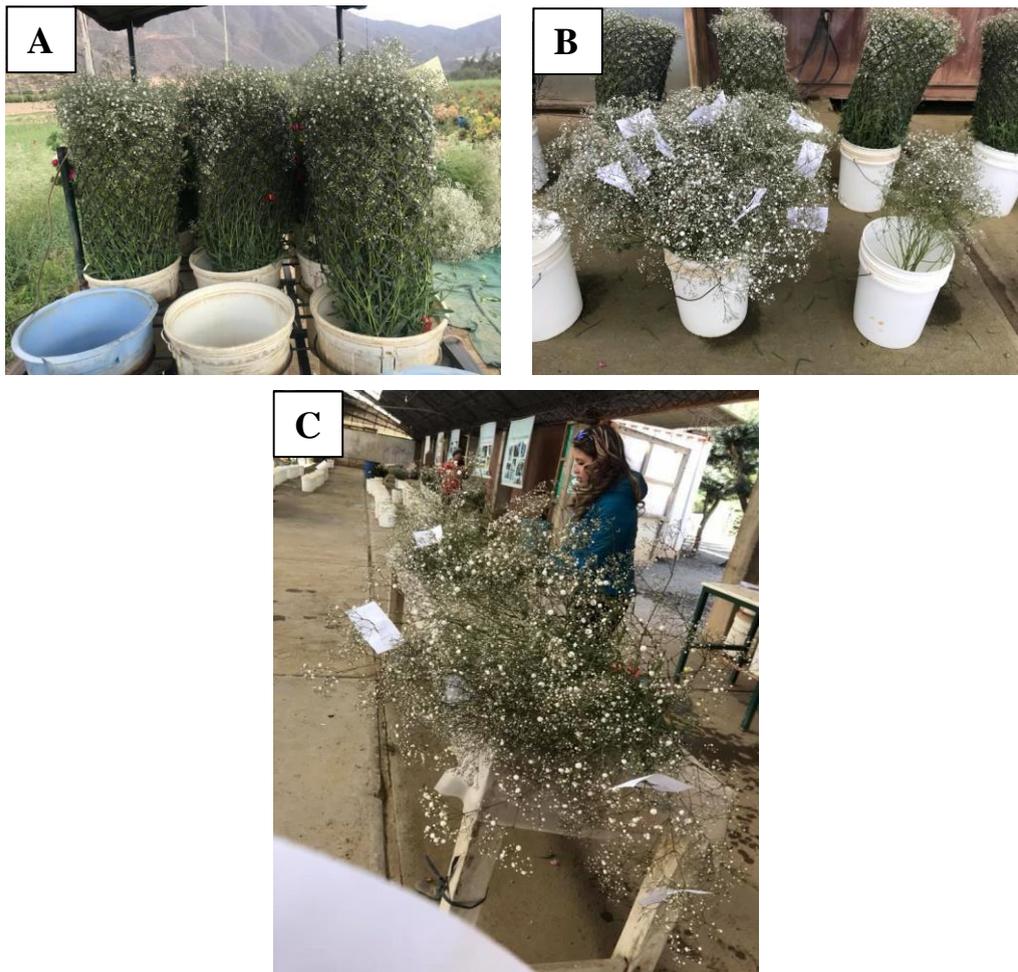
FOTOGRAFIA 14: (A) Punto de cosecha de *Gypsophila paniculata* L. cv. Tango. (B) Area del trabajo de Tesis iniciando su cosecha. (C) Realizando la labor de cosecha.



FOTOGRAFIA 15: (A) y (B) Labor de cosecha, junto a las cosechadoras de la Empresa Corporación Roots.



FOTOGRAFIA 16: (A) Tallos cortados y colocados en la solución de transporte. (B) Tallos cortados esperando al proceso de selección. (C) Revisión de tallos cosechados.



FOTOGRAFIA 17: (A) Proceso de selección en conjunto con el personal de Selección. **(B)** Tallos seleccionados y armados en ramos. **(C)** Ramos seleccionados.



FOTOGRAFIA 20: Visita del Jurado de Tesis al lugar de Ejecución

