



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE  
LILIUM EN MACETA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA**

**LITZI LIZBETH POBLANO ROMERO**

**DIRECTORA DE TESIS**

**DRA. DELIA MORENO VELÁZQUEZ**

**San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Junio de 2024**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE  
LILIUM EN MACETA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA  
LITZI LIZBETH POBLANO ROMERO**

**DIRECTORA DE TESIS  
DRA. DELIA MORENO VELÁZQUEZ**

**ASESORES  
M.C. JORGE ESPEJEL MORALES  
DR. ARMANDO IBÁÑEZ MARTÍNEZ  
DR. J. REFUGIO TOBAR REYES**

**San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Junio de 2024.**

La presente tesis titulada: **Sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de liliun en maceta, bajo condiciones de invernadero** y realizada por **Litzi Lizbeth Poblano Romero**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dra. Delia Moreno Velázquez

Moreno Velázquez Delia

Asesor: M.C. Jorge Espejel Morales

Jorge Espejel Morales

Asesor: Dr. Armando Ibáñez Martínez

Armando Ibáñez Martínez

Asesor: Dr. J. Refugio Tobar Reyes

J. Refugio Tobar Reyes

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Junio de 2024.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **BUAP-CA-313- Manejo Integral de Cultivos Agrícolas** y de la Línea de Investigación: **Cambios fisiológicos, fisicoquímicos y bioquímicos en el manejo de cultivos y productos hortofrutícolas**. Dicho trabajo fue financiado por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y con recursos propios.

## DEDICATORIA

Dedicado a mí, por el arduo trabajo realizado en estos cinco años. Para muchos, puede que parezca insignificante, pero tú más que nadie conoces el esfuerzo que has puesto. A pesar de las veces que pensaste en rendirte pero que gracias a las personas que te rodean superaste cada obstáculo. Gracias por no rendirte y estar aquí hoy. Estoy orgullosa de ti. Te amo

A mis queridos padres Isabel Romero y Noe Poblano, quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de este camino académico. Su amor, paciencia y sacrificio han sido fundamentales para alcanzar este logro. de todo corazón les doy gracias por el esfuerzo y el amor que me brindaron, creo que jamás me arrepentiré de ser su hija. Los amo infinitivamente.

A mi querida hermana Daniela Poblano, por su apoyo emocional, paciencia y comprensión durante esta etapa crucial de mi vida académica. Tu presencia ha hecho que cada paso de este camino sea más significativo. Gracias por estar conmigo, tu sola presencia alegra el día de cualquiera persona, eres una niña con demasiado potencial y estoy agradecida por ser tu hermana.

A mis amigos de la universidad Rosa, Arturo, Paola y Jared quienes han sido mi sostén emocional y mi fuente de alegría durante estos años. Sus palabras de aliento y compañía han hecho que esta experiencia sea inolvidable, les juro que les guardo un cariño muy especial dentro de mi corazón y que a pesar de todas las adversidades pudimos tener un logro juntos. Gracias por ayudarme dentro de la carrera y fuera de ella, por brindarme su apoyo cuando lo necesite, pero sobre todo por soportarme hablar todos los días de temas rancios. Los quiero.

A mi querida amiga Jacqueline por ser más que una amiga, eres mi hermana elegida y por ser mi fuente constante de inspiración. Tu amistad es un recordatorio diario de lo que significa tener a alguien en quien confiar sin reservas. Haz visto cada faceta de mí que no tengo miedo de nada. Te amo, gracias por estos años de amistad.

Quiero agradecer a todas las personas que estuvieron presentes al inicio de mi carrera universitaria, aunque por circunstancias de la vida no pudieron acompañarme hasta el final. Fueron piezas cruciales en mis comienzos y siempre las recordaré con nostalgia y cariño. Me

habría encantado que estuvieran aquí conmigo al final. Gracias por haber formado parte de mi camino.

A la vida, quiero agradecerte por cada oportunidad, cada lección y cada experiencia que has puesto en mi camino. A través de los altibajos, los momentos de alegría y los desafíos, has sido mi maestra más sabia. Gracias por enseñarme a perseverar, a valorar cada instante y a crecer constantemente. Este logro no solo representa un hito en mi carrera, sino también un testimonio de tu constante enseñanza y bendiciones. Que sigamos caminando juntos con gratitud y esperanza.

"Estamos juntos, somos fuertes, caminamos hacia adelante" – Together Seventeen

"A través de los días agotadores, seguiré hacia mis sueños. Todo esto son pruebas temporales, no lo olvides" – Life Is Still Going On NCT DREAM

## AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, quiero expresar mi profundo agradecimiento por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en sus aulas. Durante mi tiempo aquí, he sido testigo del compromiso con la excelencia educativa y del enriquecimiento cultural que caracteriza a esta institución. Agradezco a todos los profesores, personal administrativo y compañeros que han contribuido a mi desarrollo integral. Llevaré siempre con orgullo el nombre de mi universidad y los valores que he aprendido aquí. ¡Gracias BUAP por ser mi hogar durante estos años!

A mi directora de tesis, Delia Morales Velázquez, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por tu invaluable orientación y apoyo a lo largo de este proceso académico. Tu dedicación, sabiduría y paciencia han sido fundamentales para la realización de este trabajo. Gracias por inspirarme a alcanzar nuevos niveles de excelencia y por creer en mí desde el principio. Este logro no habría sido posible sin tu guía experta y tu constante estímulo. Estaré eternamente agradecida por tu influencia en mi formación profesional y personal. Gracias por todo

A mis asesores por ser mis guías en este viaje de descubrimiento académico. Su compromiso con la excelencia académica y su pasión por la investigación han sido una inspiración constante. Gracias por creer en mí y por compartir su conocimiento con generosidad.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias por ser mi hogar este tiempo y permitir mi desarrollo académico, también porque gracias a esta institución pude conocer a personas increíbles, maestros y compañeros que fueron parte de este viaje.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINAS
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>I. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
3.1. Floricultura en México .....	5
3.2. Liliun .....	6
3.2.1. Origen .....	6
3.2.2. Taxonomía .....	6
3.3. Características botánicas .....	6
3.3.1. Bulbo .....	6
3.3.2. Sistema radicular .....	7
3.3.3. Hojas .....	7
3.3.4. Flores .....	7
3.3.5. Fruto .....	7
3.4. Variedades .....	7
3.4.1. Liliun híbrido asiático .....	7
3.4.2. Liliun híbrido oriental .....	8
3.5. Requerimientos agroclimáticos .....	9
3.5.1. Luz .....	9
3.5.2. Temperatura .....	9
3.5.3. Humedad .....	9
3.5.4. Suelo .....	10
3.5.5. pH .....	10
3.6. Manejo del cultivo .....	10

3.6.1.	Plantación.....	10
3.6.2.	Tutorado.....	11
3.6.3.	Fertilización .....	11
3.7.	Sistemas del cultivo de liliun.....	11
3.7.1.	Sistema de cultivo en invernadero .....	11
3.7.2.	Producción de plantas en maceta bajo invernadero .....	12
3.8.	Sustratos.....	12
3.8.1.	Sustratos orgánicos.....	13
3.9.	Características de los sustratos .....	14
3.9.1.	Propiedades físicas.....	14
3.9.2.	Propiedades químicas.....	15
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
4.1.	Ubicación del experimento .....	16
4.2.	Manejo del cultivo y tratamientos.....	17
4.2.1.	Material vegetal.....	17
4.2.2.	Sustratos orgánicos.....	17
4.2.3.	Diseño experimental.....	18
4.3.	Variables a evaluar.....	20
4.3.1.	Temperatura y humedad.....	20
4.3.2.	Sustrato.....	20
4.3.3.	Desarrollo y crecimiento de la planta.....	22
4.3.4.	Vida florero .....	22
4.4.	Análisis estadístico de los datos.....	22
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÒN.....</b>	<b>23</b>
5.1.	Temperatura y humedad relativa del lugar .....	23
5.2.	Sustratos.....	25
5.2.1.	Potencia de hidrogeno (pH) .....	25
5.2.2.	Conductividad eléctrica.....	27
5.2.3.	Materia orgánica .....	29
5.2.4.	Porcentaje aireación .....	30
5.2.5.	Porosidad.....	30
5.2.6.	Retención de agua .....	31
5.2.7.	Contenido de humedad.....	31
5.3.	Desarrollo de planta .....	32
5.3.1.	Largo de tallo .....	32

5.3.2.	Diámetro de tallo.....	35
5.3.3.	Día a aparición de botones florales .....	36
5.3.4.	Número de botones .....	36
5.3.5.	Longitud de botones.....	37
5.3.6.	Número de botones abiertos.....	38
5.3.7.	Aparición de color.....	38
5.3.8.	Peso de planta.....	38
5.4.	Vida florero.....	39
5.4.1.	Caída de pétalos .....	39
5.4.2.	Marchitez .....	42
5.4.3.	Peso final.....	42
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>44</b>

---

## INDICE DE CUADROS

Contenido	Página
<b>Cuadro 1.</b> Descripción de variedades.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Ingredientes y proporciones para la elaboración de bocashi con estiércol vacuno y equino.....	18
<b>Cuadro 3.</b> Diseño de tratamientos.....	19
<b>Cuadro 4.</b> Cuadros medios de las propiedades fisicoquímicas de la mezcla de sustratos utilizados en lilis cultivadas en invernadero.....	26
<b>Cuadro 5.</b> Propiedades fisicoquímicas de la mezcla de sustratos utilizados en lilis cultivadas en invernadero.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Interacciones fisicoquímicas de sustratos orgánicos antes y después del cultivo de liliun.....	27
<b>Cuadro 7.</b> Interacciones fisicoquímicas de mezclas de sustratos.....	28
<b>Cuadro 8.</b> Interacciones fisicoquímicas de sustratos antes y después del cultivo de liliun.....	28
<b>Cuadro 9.</b> Interacciones fisicoquímicas de mezclas de sustratos antes y después del cultivo de liliun.....	29
<b>Cuadro 10.</b> Análisis medios de variancia del crecimiento y desarrollo de dos cultivares de liliun en mezclas de sustratos orgánicos.....	33
<b>Cuadro 11.</b> Prueba de tuckey del crecimiento y desarrollo de dos cultivares de liliun en mezclas de sustratos orgánicos y variedad.....	34
<b>Cuadro 12.</b> Interacciones de crecimiento y desarrollo de dos cultivares en relación sustrato orgánico y variedad.....	35
<b>Cuadro 13.</b> Interacciones para el crecimiento y desarrollo de dos variedades de liliun en mezclas de sustratos orgánicos y variedad.....	37
<b>Cuadro 14.</b> Análisis medio de varianza de vida florero en dos cultivares de liliun.....	39
<b>Cuadro 15.</b> Prueba tuckey de vida florero en dos cultivares de liliun.....	40

---

<b>Cuadro 16.</b> Interacciones de vida florero en relación con sustratos orgánicos y variedad del cultivo de liliium.....	40
<b>Cuadro 17.</b> Interacciones de vida florero en relación de sustrato base y variedad del cultivo de liliium.....	41
<b>Cuadro 18.</b> Interacciones de vida florero en relación con mezclas de sustratos orgánicos y variedad del cultivo de liliium.....	41

---

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Localización del experimento, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Localidad San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.....	16

## RESUMEN

La producción intensiva de flores ha desplazado el suelo por sustratos inertes mezclados principalmente con tierra de monte y peat moss; sin embargo, no todas las mezclas se han caracterizado si son las adecuadas, solas o mezcladas y menos aún de aquellas obtenidas de la región donde se cultivan. El objetivo fue evaluar sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de *lilium* en maceta, bajo condiciones de invernadero. En bolsas de polietileno negro de 40 x 40 cm. se colocaron mezclas de sustrato A: lombricomposta, bocashi o tierra de monte; con sustrato B: corteza de pino composteada u hormigón, relación 1:1; se sembraron dos variedades de *lilium* híbrido asiático con bulbo calibre 16/18. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial 3 X 2 X 2, 12 tratamientos, 8 repeticiones y una planta como unidad experimental. En suelo se midió pH, conductividad eléctrica, porcentaje de aireación, porosidad, retención de agua, materia orgánica y contenido de humedad; en la planta se midió el largo y diámetro del tallo, días a aparición de botones, número de botones, longitud de botones, número de botones abiertos, aparición de color, peso de la planta; en vida florero se midió días a caída de pétalos, días a marchitez y peso final. Se realizó el análisis estadístico de los datos y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) mediante el paquete estadístico SAS. Tierra de monte presentó el menor pH y conductividad eléctrica; sucedió lo contrario con lombricomposta; corteza de pino composteada registró alto contenido de materia orgánica. La variedad Menton fue más alta y con botones más largos. La mezcla de tierra de monte o bocashi con corteza de pino composteada u hormigón permitieron el mejor crecimiento y desarrollo de las lilis asiáticas Richmond y Menton.

**Palabras clave:** *Lilium* spp., longitud del tallo, longitud de botón, días a aparición de color, vida florero, caída de pétalos.

## ABSTRACT

The intensive production of flowers has displaced the soil with inert substrates mixed mainly with mountain soil and peat moss; However, not all mixtures have been characterized as to whether they are suitable, alone or mixed, and even less so those obtained from the region where they are grown. The objective was to evaluate organic substrates in the growth and development of liliun in pots, under greenhouse conditions. In black polyethylene bags of 40 x 40 cm. Mixtures of substrate A were placed: vermicompost, bocashi or mountain soil; with substrate B: composted pine bark or concrete, 1:1 ratio; Two varieties of asian hybrid liliun with 16/18 caliber bulbs were planted. The experimental design was completely randomized with a 3 X 2 X 2 factorial arrangement, 12 treatments, 8 repetitions and a plant as experimental unit. In soil, pH, electrical conductivity, aeration percentage, porosity, water retention, organic matter and moisture content were measured; in the plant, the length and diameter of the stem, days to appearance of buds, number of buds, length of buds, number of open buds, appearance of color, weight of the plant were measured; in vase life, days to petal fall, days to wilting and final weight were measured. Statistical analysis of the data was performed and the means of the treatments were compared with the Tuckey test ( $P \leq 0.05$ ) using the SAS statistical package. Mountain soil presented the lowest pH and electrical conductivity; the opposite happened with vermicompost; composted pine bark recorded high organic matter content. The Menton variety was taller and had longer buttons. The mixture of mountain soil or bocashi with composted pine bark or concrete allowed the best growth and development of the Richmon and Menton asian lilies.

Keywords: *Lilium* spp., stem length, bud length, days to color appearance, vase life, petal fall

## I. INTRODUCCIÓN

Lilium es una de las flores de bulbo más importantes del mundo, Holanda produce cada año decenas de millones de bulbos de esta flor y posee el monopolio para la producción con diferentes propósitos, como flores de corte, producción en maceta o jardinería; enviando material germinativo a Chile y este a su vez exporta los bulbos a los EE. UU. para su distribución (Facchinetti y Marinangeli, 2008). México ocupa el undécimo lugar en demanda y el segundo lugar en producción con una superficie sembrada de 250,50 ha para flor de corte, 6,10 ha para maceta, con una producción de 721 455,50 gruesas; y 920 273,00 para maceta; concentrándose la mayor producción en el estado de México (SIAP, 2018).

Las flores se encuentran disponibles todo el año y existe una gran variedad de colores que se obtienen al cruzar especies asiáticas y orientales (Streck y Schuh, 2005; Álvarez-Herrera y Fischer, 2008). La floricultura es una práctica ancestral que se ha desarrollado en diferentes sistemas de producción; los sectores intensivos impulsaron la producción en contenedores y materiales diversos, conocidos como sustratos, desplazando la producción tradicional en suelo. Los sustratos más utilizados se importan (peat moss y vermiculita), por lo cual los costos de inversión son altos, y algunos pueden no estar disponibles en cierto momento (Abad *et al.*, 2004).

La corteza de pino compostada es comúnmente empleada en la elaboración de sustratos orgánicos (Burés, 1997). Sin embargo, por sí sola no proporciona todas las condiciones necesarias para el adecuado crecimiento de las plantas, por lo que se combina con otros ingredientes. Estos incluyen fertilizantes orgánicos derivados de residuos domésticos, así como fertilizantes procedentes de estaciones de reciclaje y otros residuos de fácil acceso (Guerrero *et al.*, 2002).

La tierra de monte como sustrato principal ha causado una extracción irracional de este recurso, causando pérdida de la productividad del suelo en áreas donde se ubican terrenos forestales (Acosta y Fernández, 2009).

Los costos elevados de los sustratos, la preocupación creciente por el deterioro de los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos naturales propician la búsqueda constante de sustratos alternativos, que cumplan con las funciones de sostén y nutrición, y que sean

materiales disponibles, económicos y no dañen el ambiente. En los años ochenta se diversificaron los sustratos y emergieron residuos y subproductos, como la fibra de coco (Urrestarazu, 2013).

En los principales estados productores de ornamentales se usan sustratos inertes mezclados con tierra de monte y peat moss generalmente en una relación 1:1 y en el resto de los estados de la República utilizan, además de los mencionados, sustratos de la región solos o en combinación (Benitez *et al.*, 2014).

Las aportaciones de los residuos orgánicos como sustratos para producir plantas de ornato son diversas, como la presencia de nutrimentos de absorción fácil por la planta, reguladores de crecimiento, microorganismos que facilitan la absorción de nutrimentos y son medio de crecimiento de organismos controladores de patógenos para las plantas. Sin embargo, son heterogéneos e inestables por lo que se deben ampliar estudios en base a las proporciones a utilizar durante el desarrollo de cada cultivo (Abad *et al.*, 2004).

Además, en ocasiones un material orgánico por sí mismo no cumple o no propicia las condiciones de crecimiento para un adecuado desarrollo en la planta, por lo que hay necesidad de realizar mezclas con materiales inorgánicos (Buyatti, 2000), para obtener mejores condiciones de crecimiento (Baumgarten, 2008).

La mezcla de la mayoría de los materiales inorgánicos con orgánicos juega un papel importante en la obtención de uno nuevo, dado que la materia orgánica es un componente activo y su incorporación en el sustrato inorgánico mejora el espacio poroso, incrementa la retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico (Moreno-Alvares, 2002). La caracterización física, química e incluso biológica de los sustratos es necesaria para determinar si son los adecuados, solos o mezclados (Valenzuela *et al.*, 2014). En América Latina, los estudios con sustratos no convencionales para la floricultura se basan en las características de las plantas y en menor grado en la calidad de los sustratos (SAGARPA, 2013).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de *Lilium* en maceta, bajo condiciones de invernadero

## I. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

- Evaluar sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de liliium en maceta, bajo condiciones de invernadero.

### 2.2. Objetivos específicos

- Determinar características físicas y químicas de los sustratos orgánicos que inciden en el crecimiento y desarrollo de liliium en maceta, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar variables físicas del crecimiento y desarrollo de la planta de liliium cultivada en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero
- Determinar vida florero de liliium cultivada en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero

## II. HIPÓTESIS

Los sustratos con corteza de pino composteada beneficiarán el crecimiento y desarrollo de la planta de liliun; así como la vida florero.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Floricultura en México

La producción y comercialización de flores de corte es una actividad económica que se desarrolla en cerca de 150 países alrededor del mundo. En México, la floricultura se considera una de las actividades del sector agrícola, que genera altos ingresos, pero menor productividad en comparación con los cultivos tradicionales (Klock, 2011).

De acuerdo con Sagarpa en 17 estados del país se destinan 18 mil 70 hectáreas al cultivo de flores; los principales estados productores son Estado de México, Morelos, Puebla, Sinaloa y Baja California. las principales especies producidas en las distintas regiones son: gladiola, crisantemo, rosas y clavel con una alta tasa de crecimiento en los últimos años de lirios, gerberas y tulipanes con un material vegetativo (bulbo, plántula, semillas, esquejes). En promedio el 90% de la producción se destina al mercado interno y solo el 10% al externo, siendo Estados Unidos el principal con 93.7 %. En México, los cultivos de flores ocupan alrededor de 0.5% de superficie agrícola (en 1997 se sembraron 13,851 ha), no obstante, su participación en el valor agrícola nacional ha ido en crecimiento simultáneamente con las hortalizas (AGEXPORT, 2016).

Entre 1980 y 1990, la floricultura en México siguió expandiéndose: de 3,000 a 13,000 hectáreas bajo cultivo, y con un esfuerzo por fortalecer la plataforma exportadora. Durante estos años, el valor de la producción en México y el estado de Morelos fue considerable (Chauvet y Massieu, 2000). La producción de flores para exportación representó el 10 por ciento de las 8.416 hectáreas de flores y plantas sembradas en el país durante 1990-1998, generando un ingreso anual promedio de US \$20,3 millones (Klock, 2011).

México participa con el 1% en el mercado mundial de flores, en contraste con Holanda que participa con 70% y Colombia con 9.2%. Más del 90% de la producción nacional se cultiva a cielo abierto en áreas menores de 2 ha, en condiciones precarias de control fitosanitario, tecnología atrasada, genotipos escasos, baja calidad, comercialización, manejo y transporte deficientes (Ramirez *et al.*, 2010).

## **3.2.Lilium**

### **3.2.1. Origen**

El lilium es un género de plantas herbáceas bulbosas de la familia de las liliáceas, conocidas en algunos países como lirios o azucenas. El género incluye alrededor de 115 especies, de las cuales se distribuyen zonas templadas como Eurasia y América del norte, siendo más de 60 especies viven en Asia (SIAP, 2018).

Las características de las diversas variedades en los diferentes colores de las flores, el fácil periodo de floración y el largo proceso de floración hacen de esta flor un producto con alta competitividad dentro de otras especies (Herrerros, 1983).

### **3.2.2. Taxonomía**

Como menciona Francescangeli y Marinangeli (2018), el lilium sp., posee a la siguiente posición taxonómica:

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Subfamilia: Lilioideae

Género: Lilium

Especie: Lilium

## **3.3. Características botánicas**

### **3.3.1. Bulbo**

El bulbo de una planta se estructura en una base compuesta por escamas que en realidad son hojas modificadas. Su principal función radica en almacenar reservas de alimento, esenciales para el desarrollo y la floración. Normalmente, el bulbo genera un solo tallo floral, que puede ramificarse dependiendo de la especie y las condiciones de crecimiento. Esta estructura permite a la planta concentrar energía y nutrientes para la producción de flores y

semillas, asegurando así su ciclo reproductivo y su capacidad de propagación. La formación del bulbo es un proceso adaptativo que le confiere a la planta la capacidad de sobrevivir en condiciones adversas al almacenar nutrientes y agua durante períodos de inactividad o sequía, y luego utilizar estas reservas para un crecimiento vigoroso durante las estaciones favorables (Tuyl, 2016).

### **3.3.2. Sistema radicular**

El sistema radicular consiste en un bulbo escamoso con un disco en la base en el que se insertan escamas carnosas, que son hojas adaptadas para almacenar agua y otras sustancias de reserva. El cogollo basal es del tipo escamoso, que durante la germinación se encargará de la información del tallo, y al final del crecimiento se producirá una inflorescencia (Laurent 2006).

### **3.3.3. Hojas**

El *lilium* sp. tiene hojas lanceoladas, generalmente de color verde oscuro de varios tamaños entre 10 a 15 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho según la especie son torcidas, sésiles o pedúnculos; las hojas basales son pubescentes o lisas (Infoagro, 2007).

### **3.3.4. Flores**

El *lilium* sp. tiene flores al final del tallo, son grandes; sus sépalos y pétalos forman unas inflorescencias que consta de seis sépalos extendidos o curvos, lo que le da a la flor una apariencia de lirio, turbante o cuenco, y puede ser erecta o caída, en cuanto al color está representado por diversas variedades con predominio del blanco, rosa, rojo, amarillo y sus combinaciones de distintos colores (Bañón *et al.*, 1993).

### **3.3.5. Fruto**

Aparece como una cápsula de tres cámaras con dehiscencia loculicida independiente y normalmente produce alrededor de unas 200 semillas aplanadas y aladas (Bañón *et al.*, 1993).

## **3.4. Variedades**

### **3.4.1. *Lilium* híbrido asiático**

Tienen un ciclo de cultivo más corto (a partir de 50 días dependiendo la fecha de siembra). El tamaño del bulbo es a partir de 10 a 16 cm, las flores son pequeñas, pero contienen más cogollos que las plantas orientales con crecimiento recto en lugar de no colgante. El color de los pétalos es extenso a excepción del color azul, tiene una pequeña circunferencia de flor, la

capacidad de crecer durante todo el año y desarrollarse en una cubierta de plástico, entre las variables más importantes se encuentran (Bañón *et al.*, 2000).

- Dreamland: es una variedad de color amarillo oscuro de unos 90 cm de altura y un tallo vigoroso.
- Compás: cuenta con un color anaranjado intenso con clima mediterráneo, largo de tallo de uno 85 cm con un número de botones florales de 5 a 10 dependiendo al perímetro del bulbo.
- Ercolano: color blanco, periodo de crecimiento 80 – 90 días con numero de botones florales entre 2 – 4, no sensible a quemaduras de sol.
- Indian summerset: color rosa cereza, periodo de crecimiento 80 – 90 días, altura de 80 cm.
- Menton: color naranja, periodo de crecimiento 80 – 90 días, altura entre 90 100, numero de botones florales máximo 4.
- Pavia: color amarillo, periodo de crecimiento 90 – 100 días, crecimiento hacia arriba y una altura de 130 – 140 cm.
- Elite: presenta un brillante color anaranjado. cuenta con un tallo largo y vigoroso, además de una flor grande.

### **3.4.2. Lilium híbrido oriental**

Las flores son grandes y muy coloridas, la forma de los pétalos es muy atractiva, despidiendo un agradable aroma, son pobres en tolerancia a la luz, sus desventajas incluyen un menor tiempo de producción, menor variedad de flores, fácil manejo y son mucho más susceptibles a enfermedades, dentro de las variedades más destacadas se encuentran las siguientes (Ortiz, 2013).

- Lilium Stargazer: es un híbrido desarrollado con una altura de al menos 90 cm en la que encontramos una flor muy perfumada.
- Lilium Lancifolium: es una variedad con una altura mayor a los 120 cm, además de ser muy vigorosa.
- Lilium Orientales: se destaca por su brillante color rosado y fragante aroma. alcanza una altura entre 90 a 120 cm y necesita suelos neutros o ligeramente ácidos.

- **Lilium Malesco:** es un lilium de porte entre 100 a 110 cm de altura con un periodo de crecimiento de 80 a 90 días, contienen una posición floral hacia arriba, fuerza del tallo normal y es adaptable a cualquier tipo de suelo.

### **3.5. Requerimientos agroclimáticos**

#### **3.5.1. Luz**

La luz juega un papel crucial en el crecimiento del lilium, incluyendo su floración. Esta planta es conocida por ser sensible al fotoperiodo, necesitando un período de luz prolongado para desarrollarse y florecer adecuadamente. La cantidad de luz que recibe en el invernadero varía según la época y la variedad, lo cual afecta significativamente su desarrollo y producción (Schiappacasse, 1999).

Un exceso de luz puede causar decoloración de los colores y provocar que los tallos sean demasiado cortos en variedades de bajo crecimiento, especialmente en los del grupo speciosum, que son más sensibles a este fenómeno. Entre los híbridos asiáticos, se observa que aquellos con un ciclo de cultivo más largo suelen ser más exigentes en este aspecto (Bañón, 2000).

#### **3.5.2. Temperatura**

La temperatura tiene una influencia decisiva en el rendimiento de lilium, a medida que aumentan las temperaturas, el ciclo se acorta, pero esto también puede provocar un aumento en el porcentaje de tallos sin botones florales, especialmente si este aumento de temperatura coincide con días cortos de invierno. La temperatura óptima es de 12 a 15 ° C (Herreros, 1983).

#### **3.5.3. Humedad**

La humedad relativa favorable oscila entre el 75 y 80 %. Es fundamental evitar fluctuaciones y cambios bruscos en la humedad ambiental, ya que estos pueden provocar estrés en las plantas. Este estrés puede manifestarse en forma de quemaduras, especialmente en cultivares sensibles, como los híbridos asiáticos. Mantener condiciones estables de humedad no solo ayuda a prevenir daños directos a las hojas y flores, sino que también favorece un crecimiento saludable y un desarrollo robusto de las plantas (Rojas, 2000).

#### **3.5.4. Suelo**

Los lilium pueden crecer en cualquier tipo de suelo siempre que tengan suficiente profundidad de raíces, pero es muy importante plantarlos en suelos que contengan una buena aireación y estructura, lo que significa un buen drenaje durante todo el cultivo. no debe haber demasiada agua alrededor de las raíces ya que inmediatamente tendrá problemas de enfermedades (Salinger, 1991).

#### **3.5.5. pH**

El pH óptimo varía según la variedad del lilium: debe mantenerse entre 5,5 y 6,5 para las variedades orientales, y entre 6 y 7 para las asiáticas. Los suelos con pH bajo pueden corregirse relativamente fácilmente mediante el encalado, pero los suelos con pH muy alto, por encima de 7, pueden causar problemas severos de nutrición. Un pH adecuado es crucial para el desarrollo de las raíces y la absorción eficiente de nutrientes. Sin embargo, un pH muy bajo puede llevar a una absorción excesiva de manganeso, aluminio y hierro, mientras que un pH alto puede resultar en una absorción insuficiente de fósforo, magnesio y hierro (Ortiz, 2013).

### **3.6. Manejo del cultivo**

#### **3.6.1. Plantación**

Herreros (1983), menciona que las camas deberán tener de 1 a 1,10 m de ancho y los pasillos de 45 a 50 cm. los bulbos se deben de plantar nada más recibirse o mantenerse en cámara frigorífica a 2 °C; de lo contrario, empezarán a brotar perjudicando la plantación.

Es muy importante que antes de plantar se desinfecte los bulbos contra Pythium y Fusarium. esta desinfección se puede hacer introduciéndolos durante quince a treinta minutos en una solución con 1,5 y 3 gramos por litro de tiram y benomilo. Además de la desinfección, esta inmersión es muy necesaria para que se hidrate el bulbo. La densidad de plantación depende principalmente del tamaño de los tubérculos, aunque se puede tener en cuenta la variedad y el tiempo de crecimiento. Por lo general, se plantan de 35 a 55 bulbos por m<sup>2</sup>. para flores de corte, los bulbos se colocan en camas planas a una profundidad de 6 a 8 cm en invierno y de 8 a 10 cm en verano. Esto se debe a que el crecimiento de las plantas depende en gran medida de las raíces que se forman en la parte subterránea del tallo, entre el bulbo y

la superficie del suelo, que proporcionan agua y nutrientes (Francescangeli y Marinangeli, 2018).

### **3.6.2. Tutorado**

Es recomendable usar tutores en el cultivo para evitar romper o deformar el tronco al tumbarse. Para ello se utilizan rejillas para cubrir las mesas en la orientación vertical y puede ser metálicas o plásticas para ahorrar dinero, se pueden instalar cercas móviles para que se puedan elevar gradualmente hasta la altura que vaya adquiriendo la planta (IBC, 1998).

### **3.6.3. Fertilización**

Se fertiliza según los datos del análisis del suelo, especialmente la salinidad y el valor del pH. los elementos básicos como el fósforo, potasio, boro, magnesio se aplican en dosis medias, como en el caso de la papa, antes de la siembra como fertilizante del sustrato, ya que los lilium no es un gran consumidor del fósforo y potasio. De esta forma se introduce fósforo al 100 % en forma de fosfato dicálcico debido al exceso de flúor presente en el superfosfato, ya que los lilium son muy sensibles a este elemento. El potasio (K), idealmente a base de sulfato, el boro (B) en base a boronatrocalcita, el azufre en forma de azufre elemental o sulfato de potasio, y el magnesio (Mg) en forma de Sulpomag u óxido de magnesio. Para completar la fertilización, el nitrógeno (N) se aplica sin importar si el análisis de suelo indica que es alto o bajo en este elemento. Se fertiliza 3 semanas después de la siembra con nitrato de potasio, parcialmente regado o dejado secar (Ortiz, 2013).

## **3.7. Sistemas del cultivo de lilium**

El cultivo de lilium generalmente se realiza en invernaderos de plástico o cristal directamente en el suelo, así como en cajas o macetas; de esta forma, no están sujetos a los efectos negativos del clima dándose la oportunidad de cultivar durante todo el año la capacidad de plantar lilium en campo abierto existe solo en regiones con un clima favorable (IBC, 1998).

### **3.7.1. Sistema de cultivo en invernadero**

El cultivo en invernadero se caracteriza por altos rendimientos y grandes inversiones, así como por una alta especialización del producto. Por lo tanto, debe iniciarse en las mejores condiciones. por ello, un invernadero es una estructura estable que le permite mirar el régimen de temperatura de los cultivos. Esto es diferente a un túnel que también protege al

cultivo, pero en ese caso no es una estructura estable, si no una estructura temporal (Chahín *et al*, 2007).

### **3.7.2. Producción de plantas en maceta bajo invernadero**

La producción de plantas ornamentales en macetas bajo invernadero se considera una de las actividades más importantes donde se requiere atención a cada uno de los procesos técnicos involucrados (Jiménez y Caballero, 1990).

Otro uso de los liliium es crecer en maceras para decorar casas, balcones, jardines. Hasta hace poco, los liliium se utilizaban únicamente como flor de corte. Hoy en día existe una gran variedad de liliium de vida corta obtenidos mediante mejoramiento genético. A las plantas todos los meses del año, cuando muchas variedades no necesitan utilizar reguladores de crecimiento, plantar flores no es muy diferente a cultivas flores de corte (Cabrera, 1999).

### **3.8. Sustratos**

Los sustratos pueden ayudar a intensificar la producción y, por tanto, a obtener altos rendimientos de los cultivos, especialmente en lugares con condiciones más desfavorables, ya que están diseñados para proporcionar a las plántulas soporte físico, así como aire, agua y nutrientes para una actividad radicular saludable (Pire y Pereira, 2003).

Los sustratos para plantas de ciclo corto y ciclo largo presentan variaciones distintas. Cada vez es más crucial que el sustrato no se deteriore física o químicamente cuanto más tiempo vaya a estar la planta en un contenedor. Si el cultivo se realiza al aire libre o en invernadero es otra cuestión que afecta al sustrato a utilizar. El cultivo al aire libre, que es vulnerable a la influencia del viento, emplea sustratos más pesados, además de las distintas tasas de transpiración para evitar que el contenedor se incline (Masaguer, 2006).

dentro de los tipos de sustratos más destacables podemos encontrar (Masaguer, 2006).

- Sustratos para multiplicación: es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua y elementos nutritivos, y de aireación suficiente al mismo tiempo. Para ello los sustratos de multiplicación se suelen basar en mezclas de turba rubia y negra.
- sustratos para hidroponías: los sustratos más introducidos son la perlita, lana de roca o la arena.

### **3.8.1. Sustratos orgánicos**

El concepto de sustrato orgánico se aplica a un grupo muy amplio de materiales sólidos y que a su vez se subdividen en (Escobar, 1997):

- de origen natural: se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica como lo son las turbas.
- materiales de síntesis: como los polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química, por ejemplo, espuma de poliuretano.
- residuos: este tipo de materiales deben de pasar principalmente por un proceso de compostaje para su adecuación como sustratos.

#### **3.8.1.1. Lombricomposta**

La lombricultura es una tecnología que utiliza unas especies de lombrices domesticados como una herramienta de trabajo, procesa todo tipo de materia orgánica y como resultado se obtiene a lo que se le conoce como humus. El cultivo de lombrices es un negocio en crecimiento y será el más rápido y eficiente en el futuro. Originarios de Eurasia en California, las lombrices rojas se cultivan ampliamente desde la década de 1950 en California y se utilizan en más del 80% de los criaderos del mundo, lo que los convierte en la especie más cultivada en el mundo, gracias a su resistencia, tolerancias ambiental y fertilidad (Escobar, 1997).

#### **3.8.1.2. Bocashi**

El bocashi es un fertilizante orgánico que los agricultores japonese han utilizado durante muchos años como un mejorador del suelo, gracias al aumento de la diversidad microbiana que produce mejorando las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y proporciona nutrientes para el crecimiento de las plantas (Gruda y Schnizler, 2001).

#### **3.8.1.3. Corteza de pino**

La corteza de pino como sustrato aumenta su densidad, porosidad, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y pH que le proporcionan características distintas de desarrollo y crecimiento a la planta, siempre y cuando este composteada (Burés, 1997).

#### **3.8.1.4. Tierra de monte**

El suelo forestal es uno de los sustratos más utilizados para la producción de plantas en el centro de México debido a sus propiedades físicas, disponibilidad y bajo costo (Bastida-Tapia, 2002).

La principal desventaja de este recurso es que su extracción tiene un impacto negativo en el medio ambiente, principalmente en la vegetación y el suelo del ecosistema forestal, por lo que es necesario buscar materiales alternativos para preparar el sustrato (Acosta *et al.*, 2007).

### **3.9. Características de los sustratos**

La densidad real y aparente, la distribución del tamaño de las partículas, la aireación, la retención de agua, la porosidad, el tamaño y la distribución de los poros y la estabilidad son las principales propiedades físicas de un sustrato que se examinan. La capacidad de intercambio catiónico, el pH, el contenido nutricional y la relación carbono/nitrógeno son las características químicas más significativas (Pire y Pereira, 2003).

#### **3.9.1. Propiedades físicas**

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son (Pastor, 1999).

- Densidad real y aparente: La densidad aparente de un sustrato es la relación entre el peso seco de dicho sustrato y el volumen que ocupa en condiciones de cultivo.
- Distribución granulométrica: se componen de fragmentos de diversos tamaños. En función de la distribución porcentual de cada una de las gamas de tamaños en que se clasifican las partículas, las características físicas de un sustrato pueden variar con frecuencia de forma significativa.
- Porosidad y aireación: Es la parte del volumen del sustrato que no está llena de sólidos. El aire y el agua están presentes en este volumen en forma de macroporos y microporos, respectivamente.
- Capacidad de absorción: Este dato se utiliza muy poco en la caracterización de las propiedades físicas de los sustratos.
- potencial de agua: El agua es retenida en los poros del sustrato o del suelo con una cierta fuerza o tensión.

### **3.9.2. Propiedades químicas**

La capacidad de intercambio catiónico y función de la fertilización utilizada, niveles suficientes de nutrientes, baja salinidad, elevada capacidad de tampón y pH ligeramente ácido (Masaguer, 2006).

Badaya (2006) indica que las propiedades químicas del sustrato son importantes, ya que de ellas dependerá en gran medida la disponibilidad de nutrientes. Dependiendo del pH del sustrato. Los iones de un determinado mineral estarán disponibles en mayor o menor medida así, por ejemplo, con un pH bajo, casi no hay iones de calcio, azufre y potasio, y a pH alto, casi no hay iones de fósforo, hierro, manganeso, zinc, etc. Por otras razones, el pH del sustrato debe ser alrededor de 6.5 ya que este es claramente el punto máximo de nutrientes disponibles.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó en un invernadero de 200 m<sup>2</sup> en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicada en San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla (Figura 1), con coordenadas 19°52'33.3" Latitud Norte y 97°21'38.1" Longitud Oeste a una altura de 1676 msnm (INEGI, 2010).



**Figura 1. Localización del experimento, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.**



**Localidad San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.**

## 4.2. Manejo del cultivo y tratamientos

### 4.2.1. Material vegetal

Para el experimento se utilizaron dos variedades de liliun híbrido asiático con bulbo calibre 16/18 con un periodo de crecimiento de 80 a 90 días, las cuales se describen a continuación (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Descripción de variedades**

VARIEDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
RICHMOND	Color blanco, periodo de crecimiento 80 – 90 días con número de botones florales entre 2 – 4, no sensible a quemaduras de sol.	
MENTON	Color Salmon, periodo de crecimiento 80 – 90 días con numero de botones florales entre 3 – 5, sensible a quemaduras del sol.	

Fuente: elaboración propia

### 4.2.2. Sustratos orgánicos

Se utilizaron sustratos de lombricomposta, bocashi y tierra de monte en combinación con corteza de pino composteada y hormigón.

El sustrato de lombricomposta se obtuvo del módulo de lombricomposta de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.

Para la elaboración de bocashi, se mezclaron los siguientes ingredientes (Cuadro 2) en seco: suelo, estiércol, paja, ceniza y cal para posteriormente incorporar el azúcar y la

levadura, agregando el agua finalmente de tal manera que se llegue a un 70% de humedad. Para verificar la humedad se utilizó a prueba de puño, tomando una parte de bocashi en la mano y haciendo un puño, de tal manera que al abrir la mano el bocashi forme un rollito y no se pegue y no escurra. Cada tercer día por dos meses se le dio la vuelta a la mezcla con ayuda de herramientas para disminuir la temperatura y homogenizar la descomposición volviendo a cubrir con el plástico al final del trabajo.

**Cuadro 2. Ingredientes y proporciones para la elaboración de bocashi con estiércol vacuno y equino.**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Suelo	240 kg
Estiércol vacuno	180 kg
Paja maíz y avena	18 kg
Ceniza	15 L
Cal	12.5 kg
Azúcar	1.500 kg
Levadura	0.225 kg
Agua	La necesaria

Fuente: Elaboración propia

La tierra de monte se obtuvo del bosque aledaño a la Facultad, la corteza de pino se obtuvo de un vivero ubicado en la comunidad de Atoluca y se utilizó hormigón comercial.

El sustrato se colocó en bolsas de polietileno negro calibre 700, con capacidad de 15.14 L. de 40 x 40 cm.

#### **4.2.3. Diseño experimental**

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con arreglo factorial 3 X 2 X 2, con 12 tratamientos y 8 repeticiones, utilizando una planta como unidad experimental; con un total de 96 plantas (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Diseño de tratamientos**

TRATAMIENTOS	Mezcla de Sustratos		Variedad
	Sustrato A	Sustrato B	
			Richmond
1	Lombricomposta	Hormigón	
2			Menton
	Lombricomposta	Hormigón	
3	Lombricomposta	Corteza de pino compostada	Richmond
4			Menton
	Lombricomposta	Corteza de pino compostada	
5	Bocashi	Hormigón	Richmond
6	Bocashi	Hormigón	Menton
7	Bocashi	Corteza de pino compostada	Richmond
8	Bocashi	Corteza de pino compostada	Menton
9	Tierra de monte	Hormigón	Richmond
10	Tierra de monte	Hormigón	Menton
11	Tierra de monte	Corteza de pino compostada	Richmond
12	Tierra de monte	Corteza de pino compostada	Menton

### **4.3. Variables a evaluar**

#### **4.3.1. Temperatura y humedad**

Se registró la temperatura y humedad relativa dentro del invernadero durante todo el experimento, utilizando un datalogger Extech instruments, registrando los valores para la temperatura en °C y humedad relativa en porcentaje.

#### **4.3.2. Sustrato**

Antes de la siembra de los bulbos de lilis y después del corte de las mismas, se tomaron muestras de la mezcla de sustratos utilizados para medir el potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (C.E) y materia orgánica (M.O) y contenido de humedad, de acuerdo con los procedimientos descritos en la NOM-021-RECNAT-2000. También se determinó el porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible.

##### **4.3.2.1. Potencial de hidrógeno (pH)**

Se colectó una muestra de 20 g del sustrato y se agregaron 20 mL de agua des ionizada, se agitó en intervalos de 15 minutos hasta completar una hora y se dejó reposar cinco minutos, se tomó la lectura con un potenciómetro CORNINH pH meter 445, mediante la inmersión del electrodo.

##### **4.3.2.2. Conductividad eléctrica**

Se determinó con la misma solución usada para medir el pH, de igual forma con un potenciómetro CORNINH pH meter 445, mediante la inmersión del electrodo este arrojará la lectura en desi Siemens m-1

##### **4.3.2.3. Materia orgánica**

En un crisol se colocaron 10 g de sustrato y se introdujo en una mufla durante una hora a 450°C, posteriormente se esperó a que se enfriará en un desecador durante 30 minutos, se pesó nuevamente y se obtuvo el porcentaje de materia orgánica con la ecuación:

$$\%M.O.= (\text{peso final del sustrato} * 100) / (\text{Peso del sustrato sin calcinar}).$$

##### **4.3.2.4. Porcentaje de porosidad, aireación, retención de agua y agua disponible**

Se utilizó la metodología empleada por Vence y Martínez (2008), se llenaron vasos de capacidad de 1 L con los diferentes sustratos a evaluar y posteriormente se agregó agua con una probeta hasta llegar a un punto de saturación, registrando el volumen empleado para

determinar el % de porosidad, se consideró el volumen del vaso como 100% y el agua agregada como el equivalente a la porosidad:

Volumen del vaso ---- 100%

Volumen de agua usado ---- X (porosidad)

Después de registrada la porosidad, se perforó la parte inferior del envase y se midió con una probeta el volumen de agua drenado por el aire, obteniendo el porcentaje de aire del sustrato.

Volumen del vaso ---- 100%

Volumen de agua drenado ---- X (aire en el sustrato)

Para determinar la capacidad de retención y el agua fácilmente disponible para la planta se realizaron los siguientes cálculos:

Vol. De agua agregada-Vol. De agua drenada = Vol. De agua retenida

Volumen del vaso ---- 100%

Volumen de agua retenida ---- X (% de retención)

El agua fácilmente disponible para la planta equivalió a la mitad del porcentaje de aireación del sustrato.

#### **4.3.2.5. Contenido de humedad**

Se lavaron y limpiaron perfectamente botes de aluminio con tapa y se introdujeron a la estufa durante 8 horas a una temperatura de 105°C, posteriormente se registró el peso y se volvió a introducir a la estufa hasta que se logró un peso constante, todo esto previo al enfriamiento de los botes que se colocaron en el desecador. Este fue el peso del bote (PB). Se pesaron los botes de aluminio con tapa, se colocaron 50 g del sustrato de cada tratamiento y se pesó el bote con el sustrato húmedo (PB + Psh). Se destapo el bote con el sustrato húmedo, se colocó la tapa en la parte inferior y se introdujo a la estufa a una temperatura de 105°C. Después de 24 horas se sacó el bote de la estufa, tapa y se colocó en el desecador de vacío hasta que se enfrió, se pesó el bote con la muestra seca (PB + Pss). Se volvió a introducir el bote a la estufa y una hora después se sacó, se dejó enfriar en el desecador y se

pesó; se repitió este procedimiento hasta obtener el peso constante. Con los datos obtenidos en el procedimiento se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%g = ((PB + Psh) - (PB + Pss)) / ((PB + Pss) - PB) * 100$$

### **4.3.3. Desarrollo y crecimiento de la planta**

#### **4.3.3.1. Largo del tallo**

En cada vara se midió la altura del tallo en cm.

#### **4.3.3.2. Diámetro de tallo**

Se midió el grosor del tallo en la parte de unión bota – tallo y en la parte media de este con una cinta métrica, los datos fueron expresados en mm.

#### **4.3.3.3. Longitud de botones por planta**

Se seleccionaron 2 botones por cada vara, colocando una marca con cinta para identificarlos con un número de referencia. Cada botón se midió con ayuda de un vernier, los datos fueron expresados en cm.

#### **4.3.3.4. Días de aparición de botones florales**

Se contabilizaron desde la fecha de siembra hasta la aparición de los primeros botones florales.

### **4.3.4. Vida florero**

Se cortaron ramas con botones florales presentando la coloración característica de la variedad y se trasladaron al laboratorio para evaluar días a caída de pétalos, días a marchitez y peso final.

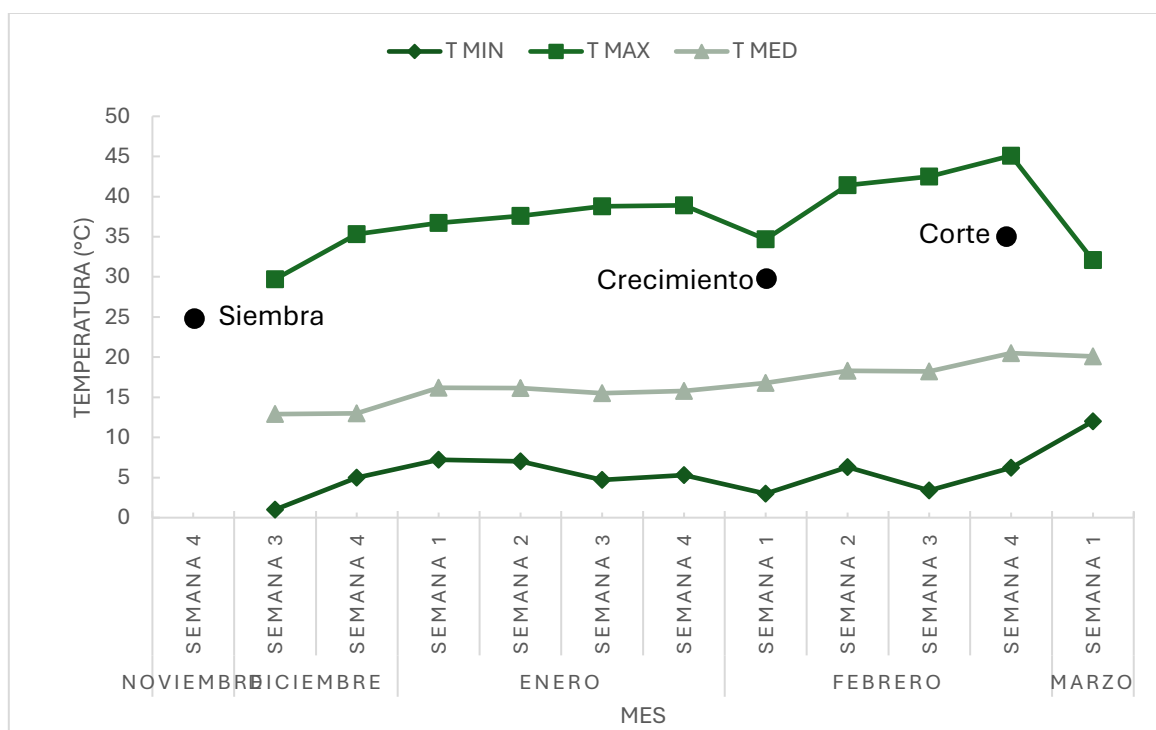
## **4.4. Análisis estadístico de los datos**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2 x 2 y las medias de los tratamientos se comparó con la prueba de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) mediante el paquete estadístico SAS.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

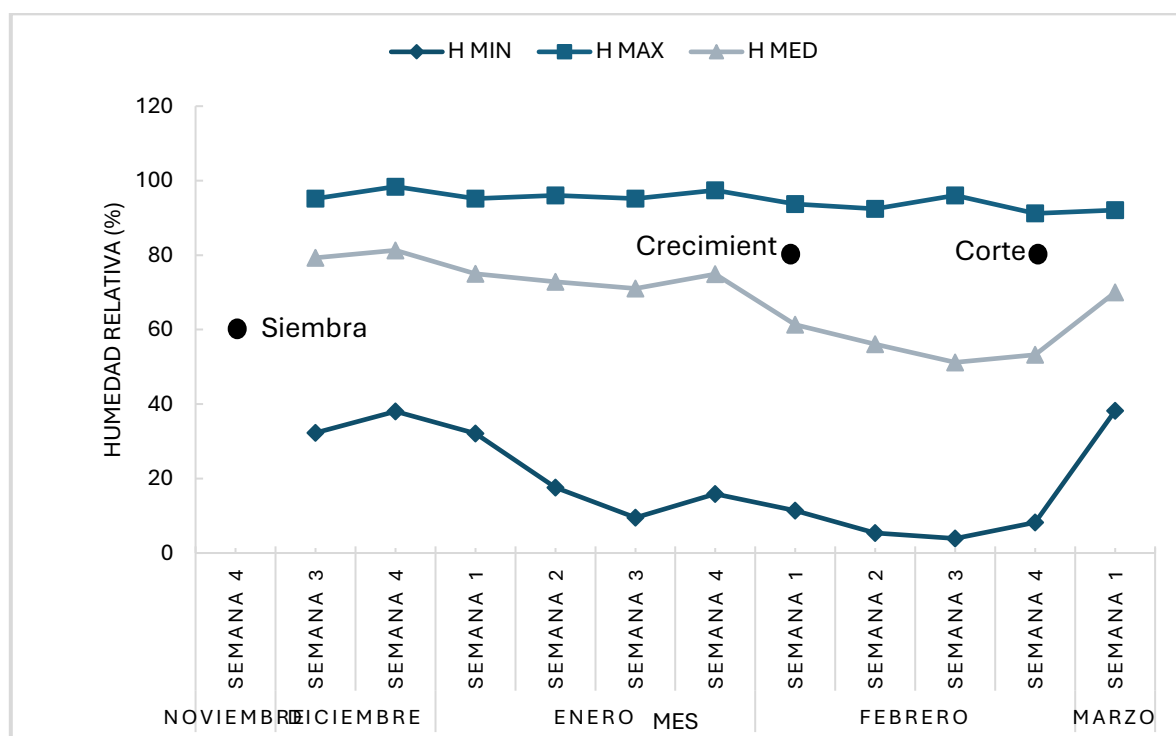
### 5.1. Temperatura y humedad relativa del lugar

La fase el crecimiento de las dos variedades de lilis ocurrió a una temperatura promedio fue de 14.75 °C y el desarrollo a 18.2 °C (Figura 2); registrándose la temperatura más baja (1 °C) en el mes de diciembre y la más alta (45.1 °C) en el mes de febrero. De acuerdo con Bañon *et al.* (1993), la temperatura adecuada para el desarrollo de estas plantas está en función de la época de plantación y la variedad; señalando temperaturas nocturnas máximas y mínimas de 18 °C y 10 °C; y diurnas de 20 a 25 °C (Infoagro, 2024), siendo más sensibles los cultivares orientales que los asiáticos; y a -2 °C la planta se congelan y muere. En relación con lo anterior, se puede mencionar que las lilis Richmond y Menton durante su crecimiento y desarrollo se encontraron en los intervalos señalados por el autor.



**Figura 2. Temperatura durante el crecimiento y desarrollo de lilis cultivadas en invernadero.**

La humedad relativa que predominó durante la etapa de crecimiento fue de 75.8 % y durante el desarrollo fue de 61.1 %, registrándose el contenido de humedad menor (9.5%) y mayor (97. %) en el mes de enero (Figura 3). Bañon *et al.* (1993), mencionan en el cultivo de lilis una humedad relativa óptima de 65 %, presentándose variaciones de acuerdo con la variedad y recomendándose un valor bajo (60 %) antes del periodo de floración para evitar el desarrollo de enfermedades fúngicas. Lo señalado por los autores se registró en el desarrollo de las lilis Richmond y Menton, presentándose los valores promedio mayores durante el crecimiento y los menores en el desarrollo.



**Figura 3. Humedad relativa durante el crecimiento y desarrollo de lilis cultivadas en invernadero.**

## 5.2. Sustratos

### 5.2.1. Potencia de hidrogeno (pH)

Se registraron diferencias estadísticas en los factores simples: sustrato A, sustrato B; y en la interacción sustrato A\*Tiempo (Cuadro 4). En los factores simples, los valores más altos fueron con bocashi (7.53) y hormigón (7.67) (Cuadro 5). En la interacción sustrato A \*Tiempo, el pH de la lombricomposta incrementó cerca de una unidad al finalizar el corte de las lilis y al utilizar tierra de monte el valor descendió cerca de dos unidades (Cuadro 6). Aunque en la triple interacción no hubo diferencia significativa, después de la investigación al utilizar la mezcla lombricomposta con hormigón o corteza de pino composteada, el pH aumentó a 8.1 y 7.21, respectivamente, sucediendo lo contrario al utilizar tierra de monte (6.01 y 5.96, respectivamente); con la mezcla bocashi-hormigón aumentó a 7.85 y disminuyó con bocashi -corteza de pino composteada a 7.15 (Cuadro 9).

El Centro Internacional de Bulbos de Flores (s.f.), recomienda asegurar un pH de 6 a 7 para los grupos asiáticos, debido a la sensibilidad que presentan al exceso de sales, afectando la absorción de agua y nutrientes por la raíz e incluso la pudrición de estas. Por lo anterior, se puede señalar que los sustratos utilizados sin mezclar presentaron pH dentro de lo mencionado por el autor; sin embargo, la mezcla de sustratos ocasionó que el pH incrementará o disminuyera, el incremento fue en las mezclas con hormigón y el descenso con las mezclas de corteza de pino composteada (Cuadro 9); y en el caso de los sustratos de bocashi y tierra de monte mezclada con hormigón antes del establecimiento de la investigación, se registró pH superior a 7.

**Cuadro 4. Cuadros medios de las propiedades fisicoquímicas de la mezcla de sustratos utilizados en lilis cultivadas en invernadero.**

VARIABLE	FUENTE DE VARIACIÓN								CV (%)
	A	B	A*B	TIEMPO	A* TIEMPO	B*TIEMPO	A*B*TIEMPO	ERROR	
pH	1.24*	7.75**	0.52 ns	0.92 ns	5.5**	1.31 ns	0.25 ns	0.31	7.77
CE (dS m <sup>-1</sup> )	4.8**	0.02 ns	1.43**	0.01 ns	2.14**	0.99**	1.52**	0.07	22.75
MO (%)	261.84**	11436.29**	256.76**	5449.32**	261.92**	34.99**	506.03**	0.4	1.66
AI (%)	793.31**	2855.12**	448.88**	13240.33**	118.45*	35.2 ns	1473.53**	30.82	10.65
PO (%)	79.84*	517.48**	99.85*	3.39 ns	96.96*	421*	589.59**	3203.65	8.04
RA (%)	255.78 ns	460.38*	26.52 ns	0.44 ns	473.3*	3191.12**	362.61*	106.58	18.64
HU (%)	1186.45**	533.61**	467.2**	1613.57**	156.03**	104.28**	165.73*	14.44	10.53

A: Sustratos orgánicos, B: Sustratos, ns: no significativo, \*: significativo  $P \leq 0.05$ , \*\*: significativo  $P \leq 0.01$ , CV: coeficiente de variación, pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad. RA: retención de agua, HU: contenido de humedad.

**Cuadro 5. Propiedades fisicoquímicas de la mezcla de sustratos utilizados en lilis cultivadas en invernadero.**

VARIABLE	SUSTRATO A				SUSTRATO B			TIEMPO		
	L	B	TM	DMSH	H	CP	DMSH	ANTES DEL EXPERIMENTO	FINAL DEL EXPERIMENTO	DMSH
pH	7.22 ab	7.53 a	6.88 b	0.57	7.67 a	6.74 b	0.38	7.37 a	7.05 a	0.38
CE (dS m <sup>-1</sup> )	1.73 a	1.04 b	0.47 c	0.28	1.11 a	1.05 a	0.19	1.1 a	1.06 a	0.19
MO (%)	35.57 b	35.73 b	43.74 a	0.64	20.52 b	56.17 a	0.43	26.04 b	50.65 a	0.43
AI (%)	51.9 b	44.08 c	60.31 a	5.66	43.18 b	61 a	3.81	71.27 a	32.91 b	3.81
PO (%)	59.38 ab	60.25 a	55.41 b	4.78	54.55 b	62.14 a	3.23	58.65 a	58.04 a	3.23
RA (%)	56.08 a	59.32 a	50.73 a	10.52	58.95 a	51.8 b	7.1	55.49 a	55.27 a	7.1
HU (%)	24.66 b	40.84 a	42.77 a	3.87	39.94 a	32.24 b	2.61	42.79 a	29.4 b	2.61

pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad. RA: retención de agua, HU: contenido de humedad, botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino

**Cuadro 6. Interacciones fisicoquímicas de sustratos orgánicos antes y después del cultivo de liliu**

SUSTRATO A*TIEMPO							
SA	TIEMPO	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	MO (%)	AI (%)	PO (%)	HU (%)
L	1	6.78 ab	1.32 b	20.43 c	67.96 b	58.6 ba	34.4 dc
B	1	7.55 a	1.07 b	20.87 c	66.4 b	63.78 a	48.48 a
TM	1	7.78 a	0.9 b	36.83 b	79.45 a	53.58 b	45.48 ab
L	2	7.66 a	2.14 a	50.71 a	35.85 c	50.16 ab	14.93 e
B	2	7.5 a	1.01 b	50.59 a	21.71 d	56.71 ab	33.21 d
TM	2	5.99 b	0.03 c	50.65 a	41.18 c	57.24 ab	40.06 bc
DMSH		1	0.5	1.13	9.91	8.38	6.78

pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad. RA: retención de agua, HU: contenido de humedad, botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, 1: antes de la investigación, 2: después de la investigación, DMSH: diferencia significativa mínima.

### 5.2.2. Conductividad eléctrica

Estadísticamente se registró diferencia en el efecto simple: sustrato A y con las interacciones dobles y triples (Cuadro 4). Con los sustratos A, el valor de conductividad eléctrica más alto fue con lombricomposta (1.63) y el más bajo con tierra de monte (0.47) (Cuadro 5). En la interacción sustrato A\*sustrato B, la mezcla lombricomposta\*hormigón o corteza de pino composteada registraron los valores superiores, siendo todavía mayor la última mezcla, sucediendo lo contrario con la mezcla tierra de monte\*hormigón o corteza de pino composteada (Cuadro 6). Con la interacción sustrato A\*tiempo, la conductividad eléctrica incrementó al finalizar la investigación al utilizar lombricomposta (2.14), caso contrario sucedió al utilizar tierra de monte (0.03) (Cuadro 7). En la interacción sustrato B\*tiempo, el valor de conductividad eléctrica al finalizar la investigación descendió al utilizar hormigón, caso contrario se registró al utilizar corteza de madera composteada (Cuadro 8).

El Centro Internacional de Bulbos de Flores (s.f.) señala que la conductividad eléctrica en liliu no debe superar 1.0 mmol L<sup>-1</sup> (1 dS m<sup>-1</sup>); InfoAgro (2024) indica no superar 1.5 dS m<sup>-1</sup>; Torres *et al.* (s.f) recomiendan valores de 1.5 a 3.0 mS cm<sup>-1</sup>(1.5 a 3 dS m<sup>-1</sup>). Considerando lo señalado por los autores, la mezcla de sustratos antes del establecimiento del experimento

y después del corte de las lilis no rebasó lo recomendado, sin embargo, después del corte, la mezcla de lombricomposta con hormigón o corteza de pino composteada registró los valores más altos (2.23 y 2.06 dS m<sup>-1</sup>); indicando que la mezcla de sustratos cambió de ligera a moderadamente salino, de acuerdo con la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Adhikari *et al.* (2019) y Michelin *et al.* (2021) indican que la tolerancia a la salinidad depende en gran medida de la variedad y del medio de sostén.

### Cuadro 7. Interacciones fisicoquímicas de mezclas de sustratos

SUSTRATO A*SUSTRATO B						
SA	SB	CE (dS m <sup>-1</sup> )	MO (%)	AI (%)	PO (%)	HU (%)
L	H	1.57 ab	20.31 c	40.06 b	53.6 bc	28.04 ed
L	CP	1.9 a	50.82 b	42.18 b	65.16 a	21.29 e
B	H	0.76 d	20.68 c	42.18 b	59.76 ab	38.71 bc
B	CP	1.32 bc	50.78 b	45.93 b	60.73 ab	42.98 b
TM	H	0.84 cd	20.57 c	47.31 b	50.3 bc	53.08 a
TM	CP	0.76 e	66.90 a	73.31 a	60.62 ab	32.45 cd
DMSH		0.5	1.13	9.91	8.38	6.78

pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad, HU: contenido de humedad, botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima

### Cuadro 8. Interacciones fisicoquímicas de sustratos antes y después del cultivo de liliun

SUSTRATO B*TIEMPO						
SB	TIEMPO	CE (dS m <sup>-1</sup> )	MO (%)	PO (%)	RE (%)	HU (%)
H	1	1.24 a	7.23 d	51.44 c	68.48 a	48.34 a
CP	1	0.96 ab	44.85 b	65.86 a	42.5 c	37.24 b
H	2	0.87 b	33.81 c	57.67 b	49.43 bc	31.55 c
CP	2	1.26 a	67.49 a	58.41 b	61.1 ab	27.25 c
DMSH		0.36	0.82	6.1	13.42	4.94

pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad. RA: retención de agua, HU: contenido de humedad, botones abiertos, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, 1: antes de la investigación, 2: después de la investigación.

**Cuadro 9. Interacciones fisicoquímicas de mezclas de sustratos antes y después del cultivo de liliu**

SUSTRATO A * SUSTRATO B* TIEMPO								
SA	SB	TIEMPO	CE (dS m <sup>-1</sup> )	MO (%)	AI (%)	PO (%)	RA (%)	HU (%)
L	H	1	0.91 bcd	6.73 c	54 cd	52.66 cde	71.63 a	43.07 bc
L	CP	1	1.73 ab	34.13 b	81.93 a	64.5 abcd	55.23 abc	25.74 de
B	H	1	1.16 bc	7.59 c	53.06 cd	51.83 de	71.88 a	44.21 bc
B	CP	1	0.98 bcd	34.14 b	79.73 ab	75.73 a	39.06 bc	52.74 ab
TM	H	1	1.64 ab	7.38 c	77.06 ab	49.83 e	61.93 abc	57.74 a
TM	CP	1	0.17 de	66.28 a	81.83 a	57.33 bced	33.2 c	33.23
L	H	2	2.23 a	33.9 b	26.13 fg	54.53 bced	50.76 abc	13 f
L	CP	2	2.06 a	67.52 a	45.56 de	65.8 abc	46.69 abc	16.85 ef
B	H	2	0.36 cde	33.76 b	31.3 fe	67.7 ab	53.68 abc	33.2 cd
B	CP	2	1.67 ab	67.42 a	12.13 g	45.73 e	72.66 a	33.22 cd
TM	H	2	0.03 e	33.77 b	17.56 fg	50.77 de	43.84 abc	48.43 ab
TM	CP	2	0.04 e	67.53 a	64.8 bc	63.7 abcd	63.96 ab	31.68 d
DMSH			0.82	1.87	16.34	13.82	30.39	11.19

pH: potencial de hidrogeno, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, AI: aireación, PO: porosidad. RA: retención de agua, HU: contenido de humedad, botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, 1: antes de la investigación, 2: después de la investigación.

### 5.2.3. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica fue mayor en tierra de monte (43.74), en la corteza de pino composteada (56.17) y después del corte de las lilis (50.65) (Cuadro 5). En la interacción sustrato A\*sustrato B, tierra de monte\*corteza de pino composteada registró el máximo valor (66.90) y lombricomposta\*hormigón el menor valor (20.31) (Cuadro 6). En la interacción sustrato A\*tiempo, los valores incrementaron al finalizar la investigación en los tres sustratos (lombricomposta, bocashi y tierra de monte) y lombricomposta registró el valor superior (50.71) (Cuadro 7). En la interacción sustrato B\*tiempo, en los dos sustratos (hormigón y corteza de pino composteada) al finalizar la investigación los valores incrementaron, con mayor valor en la corteza de pino composteada (67.49) (Cuadro 8). En la triple interacción, todos los tratamientos con corteza de pino composteada registraron mayor contenido de lombricomposta y fue aún mayor al finalizar la investigación al utilizar tierra de monte (67.53) (Cuadro 9).

InfoAgro (2024) y Bañon *et al.* (1993) recomiendan suelos ricos en materia orgánica para el cultivo de lilis; de acuerdo a la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 para suelos no volcánicos, en general los valores se clasificaron muy alto.

#### **5.2.4. Porcentaje aireación**

El mayor porcentaje de aireación se registró en tierra de monte (60.31), corteza de pino composteada (61) y antes de establecer la investigación (71.27) (Cuadro 5). En la interacción sustrato A\*sustrato B, solo la mezcla tierra de monte\*corteza de pino composteada fue el que registró el mayor porcentaje de aireación con una diferencia de 33 unidades con el resto de las interacciones (Cuadro 6). En la interacción sustrato A\*tiempo, el máximo valor fue con tierra de monte\*antes de establecer la investigación y aunque disminuyó después de la investigación, fue el mayor en relación con los otros sustratos (Cuadro 7). En la triple interacción, tierra de monte\*corteza de pino composteada\*antes de la investigación registró el máximo valor y tierra de monte\*corteza de pino composteada\*después de la investigación le siguió (Cuadro 9).

La proporción de la fase gaseosa depende fuertemente del tipo y estructura del suelo, propiedades físicas y mecánicas. El aire del suelo contiene menos oxígeno y más dióxido de carbono que el aire atmosférico; aunque su proporción puede variar significativamente, el contenido óptimo de oxígeno en el aire del suelo es 7-12% y valores inferiores inhiben el crecimiento de las plantas (Agricultura, 2024). En relación con lo mencionado, se puede señalar que todos los sustratos registraron valores adecuados de aireación.

#### **5.2.5. Porosidad**

La porosidad fue mayor en el sustrato bocashi y la corteza de pino composteada (Cuadro 5). En la interacción sustrato A\*sustrato B, todos los sustratos A (lombricomposta, bocashi y tierra de monte) registraron el mayor porcentaje de porosidad al mezclarse con el sustrato B: corteza de pino (Cuadro 6). En la interacción sustrato A\*tiempo, el valor superior fue con bocashi\*antes de la investigación; después de la investigación, los valores descendieron, registrándose el valor más alto con tierra de monte (Cuadro 7). En la interacción sustrato B\*tiempo, el valor superior e inferior fue con corteza de pino composteada\*antes de la investigación y hormigón\* antes de la investigación, respectivamente (Cuadro 8). En la triple interacción, el valor más alto fue bocashi\*corteza

de pino composteada\*antes de la investigación seguido de bocashi\*hormigón\*después de la investigación; los valores más bajos fueron tierra de monte\*hormigón\*antes de la investigación y bocashi\*corteza de pino composteada\*después de la investigación (Cuadro 9).

El volumen de un suelo está representado por un 45% de materia mineral, 5% de materia orgánica y el 50% restante por el espacio poroso, que está ocupado por aire y agua (FAO, 2024). Los macro poros son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces, y los microporos retienen agua y parte de ella está disponible para las plantas (FAO, 2024).

### **5.2.6. Retención de agua**

El hormigón retuvo mayor porcentaje de humedad (Cuadro 5). En la interacción sustrato B\*tiempo, los valores superiores fueron hormigón\*antes de la investigación y corteza de pino composteada\*después de la investigación; los valores más bajos fueron corteza de pino composteada\*antes de la investigación y hormigón\*después de la investigación (Cuadro 8). En la triple interacción, antes de la investigación los valores más altos fueron a las mezclas los sustratos de lombricomposta, bocashi y tierra de monte con hormigón; y al finalizar la investigación los valores más altos fueron con los sustratos de bocashi y tierra de monte con corteza de pino composteada (Cuadro 9).

Pérez-de-los-Reyes *et al.* (2018) indican que el porcentaje de retención de agua está relacionada directamente con el contenido en materia orgánica. En base a lo anterior se puede mencionar que si hubo una relación mayor de la retención de agua con los sustratos que registraron mayor contenido de materia orgánica.

### **5.2.7. Contenido de humedad**

El mayor contenido de humedad se registró en los sustratos: bocashi, tierra de monte, corteza de pino composteada y antes de la investigación (Cuadro 5). En la interacción sustrato A\*sustrato B, el mayor contenido de humedad fue tierra de monte\*hormigón y el valor más bajo fue con lombricomposta\*corteza de pino composteada (Cuadro 6). En la interacción sustrato A\*tiempo, antes de la investigación, el sustrato bocashi registró el mayor contenido de humedad y lombricomposta el valor inferior; después de la investigación, el sustrato tierra de monte retuvo el mayor contenido de humedad y lombricomposta registro el valor inferior

(Cuadro 7). En la interacción sustrato B\*tiempo, hormigón\*antes de la investigación registro el valor más alto y corteza de pino composteada\*después de la investigación fue el valor más bajo (Cuadro 8). En la triple interacción, la mezcla de tierra de monte\*hormigón registró el valor más alto antes y después de la investigación; el valor más bajo con lombricomposta\*hormigón\*después de la investigación (Cuadro 9).

Los suelos contienen diferente cantidad de agua dependiendo de su textura y estructura, y durante el proceso de drenaje, la humedad del suelo disminuye continuamente; además, la velocidad de drenaje se relaciona con la conductividad hidráulica del suelo; es decir, el drenaje es más rápido en suelos arenosos (Zotarelli *et al.*, 2024).

Cada cultivo tiene requerimientos de humedad diferentes y el rango óptimo de humedad para soportar un crecimiento saludable de las plantas depende de numerosos factores como el tipo de suelo y clima; sin embargo, la mayoría de los cultivos prosperan en suelos que mantienen niveles de humedad entre 50% y 75% de su capacidad de retención de agua (Delgado, 2024)

### **5.3. Desarrollo de planta**

#### **5.3.1. Largo de tallo**

Hubo diferencia significativa del crecimiento y desarrollo del tallo al utilizar sustrato A: lombricomposta, bocashi y tierra de monte, así también con el tipo de variedad y la interacción de ambos (Cuadro 10).

La mayor longitud se obtuvo con tierra de monte seguido de bocashi, la variedad Menton fue la que registró la longitud superior (Cuadro 11).

En la interacción sustrato A\*Variedad, el sustrato de bocashi y tierra de monte fueron estadísticamente iguales con las dos variedades; sin embargo, la longitud máxima se obtuvo al utilizar bocashi (Cuadro 13).

Larsson (1988) señaló que la temperatura es un factor crucial que afecta el crecimiento y desarrollo del liliun. Moolenar (2000) menciona que las variedades asiáticas deben alcanzar una altura mínima de 100 cm. En base a lo anterior se puede mencionar que las temperaturas fueron las adecuadas y se alcanzaron más de 100 cm de longitud.

**Cuadro 10. Análisis medios de variancia del crecimiento y desarrollo de dos cultivares de liliium en mezclas de sustratos orgánicos**

VARIABLES	FUENTE DE VARIACIÓN								CV (%)
	SA	SB	SA*SB	VAR	SA*VAR	SB*VAR	SA*SB*VAR	ERROR	
LTALL (cm)	2467.69**	21.09 ns	176.65 ns	490.5*	213.32*	152.51 ns	41.57 ns	60.9	7.43
DTUB (mm)	23.93**	6.42 ns	1.91 ns	76.41**	3.12 ns	6.42 ns	4.25 ns	2.39	18.83
DTM (mm)	8.99**	0.68 ns	0.96 ns	4.28*	1.83*	0.03 ns	0.58 ns	0.64	10.17
DTB (mm)	1.43 ns	0.01 ns	0.81 ns	6.82*	0.52 ns	1.15 ns	0.57 ns	0.78	9.63
DAB	50.37 ns	10.66 ns	18.66 ns	176.04*	197.04*	2.66 ns	10.66 ns	34.35	11.09
NB	0.59 ns	0.16 ns	0.76 ns	0.00 ns	0.65 ns	0.37 ns	0.40 ns	1.14	24.12
DAC	81.54 ns	160.16 ns	95.16 ns	30.37 ns	1164.87**	0.16 ns	351.66*	65.27	10.19
LB (mm)	23.61 ns	1.57 ns	30.52 ns	6020.02*	397.68 ns	130.08 ns	55.45 ns	159.09	13.66
PP (g)	6462.19**	818.65 ns	719.48 ns	757.6 ns	423.36 ns	553.24 ns	67.84 ns	648.45	20.03
NBA	1.29 ns	0.04 ns	2.04 ns	0.37 ns	0.50 ns	0.37 ns	0.37 ns	1.15	29.43

Ns: no significativo, \*: significativo  $P \leq 0.05$ , \*\*: significativo  $P \leq 0.01$ , CV: coeficiente de variación, LTALL: altura de tallo, DTUB: diámetro del tallo unión botón, DTM: diámetro medio de tallo. DTB: diámetro base de tallo, DAB: días aparición de botón, NB: número de botones, DAC: días aparición de color, LB: longitud de botones, PP: peso de planta, NBA: número de botones abiertos

**Cuadro 11. Prueba de tuckey del crecimiento y desarrollo de dos cultivares de lilium en mezclas de sustratos orgánicos y variedad**

VARIABLE	SUSTRATO A				SUSTRATO B			VARIEDAD		
	L	B	TM	DMSH	H	CP	DMSH	RICHMOND	MENTON	DMSH
LTALL (cm)	94.81 b	109.7 a	110.28 a	4.65	104.4 a	105.41 a	3.16	102.68 b	107.20 a	3.16
DTUB (mm)	8.96 a	8.41 a	7.27 b	0.92	7.95 a	8.47 a	0.62	9.10 a	7.32 b	0.62
DTM (mm)	8.35 a	8.05 a	7.32 b	0.48	7.2 a	7.99 a	0.32	8.12 a	7.70 b	0.32
DTB (mm)	9.31 a	9.33 a	8.95 a	0.52	9.21 a	9.19 a	0.35	9.47 a	8.93 b	0.35
DAB	54.0 a	51.50 a	52.93 a	3.49	52.47 a	53.14 a	2.37	54.16 a	51.45 b	2.37
NB	4.37 a	4.59 a	4.34 a	0.63	4.39 a	4.47 a	0.43	4.43 a	4.43 a	0.43
DAC	79.75 a	80.50 a	77.43 a	4.8	80.52 a	77.9 a	3.27	78.66 a	79.79 a	3.27
LB (mm)	93.03 a	92.44 a	91.34 a	7.52	92.14 a	92.40 a	5.12	84.35 b	100.19 a	5.12
PP (g)	131.5 a	138.6 a	111.2 b	15.19	124.2 a	130.04 a	10.33	129.93 a	124.31 a	10.33
NBA	3.5 a	3.87 a	3.56 a	0.64	3.62 a	3.66 a	0.43	3.70 a	3.58 a	0.43

LTALL: altura de tallo, DTUB: diámetro del tallo unión botón, DTM: diámetro medio de tallo. DTB: diámetro base de tallo, DAB: días aparición de botón, NB: número de botones, DAC: días aparición de color, LB: longitud de botones, PP: peso de planta, NBA: número de botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino.

**Cuadro 12. Interacciones de crecimiento y desarrollo de dos cultivares en relación sustrato orgánico y variedad**

SUSTRATO A*VARIEDAD					
SA	VAR	LTALL (cm)	DTM (mm)	DAB	DAC
L	R	90.25 c	8.63 a	57.00 a	79.00 abc
L	M	99.37 b	8.07 bac	51.00 ba	80.50 ab
B	R	107.0 ab	8.46 ba	50.00 b	74.00 bc
B	M	112.50 a	7.65 bc	53.00 ba	87.00 a
TM	R	110.81 a	7.26 c	55.50 ba	83.00 a
TM	M	109.75 a	7.37 c	50.37 b	71.87 a
DMSH		8.04	0.83	6.04	8

LTALL: altura de tallo, DTUB: diámetro del tallo unión botón, DTM: diámetro medio de tallo, DTB: diámetro base de tallo, DAB: días aparición de botón, NB: número de botones, DAC: días aparición de color, LB: longitud de botones, PP: peso de planta, NBA: número de botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, M: menton R: Richmond

### 5.3.2. Diámetro de tallo

El diámetro del tallo en la base resultó significativo con la variedad (Cuadro 10), sobresaliendo la variedad Richmond (Cuadro 11). En la parte media de la longitud del tallo, el diámetro resultó significativo con el sustrato A, la variedad y la interacción sustrato A\*variedad (Cuadro 10), lombricomposta fue la que contribuyó al mayor diámetro y la variedad Richmond (Cuadro 11), manteniéndose la tendencia en interacción de ambos (Cuadro 12). La lectura del diámetro justo debajo de los botones fue significativa con el tipo de sustrato A y la variedad (Cuadro 10). Lombricomposta permitió un mayor diámetro, igual que bocashi; y la variedad Richmond registró el máximo valor (Cuadro 11).

El diámetro del tallo se ve influenciado por las condiciones nutricionales del sustrato, su pH y su capacidad de intercambio catiónico. El crecimiento de los tallos suele estar vinculado con la respuesta de las raíces, lo que hace que la composición de los sustratos sea un factor determinante en el diámetro del tallo (Chen y Aviand, 1990).

### 5.3.3. Día a aparición de botones florales

Los días a aparición de botones registró diferencia significativa con la variedad y la interacción sustrato A\*variedad (Cuadro 10). La variedad Richmond registró dos días más en la aparición de botones (Cuadro 11) y sobresalió la interacción lombricomposta\*Richmond (Cuadro 12).

Según Guzmán (2004), el número de días necesarios para la formación de botones florales es influenciado por la precocidad de cada variedad y el tipo de sustratos, más que por los cambios de temperatura dentro del área experimental.

### 5.3.4. Número de botones

El número de botones no registro diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación (Cuadro 10); sin embargo, sobresalió la interacción lombricomposta\*corteza de pino composteada\*Richmond y bocashi\* corteza de pino composteada\*Richmond, ambas interacciones con 4.62 botones por planta (Cuadro 13). Las variedades asiáticas destacan al producir el mayor número de botones florales. Según Calderón (2012), la variedad asiática Menton mostró un menor rendimiento en comparación con otras variedades bajo condiciones de invernadero. La cantidad de botones puede estar influenciada por sus características genéticas, lo que podría explicar las disparidades observadas.

Buschman y Soriano (2004) Indican que la elección del calibre del bulbo está relacionada con la calidad deseada de la flor. Por lo general, bulbos de menor calibre producen menos capullos por tallo, tallos más cortos y plantas más livianas. En este estudio se emplearon bulbos con un calibre de 16/18, lo cual resultó en un aumento significativo en el número de botones florales observado en las plantas investigadas.

**Cuadro 13. Interacciones para el crecimiento y desarrollo de dos variedades de liliium en mezclas de sustratos orgánicos y variedad**

SUSTRATO A * SUSTRATO B * VARIEDAD												
SA	SB	VAR	ATAL (cm)	DTUB (mm)	DTM (mm)	DTB (mm)	DAB	NB	DAC	LB (mm)	PP (g)	NBA
L	H	R	90.12 d	9.32 abc	8.73 a	9.59 a	57.00 a	4.37 a	79.00 ba	81.93 c	124.63 ab	4.12 a
L	H	M	102.37 bcd	7.86 bcd	8.17 abc	9.23 a	52.00 a	4.50 a	87.00 a	103.31 ab	123.39 ab	3.37 a
L	CP	R	90.37 d	10.96 a	8.53 ab	9.64 a	57.00 a	4.62 a	79.00 ba	82.42 bc	141.31 ab	3.25 a
L	CP	M	96.37 cd	7.70 bcd	7.96 abc	8.77 a	50.00 a	4.00 a	74.00 ba	104.48 a	136.7 ab	3.25 a
B	H	R	107.25 abc	8.88 abc	7.45 ab	9.84 a	50.00 a	4.62 a	74.00 ba	85.18 abc	132.8 ab	3.87 a
B	H	M	112.75 ab	7.98 bcd	7.43 abc	9.04 a	52.00 a	4.62 a	87.00 a	101.62 abc	137.99 ab	3.75 a
B	CP	R	106.75 abc	9.81 ab	8.47 ab	9.57 a	50.00 a	4.62 a	74.00 ba	81.93 c	144.53 a	4.00 a
B	CP	M	112.25 ab	6.96 cd	7.87 abc	8.89 a	54.00 a	4.50 a	87.00 a	101.03 abc	139.19 ab	3.87 a
TM	H	R	105.50 abc	7.56 bcd	6.86 c	8.69 a	54.00 a	4.00 a	87.00 a	89.06 abc	116.41 ab	3.25 a
TM	H	M	108.87 abc	6.12 d	7.30 bc	8.89 a	49.87 a	4.25 a	69.12 b	91.76 abc	110.01 ab	3.37 a
TM	CP	R	116.12 a	8.09 bcd	7.67 abc	9.48 a	57.00 a	4.37 a	79.00 ba	85.60 abc	119.93 ab	3.75 a
TM	CP	M	110.62 ab	7.30 bcd	7.45 abc	8.77 a	50.87 a	4.75 a	74.62 ba	98.94 abc	98.61 b	3.87 a
DMSH			13.11	2.6	1.35	1.49	9.85 a	2	13.58	21.2	42.8	1.8

ATAL: altura de tallo, DTUB: diámetro del tallo unión botón, DTM: diámetro medio de tallo. DTB: diámetro base de tallo, DAB: días aparición de botón, NB: número de botones, DAC: días aparición de color, LB: longitud de botones, PP: peso de planta, NBA: número de botones abiertos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, M: menton, R: Richmond

### 5.3.5. Longitud de botones

La longitud de botones solo presentó diferencia significativa con la variedad (Cuadro 10), la longitud de los botones de la variedad Menton fue 1.5 cm mayor (Cuadro 11).

Hernández (2006) señala que la longitud del botón está directamente influenciada por las características del sustrato empleado. El tipo de sustrato, junto con sus propiedades físicas, químicas y biológicas, juega un papel crucial en el desarrollo y la calidad de las plantas. Diferentes sustratos pueden proporcionar diferentes niveles de nutrientes, retención de agua, aireación y capacidad de drenaje, todos los cuales son factores determinantes para el crecimiento saludable de las plantas y la formación de botones florales de tamaño óptimo.

### 5.3.6. Número de botones abiertos

El número de botones abiertos no registró diferencia significativa con las fuentes de variación (Cuadro 10); sin embargo, sobresalieron las interacciones: lombricomposta\*hormigón\*Richmond y bocashi\*corteza de pino composteada\*Richmond, ambas con un botón más que el resto (Cuadro 13).

Larson (1988) destaca la importancia de varios factores fundamentales que influyen significativamente en la formación y desarrollo de la floración en las plantas de bulbo. Entre estos factores clave se encuentran el tamaño del bulbo, la formación de hojas, la temperatura y la luz. Estas variables juegan roles críticos en el ciclo de vida de las plantas bulbosas, particularmente en la fase de desarrollo de los botones florales.

### 5.3.7. Aparición de color

El número de días a aparición de color fue significativo con la doble interacción: sustrato A\*variedad y la triple interacción: sustrato A\*sustrato B\*variedad (Cuadro 10). En la doble interacción, tierra de monte\*Monte registró el menor número de días en aparición de color y bocashi\*Monte el mayor número de días (Cuadro 13). En la triple interacción el menor número de días (69) a aparición de color en los botones fue con tierra de monte\*hormigón\*Menton y el mayor número de días (87) fue con lombricomposta\*hormigón\*Menton y bocashi\*hormigón\*Menton (Cuadro 14).

### 5.3.8. Peso de planta

El peso de la planta al momento del corte fue significativo solo con el factor sustrato A (Cuadro 10). Se registró un incremento de 25 g al utilizar bocashi (Cuadro 11). Aunque no hubo diferencia con la triple interacción, el mayor peso (144 g) fue con bocashi\*corteza de pino composteada\*Richmond y el valor más bajo (98 g) fue con tierra de monte\*corteza de pino composteada\*Menton (Cuadro 13).

Gómez (2011) Se señala que un aumento en el flujo y la calidad del agua y los nutrientes favorece el desarrollo de plantas con un peso y diámetro satisfactorios, situación que en este trabajo se presentó al utilizar sustrato combinado con bocashi ya que se registra un incremento en el peso de la planta al momento del corte.

## 5.4. Vida florero

### 5.4.1. Caída de pétalos

El tiempo transcurrido en la caída de pétalos fue significativo con el tipo de sustrato A, la variedad y las interacciones sustrato A\*variedad, sustrato B\*variedad y sustrato A\*sustrato B\*variedad (Cuadro 14).

Quispe (2016) indica que existe una conexión entre los niveles de carbohidratos en los pétalos y la longevidad de las flores. Según su estudio, los capullos con menos contenido de azúcar (una característica que varía entre cultivares) tienden a tener una vida más breve.

**Cuadro 14. Análisis medio de varianza de vida florero en dos cultivares de liliium**

VARIABLE	FUENTE DE VARIACIÓN								CV (%)
	SA	SB	SA*SB	VAR	SA*VAR	SB*VAR	SA*SB*VAR	ERROR	
DM	25.5**	0.09 ns	0.09 ns	61.76**	21.26**	21.09**	21.09**	0.09	1.53
DCP	25.04**	0.04 ns	0.04 ns	22.04 **	9.04**	9.37**	9.37**	0.041	1.23
PI (g)	6462.19**	818.65 ns	719.48 ns	757.68 ns	423.36 ns	553.24 ns	67.84 ns	648.45	20.03
PF (g)	6582.19**	689.01 ns	1041.73 ns	589.2 ns	216.63 ns	505.48 ns	106 ns	507.34	21.66

ns: no significativo, \*: significativo  $P \leq 0.05$ , \*\*: significativo  $P \leq 0.01$ , CV: coeficiente de variación, DM: días de marchitez, DCP: días caída de pétalos, PI: peso inicial, PF: peso final.

Los pétalos de lilis tardaron más tiempo (17 días) en caerse al utilizar como sustrato lombricomposta y la variedad Menton sobresalió (16.95) (Cuadro 14).

**Cuadro 15. Prueba tuckey de vida florero en dos cultivares de lilium**

VARIABLE	SUSTRATO A				SUSTRATO B			VARIEDAD		
	L	B	TM	DMSH	H	CP	DMSH	RICHMOND	MENTON	DMSH
DM	21.0 a	19.5 b	19.4 b	0.18	20 a	19.93 a	0.12	19.16 b	20.77 a	0.12
DCP	17.5 a	16 b	15.93 b	0.12	16.5 a	16.45 a	0.08	16 b	16.95 a	0.08
PI (g)	131.5 a	138.62 a	111.24 b	15.19	124.2 a	130.04 a	10.33	129.93 a	124.34 a	10.33
PF (g)	107.95 a	115.9 a	88.06 b	13.43	101.29 a	106.65 a	9.14	106.45 a	101.49 a	9.14

ns: no significativo. \*: significativo, CV: coeficiente de variación, DM: días de marchitez, DCP: días caída de pétalos, PI: peso inicial, PF: peso final, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino.

En la interacción sustrato A\*variedad, los pétalos tardaron más tiempo con lombricomposta\*Menton (18 días) y tierra de monte\*Menton registró la caída de pétalos más rápida (15 días) (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Vida florero de dos variedades de lilium en relación con los sustratos tipo A (SA).**

SUSTRATO A*VARIEDAD			
SA	VAR	DM	DCP
L	R	20 c	17 b
L	M	22 a	18 a
B	R	18 e	15 d
B	M	21 b	17 b
TM	R	19.5 d	16 c
TM	M	19.31 d	15.87 c
DMSH		0.31	0.21

DM: días de marchitez, DCP: días caída de pétalos, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, M: menton, R: Richmond.

En la interacción sustrato B\*variedad, los pétalos duraron más tiempo (17 días) en la planta con corteza de pino composteada\*Menton y menos días (15) con corteza de pino composteada\*Richmond (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Vida florero de dos variedades de lilium en relación con los sustratos tipo B (SB).**

SUSTRATO B*VARIEDAD			
SB	VAR	DM	DCP
H	R	19.66 c	16.33 c
H	M	20.33 b	16.66 b
CP	R	18.66 d	15.66 d
CP	M	21.2 a	17.25 a
DMSH		0.23	0.15

DM: días de marchitez, DCP: días caída de pétalos, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, M: menton, R: Richmond

**Cuadro 18. Vida florero de dos variedades de lilium cultivadas en mezclas de sustratos, bajo condiciones de invernadero.**

SUSTRATO A*SUSTRATO B*VARIEDAD						
SA	SB	VAR	DM	DCP	PI (g)	PF (g)
L	H	R	20 c	17 b	124.63 ab	99.34 ab
L	H	M	22 a	18 a	123.39 ab	99.95 ab
L	CP	R	20 c	17 b	141.31 ab	119.45 a
L	CP	M	22 a	18 a	136.7 ab	113.1 a
B	H	R	18 d	15 c	132.8 ab	112.83 ab
B	H	M	21 b	17 b	137.99 ab	113.35 a
B	CP	R	18 d	15 c	144.53 a	120.1 a
B	CP	M	21 b	17 b	139.19 ab	117.35 a
TM	H	R	21 b	17 b	116.41 ab	92.27 ab
TM	H	M	18 d	15 c	110.01 ab	90.05 ab
TM	CP	R	18 d	15 c	119.93 ab	94.74 ab
TM	CP	M	20.62 b	16.75 b	98.61 b	75.2 b
DMSH			0.51	0.34	42.8	37.86

DM: días de marchitez, DCP: días caída de pétalos, PI: peso inicial, PF: peso final, L: lombricomposta, B: bocashi, TM: tierra de monte, DMSH: diferencia significativa mínima, H: hormigón, CP: corteza de pino, M: menton, R: Richmond.

En la triple interacción, tardo más tiempo la caída de pétalos con lombricomposta \* hormigón \* Menton y lombricomposta \* corteza de pino composteada \* Menton (Cuadro 18).

#### **5.4.2. Marchitez**

Los días a marchitez fueron significativos con el tipo de sustrato A, variedad, sustrato A\*variedad, sustrato B \* variedad y sustrato A\*sustrato B\*variedad (Cuadro 14). Lombricomposta retraso los días a marchitez, la variedad Mentón tardó más en marchitarse (Cuadro 15); mismo comportamiento ocurrió con la interacción lombricomposta\*Menton (Cuadro 16). Con el tipo de sustrato B, sobresalió la interacción corteza de pino composteada \* Menton (Cuadro 17). En la triple interacción, lombricomposta\*hormigón\*Menton y lombricomposta\*corteza de pino composteada\*Menton registraron el mayor tiempo para la marchitez (Cuadro 18).

#### **5.4.3. Peso final**

Solo se registró variación significativa con el tipo de sustrato A (Cuadro 14). Lombricomposta fue el que registró el máximo peso al final de vida florero y tierra de monte el menor valor (Cuadro 15). Aunque no hubo efecto significativo en la triple interacción, bocashi\*corteza de pino composteada\*Richmond fue el que registró el mayor peso (Cuadro 18).

## VI. CONCLUSIONES

La variedad junto con las mezclas de sustratos determina el crecimiento y desarrollo de las plantas de lilis asiáticas.

Lilis Richmond al ser cultivada en tierra de monte con corteza de pino composteada u hormigón presenta la mayor altura, longitud de botón, tiempo en aparecer el color de los botones y vida florero.

Lilis Menton al ser cultivadas en bocashi con corteza de pino composteada u hormigón presentan la mayor altura, diámetro del tallo en la unión del botón, en la parte media y en la base; longitud de botón, tiempo en aparecer el color de los botones, peso de la planta y vida florero.

El pH y conductividad eléctrica es determinante en el desarrollo de lilis Richmond y Menton.

La corteza de pino composteada aporta más del 20 % de materia orgánica, disminuye los valores de conductividad eléctrica, porcentaje de aireación y porosidad.

## VII. LITERATURA CITADA

- Abad B. M.P. Noguera M., C. B. Carrión. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Urrestarazu, M. G. (ed). Tratado de Cultivo sin Suelo. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 113-158
- Abad M. P.F. Martínez, M.D. Martínez y J. Martínez. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Actas de Horticultura 2(11): 141-154.
- Abad M., y P. Noguera. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y Fertiirrigación In C. Cadahia (ed.) Fertiirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España. p. 287-342
- Acosta D. C.M., D. Acosta P., L.M. Nava G., M. Andrade R., I. Alia T. y O.G. Villegas T. 2007. Efecto del tipo de sustrato en el crecimiento inicial de plantas ornamentales en contenedor. Investigación Agropecuaria 1(4):1-8.
- Acosta R. y J. A. Fernández. 2009. A new species of *Anomyopsyllus* (Insecta: Siphonaptera), and noteworthy records of fleas from Nelson's woodrat, *Neotoma nelsoni* (Rodentia: Cricetidae) in the Oriental Basin, Mexico. pp: 532-535.
- Adhikari N.D., Simko I. y Mou, B. 2019. Phenomic and physiological analysis of salinity effects on lettuce. Sensors. 19: 4814. En línea: <https://doi.org/10.3390/s19214814>
- AGEXPORT (Asociación de Exportadores). 2016. Comisión de plantas ornamentales. En línea: <https://export.com.gt/publico/plantas-ornamentales-follajes-y-flores>
- Agricultura. 2024. Régimen de aire de los suelos. En línea: <https://universityagro.ru/es/agronomia/regimen-de-aire-de-los-suelos/>. Consultado: 21/06/2024.
- Álvarez-Herrera J. G., Fischer G. 2008. Efecto de la vernalización de bulbos reutilizados sobre la calidad de la flor de lirio (*Lilium* sp.) en la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana. pp: 65-71.
- Badaya. 2006. Sustratos. En línea: <http://www.cuadrilladeanana.es/santacatalina/glosario.php>. Consultado: 23/09/2023

- Bañón A. S. Cifuentes R. D. Gonzales B. G. A. y Fernández H. I. 2000. *Lilium* in: Gerbera, tulipán y Rosa. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 71 – 158.
- Bañón A. S., Cifuentes, R.D., Fernández, H. J. A., Gonzales A. A. 1993. Gerbera, *lilium*, tulipán y rosa. Mundi – prensa. Madrid, España. 250 p.
- Bastida - Tapia A. 2002. Sustratos hidropónicos. Materiales para cultivo sin suelo. Serie de publicaciones AGRIBOT. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 27p.
- Baumgarten A. 2008. Analytical methods for growing media challenges and perspectives. *Acta Horticultura* 779:97- 104.
- Benítez L. M. G., Barajas V. J. I., Hernández Uresti I. N. 2014. Efecto de la aplicación de una estrategia de comprensión de lectura en un entorno virtual. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa* 16 (3): 71-87.
- Bracho J., Pierre, F., Quiroz, A. 2009. Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. *Bioagro*. pp. 117-124.
- Burés S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España.
- Buschman J. y Soriano J. 2004. Cultivo de *lilium* de calidad. *Horticultura internacional*. Segunda edición. Madrid, España. 37p.
- Buyatti M. 2000. Evaluación del comportamiento agronómico del aserrín de salicáceas compostado en mezcla con perlita para la producción de plantines florales. *Rev. Hortic. Argentina* 19 (5): 94.
- Cabrera R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5(1): 5-11.
- Calderón S. 2012. Respuesta de diez variedades de lilis (*Lilium* spp) al uso de mallas de color. Tesis Licenciatura en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila. 51p.

Centro Internacional de Bulbos de Flores (International Flower Bulb Center). s.f. Lilies as cut flowers and as pot plants. Guidelines for producing lilies as cut flowers and pot plants. Hillegom, Holanda. En línea: <http://video.bulbsonline.org/emag/LilyCutFlowersPotPlants/UK/flash.html#/1/>.

Consultado: 21/06/2024

Chahín M. Montesinos, A. Márquez, F. Ferrada, S. Ibáñez M. 2007. Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria (Para Pequeños(as) Productores(as) de la agricultura familiar campesina). Manual Producción de flores cortadas - IX Región. Fundación para la Innovación agraria - Instituto de Investigaciones agropecuarias. Santiago – Chile, diciembre de 2007. 104 p.

Chauvet M. y Massieu Y. 1996, La influencia de la biotecnología en la agricultura mexicana: Estudios de caso, en Economía, teoría y práctica, núm. 6, México.

Chen Y., Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. *In*: Proceedings of symposium humic substances in soil and crop sciences. Chicago, Illinois, EUA. pp:161-186.

Clavijo J. 2008. Sustratos. Universidad de Almería. Editorial servicio de publicaciones.

Consultado: 28/39/2023

Delgado M.S. 2024. Cuál es el nivel de humedad que puede soportar el suelo de un cultivo. En línea: <https://prismab.com/blog/cual-es-el-nivel-de-humedad-que-puede-soportar-el-suelo-de-un-cultivo/>. Consultado: 21/06/2024

Escobar M. 1997. Comportamiento de sustratos para el cultivo de plantas ornamentales en vivero. Tesis de Maestría. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. 97 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2024. Propiedades físicas del suelo. En línea: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>. Consultado: 21/06/2024

Francescangeli N., Marinangeli, P. A. 2018. Guía práctica para el cultivo de flores y bulbos de *Lilium*. Centro Regional de Buenos Aires, Argentina.

- Gómez G. A. 2011. Tesis de Licenciatura. Efecto del Ca en el desarrollo de la planta y calidad de flor de liliun tiber. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Coahuila, México.
- Gruda N. y W. Schnitzler. 2001. Physical properties of wood fiber substrates and their effect on growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L. var. Capitata L.). *Acta Horticulturae* 7 (13): 415-420.
- Guerrero F. 2002. Estudio de las propiedades físicas y químicas de algunas turbas españolas y su posible aprovechamiento agrícola. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, España. 222 p.
- Guerrero S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., Flores, A. E. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la Costa Sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*. Vol. 3 (86): 119-137.
- Guzmán R., M. 2004. Comportamiento Agronómico de dos variedades de liliun asiático (*Lilium* sp.) con tres niveles de biosol en ambiente protegido, Alto Irpavi, La Paz. Escuela Militar de Ingeniería. Tesis en licenciatura Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia.
- Hernández S.S. 2006. Efecto del sustrato en la calidad de plantas ornamentales producidas en maceta. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad- Laguna. Torreón Coahuila. pp: 8-17.
- Herreros D. L. 2002. Cultivo de liliun (azucena híbrida). Ed. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. España.
- Herreros L. M. 1983. Cultivo de liliun. Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- IBC (Centro Internacional de Bulbos de Flor, Hol.) 1998. El cultivo de liliun: Flor cortada y cultivo en maceta, Hillegom, Hol. pp: 41
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010. En línea:

[https://inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21174.pdf](https://inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21174.pdf).

Consultado: 20/06/23.

Infoagro (Información técnica agrícola). 2007. El cultivo de Liliun. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/Lilium.htm>  
consultado: 28/09/2023

Infoagro. 2024. El cultivo de Liliun. En línea: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_lilium.asp#:~:text=El%](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_lilium.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20lilium%20en%20l%C3%ADnea)

Jiménez R. y M. Caballero. 1990. El Cultivo Industrial de Plantas en Maceta. Ediciones de Horticultura SL. Barcelona, España. pp: 90-100

Klock P. 2011. Flores de Plantas Bulbosas. León, España: Everest.

Larson A.R. 1988. Introducción a la floricultura. Trad. LS Westrop. 1ed. México, DF. 551p.

Laurent O. 2006. El gran libro de los lirios. España. Madrid. Ed. Vecchi. 160 p.

Masaguer A. 2006. Sustratos para Viveros. Departamento de Edafología. ETSIA agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 106

Massieu Trigo, Y., Chauvet, M., Castañeda Zavala, Y., Barajas Ochoa, R. E., Y González Aguirre, R. L. (2000). Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos. Sociología. 133-159.

Michelon, N., Pennisi, G., Myint, N.O., Orsini, F. y Gianquinto, G. 2021. Optimization of Substrate and Nutrient Solution Strength for Lettuce and Chinese Cabbage Seedling Production in the Semi-Arid Environment of Central Myanmar. Horticulturae. 7: 64. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040064>

Moolenaar S.A. 2000. Lylibase. Catálogo de variedades. Holanda. s.p.

Moreno-Álvarez J. M. 2002. La materia orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. Agric. Orgán 16(2): 23-25.

NOM-021-RECNAT-2000. Norma oficial mexicana. En línea: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

- Ortiz L. 2013 Manual técnico para la producción de liliun. Tesis licenciatura. Universidad Nacional Experimental del Sur del Lago Jesus Maria. Zulia, Bolivia. pp: 15-20.
- Pastor S. J. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra. pp 231-235.
- Pérez-de-los-Reyes C., M. L. Pérez-de-los-Reyes, D. Chocano, M. Sánchez-Ormeño, S. Bravo, J. A. Amorós y F. J. García N. 2018. Estudio de las propiedades de retención de humedad de suelos vitícolas en Castilla- La Mancha (España). E3S Web of Conferences 50, 01034. XII Congreso Internacional Terroir. En línea: [https://www.esconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/25/e3sconf\\_terroircongress2018\\_01034.pdf](https://www.esconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/25/e3sconf_terroircongress2018_01034.pdf). Consultado: 21/06/2024suelos.
- Pire R. y A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. Bioagro 15 (1): 55- 64.
- Quispe I. M. 2016. Azúcar e inhibidores de etileno en la calidad postcosecha de Liliun advantage y starfighter. Tesis de grado licenciatura. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Ramírez H. J. J., Avitia-Rodríguez J. A. 2017. Floricultura mexicana en el siglo XXI: su desempeño en los mercados internacionales. Revista de economía. 99-122.
- Ramírez J.J., R. García y J.G. González 2010. Condiciones de producción de los pequeños floricultores en el sur del Estado de México: Villa Guerrero y Tenancingo, en M. Sevilla y T. Torregrosa (coords.) Anales de economía aplicada 2010, núm. XIV, España, Delta Editores y ASEPELT. pp. 900-925.
- Rojas D. 2000. Identificación de algunas causas de absorción de flor y posible solución en el cultivo de lilis (*Lilium* sp). Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Coahuila, México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2016. Sistema de información agroalimentaria y pesquera, SIAP, en línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricolapor-estado/> Consultado: 16/12/2023

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2013. El valor de la producción de ornamentales en México fue de más de cinco mil millones de pesos en 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F. Boletín 5/13. En línea: [www.siap.gob.mx/produccionornamental-mexico/](http://www.siap.gob.mx/produccionornamental-mexico/). Consultado: 29/11/2023
- Salinger J. 1991. Producción comercial de flores. Zaragoza, España: Acribia S.A
- Schiappacasse V. 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. 98 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Estadísticas de producción hortícola en México. En línea: <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado: 19/12/2023
- Streck N. A., Schuh M. 2005. Simulating the vernalization response of the “Snow Queen” lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). *Scientia Agricola*, 62(2). 117–121.
- Torres P. A., D. Camberato, R. G. Lopez y M. Mickelbart. S.f. Medición de pH y conductividad eléctrica en sustratos. En línea: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ho/ho-237-sw.pdf>. Consultado: 19/06/2024.
- Tuyt J. 2016. The lily information. En línea <http://www.liliumbreeding.nl> Consultado: 10/06/2024.
- Urrestarazu M. 2013. Manual práctico del cultivo. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 241 P.
- Valenzuela O. R., C. S. Gallardo M. S. Carponi, M. E. Aranguren H. R. Tabares., M. C. Barrera. 2014. Manejo de las propiedades físicas en sustratos regionales para el cultivo de plantas en contenedores. Tesis Doctorado. Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina. pp: 1-19.
- Vence L. y Martínez A. 2008. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Revista Ciencia del Suelo* 26 (2): 105:114

Vitícolas en Castilla- La Mancha (España). E3S Web of Conferences 50, 01034. XII Congreso Internacional Terroir. En línea: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/25/e3sconf\\_terroircongress2018\\_01034.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/25/e3sconf_terroircongress2018_01034.pdf). Consultado: 21/06/2024.

Zotarelli L., Dukes D., Morgan T. 2024. Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad. En línea: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AE496>. Consultado: 21/06/2024.