



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN LA FENOLOGÍA DE
VARIETADES DE *Lilium* sp., EN LA FLORÍCOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE
MINAS”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

IMBAGO LANCHIMBA JUDITH PAOLA

DIRECTOR:

ING. MIGUEL ALEJANDRO GÓMEZ CABEZAS, MSc.

Ibarra, mayo 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN LA FENOLOGÍA DE VARIEDADES DE *Lilium* sp., EN LA FLORÍCOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE MINAS”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. María José Romero MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Lcda. Ima Sánchez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	175038051-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Imbago Lanchimba Judith Paola		
DIRECCIÓN:	Cayambe		
EMAIL:	jpimbagol@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	023610895	TELÉFONO MÓVIL:	0994780985

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN LA FENOLOGÍA DE VARIEDADES DE <i>Lilium sp.</i> , EN LA FLORÍCOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE MINAS"
AUTOR (ES):	Imbago Lanchimba Judith Paola
FECHA: DD/MM/AAAA	07/05/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Miguel Gómez, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de mayo de 2021.

Imbago Lanchimba Judith Paola

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Judith Paola Imbago Lanchimba, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de mayo de 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Alejandro Gómez Cabezas', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 13 días del mes de mayo del 2021

Judith Paola Imbago Lanchimba: **"EVALUACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN LA FENOLOGÍA DE VARIEDADES DE *Lilium* sp., EN LA FLORÍCOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE MINAS"** /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 13 días del mes de mayo del 2021 82 páginas.

DIRECTOR (A):

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar los grados día desarrollo en la fenología de variedades de *Lilium* sp., en la Floricola Florisol, San José de Minas. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1-Determinar la acumulación de grados día desarrollo, en distintas etapas fenológicas de variedades de *Lilium* sp., 2-Evaluar la relación de parámetros morfológicos y ambientales con la acumulación de grados día desarrollo en distintas etapas fenológicas de cada variedad de *Lilium* sp.



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

Director de Trabajo de Grado



Judith Paola Imbago Lanchimba

Autora

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, a su carrera de Ingeniería Agropecuaria, al personal administrativo, en especial a la Lic. Maribel Robby, a la Coordinadora Ing. María José Romero MSc y al Secretario Jurídico Ab. Cléver Torres. También, especial gratitud a los docentes por haberme compartido sus conocimientos.

A los docentes que formaron parte de esta investigación, como Director el Ing. Miguel Gómez, MSc quien siempre colaboró conmigo para que este ensayo salga de la mejor manera, y como asesoras la Ing. María José Romero, MSc y Lcda. Ima Sánchez, MSc quienes aportaron con las observaciones y recomendaciones necesarias para el adecuado desarrollo de esta investigación. De igual forma agradezco a la Dra. Julia Prado, PhD, por haberme apoyado en mi formación profesional.

A la empresa florícola Florisol Cia Ltda, a su gerente el Ing. Ricardo Félix, por permitirme realizar el trabajo de titulación en la finca. De igual manera, al Ing. Christian Sánchez, Ing. Emma Fiallos, Ing. Dayana Narváez, y al personal del área de lirios, por apoyarme en el presente proyecto.

Mi agradecimiento a mis amigas Soledad, Saida, Carla y Susy, quienes han compartido momentos inolvidables, pocos momentos, pero llenos de alegría y sinceridad en cada una de ellas.

De igual manera, mis sinceros agradecimientos a Diego Cholango, por brindarme su apoyo incondicional y motivarme para que pueda culminar mi carrera y proponerme nuevos retos.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis queridos padres, y hermano. Quienes a pesar de las duras pruebas que nos presentó la vida, nunca se dieron por vencidos, y ahora gracias a ellos puede decir que valió la pena todo su esfuerzo y apoyo que me brindaron, para que este sueño se haga realidad. Siempre serán mi razón de seguir adelante.

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico con todo mi corazón a mis padres, Rosy y Maty, porque han sido el motor fundamental en mi vida. Con todo su esfuerzo del trabajo día a día, lograron formarme en lo personal y pusieron toda su confianza en mí para culminar esta carrera universitaria.

De igual manera a todas las personas que me han apoyado de una u otra manera durante este trayecto.

Judith Paola Imbago Lanchimba

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis:.....	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Importancia de la floricultura en el Ecuador.....	6
2.2. Generalidades.....	6
2.2.1. Origen del lirio.....	7
2.2.2. Taxonomía.....	7
2.2.3. Descripción morfológica.....	8
2.2.4. Clasificación del lirio.....	9
2.2.5. Requerimientos agroclimáticos.....	11
2.2.6. Variedades.....	12
2.3. Crecimiento y desarrollo de las plantas.....	14
2.3.1. Crecimiento.....	14
2.3.2. Desarrollo.....	15
2.3.3. Fenología.....	15
2.3.4. Estados fenológicos en lirios.....	16
2.4. Temperatura, desarrollo y crecimiento vegetal.....	19
2.4.1. Temperatura umbral o base.....	19

2.4.2.	Influencia de la temperatura en lirio.....	19
2.5.	Grados día desarrollo	20
2.5.1.	Definición	20
2.5.2.	Métodos para el cálculo de grados día desarrollo.....	20
2.6.	Efecto de la luz en plantas	23
2.6.1.	Fotoperiodo.....	23
2.6.2.	Efecto de la luz en lirios	24
2.6.3.	Luz diaria integrada	25
2.7.	Marco legal	25
CAPÍTULO III.....		27
MARCO METODOLÓGICO.....		27
3.1.	Descripción del área de estudio	27
3.1.1.	Condiciones climáticas	27
3.2.	Materiales, equipos, insumos.....	28
3.2.1.	Materiales	28
3.3.	Métodos	28
3.3.1.	Factor de estudio.....	28
3.3.2.	Diseño experimental	29
3.3.3.	Características del experimento.....	29
3.3.4.	Características de la unidad experimental	29
3.3.5.	Análisis estadístico	30
3.3.6.	Variables evaluadas	31
3.4.	Manejo específico del experimento	32
3.4.1.	Preparación del sustrato semi-hidropónico.....	32
3.4.2.	Antes del trasplante	33
3.4.3.	Siembra.....	33
3.4.4.	Riego.....	33
3.4.5.	Fertilización	33
3.4.6.	Conductividad eléctrica y pH	34
3.4.7.	Fumigación	34
3.4.8.	Labores culturales.....	35
3.4.9.	Cosecha.....	35

3.4.10. Luz diaria integrada	35
3.4.11. Humedad relativa.....	35
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Grados día desarrollo	36
4.2. Altura de planta.....	43
4.3. Grosor de tallo	47
4.4. Diámetro de botón	50
4.5. Número de botones	52
4.6. Correlaciones	54
CAPÍTULO V.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	56
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Características de las variedades de Liliium sp.</i>	13
Tabla 2. <i>Materiales, insumos, y equipos.</i>	28
Tabla 3. <i>Descripción de la unidad experimental.</i>	30
Tabla 4. <i>Descripción del ADEVA.</i>	30
Tabla 5. <i>Programa de fertirrigación empleado por la finca Florisol en un área de 7638.4 m².</i>	34
Tabla 6. <i>Número de días y grados día acumulados para el cambio de estado fenológico en seis variedades de Liliium sp.</i>	36
Tabla 7. <i>Esquema del ADEVA de altura de planta en cuatro estados fenológicos del cultivo de Liliium sp.</i>	44
Tabla 8. <i>Altura de plantas (cm) de variedades de Liliium sp., en cada estado fenológico, evaluados en la finca Florisol-San José de Minas-Ecuador.</i>	44
Tabla 9. <i>Esquema del ADEVA de grosor de tallo en cuatro estados fenológicos del cultivo de Liliium sp.</i>	48
Tabla 10. <i>Grosor de tallo (mm) de variedades de Liliium sp., en diferentes estados fenológicos.</i>	48
Tabla 11. <i>Esquema del ADEVA de diámetro de botón en tres estados fenológicos del cultivo de Liliium sp.</i>	50
Tabla 12. <i>Diámetro de botón (mm) de variedades de Liliium sp., en cada estado fenológico.</i>	51
Tabla 13. <i>Esquema del ADEVA de número de botones en la etapa de cosecha de Liliium sp.</i>	52
Tabla 14. <i>Número de botones a la cosecha de seis variedades de Liliium sp.</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Variedades de <i>Lilium</i> sp.	14
<i>Figura 2.</i> Estado vegetativo de <i>Lilium</i> sp. Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.	16
<i>Figura 3.</i> Estado fenológico Aparecimiento del botón de <i>Lilium</i> sp. Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.	17
<i>Figura 4.</i> Estado fenológico Diferenciación botón de <i>Lilium</i> sp. Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.	17
<i>Figura 5.</i> Estado fenológico Crecimiento botón de <i>Lilium</i> sp. Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.	18
<i>Figura 6.</i> Estado fenológico Cosecha de <i>Lilium</i> sp. Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.	18
<i>Figura 7.</i> Método del triángulo simple.	21
<i>Figura 8.</i> Método del triángulo doble.	21
<i>Figura 9.</i> Método del seno simple.	22
<i>Figura 10.</i> Método del seno doble.	22
<i>Figura 11.</i> Ubicación geográfica de la florícola Florisol.	27
<i>Figura 12.</i> Distribución del experimento.	29
<i>Figura 13.</i> GDD requeridos para el cambio de estado fenológico en seis variedades de <i>Lilium</i> sp.	37
<i>Figura 14.</i> Número de días acumulados para el cambio de estado fenológico en seis variedades de <i>Lilium</i> sp.	40
<i>Figura 15.</i> Correlación de los grados día y el diámetro de botón en variedades de <i>Lilium</i> sp.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fertilizantes usados en el tanque A.....	65
Anexo 2. Fertilizantes usados en el tanque B.....	65
Anexo 3. Altura de plantas (cm) de variedades de <i>Lilium</i> sp., en cada estado fenológico, con el valor p.	66
Anexo 4. Grosor de tallo (mm) de variedades de <i>Lilium</i> sp., en diferentes estados fenológicos, con el valor p.....	66
Anexo 5. Diámetro de botón (mm) de variedades de <i>Lilium</i> sp., en cada estado fenológico, con el valor p.	67
Anexo 6. Número de botones de seis variedades de <i>Lilium</i> sp, con el valor p.....	67

“EVALUACIÓN DE GRADOS DÍA DESARROLLO EN LA FENOLOGÍA DE VARIETADES DE *Lilium* sp., EN LA FLORÍCOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE MINAS”

Autor: Judith Imbago

*Universidad Técnica del Norte

Correo: jpimbago@utn.edu.ec

RESUMEN

Un grado día desarrollo es un parámetro que cuantifica el calor necesario para que ocurra un cambio fenológico; por lo tanto, permite estimar el desarrollo de las plantas. El propósito de este estudio fue determinar la acumulación de grados día desarrollo en cinco estados fenológicos de seis variedades de *Lilium* sp., agrupadas entre híbridos Orientales e híbridos interespecíficos OT. El ensayo se estableció en la Florícola Florisol, ubicada en la parroquia de Chavezpamba (Quito, Ecuador). Los grados día desarrollo se obtuvieron por el método residual, siendo la temperatura base 12 °C. Mismos que, fueron medidos desde el trasplante hasta el cambio de cada etapa. Los estados fenológicos observados fueron: estado vegetativo, apareamiento de botón, diferenciación de botón, crecimiento de botón, y cosecha. La altura de planta, grosor del tallo, y el diámetro del botón fueron medidos en el inicio de cada estado del ciclo de cultivo, mientras que el número de botones se registró en la etapa de cosecha. El requerimiento térmico entre grupos fue estadísticamente diferente (LSD Fisher Alfa=0.05). La variedad Table Dance fue la más precoz, su ciclo fue de 81 días al acumular 957.2 GDD. En cambio, Siberia fue la más tardía, necesitó de 98 días y un acumulado de 1134 GDD para la cosecha.

Palabras clave: híbridos orientales, híbridos OT, predicción de cosecha, fenología, temperatura base.

“EVALUATION OF DEVELOPMENT DAY DEGREES IN THE PHENOLOGY OF VARIETIES OF *Lilium* sp., IN FLORICOLA FLORISOL, SAN JOSÉ DE MINAS”

Autor: Judith Imbago

*Universidad Técnica del Norte

Correo: jpimbago@utn.edu.ec

ABSTRACT

A degree day development is a parameter that quantifies the heat necessary for a phenological change to occur; therefore, it allows estimating the development of plants. The purpose of this study was to determine the accumulation of degrees day development in five phenological stages of six varieties of *Lilium* sp., Grouped between Oriental hybrids and interspecific OT hybrids. The trial was established at Florisol Floricola, located in the parish of Chavezpamba (Quito, Ecuador). The degree days of development were obtained by the residual method, the base temperature being 12 ° C. They were measured from transplantation to the change of each stage. The phenological states observed were: vegetative state, button appearance, button differentiation, button growth, and harvest. The height of the plant, stem thickness, and bud diameter were measured at the beginning of each stage of the growing cycle, while the number of buds was recorded at the harvest stage. The thermal requirement between groups was statistically different (LSD Fisher Alpha = 0.05). The Table Dance variety was the earliest, its cycle was 81 days after accumulating 957.2 GDD. On the other hand, Siberia was the latest, it took 98 days and a cumulative 1134 GDD for the harvest.

Keywords: oriental hybrids, OT hybrids, harvest prediction, phenology, base temperature.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En la actualidad, las exportaciones de flores a nivel mundial reportan gran demanda, e influyen en la parte social y económica de los países exportadores (Becerra y Changoluisa, 2018). Por consiguiente, en el país, la sierra ecuatoriana se considera como la principal industria agroexportadora, debido a la diversidad de flores que se cultiva y su importancia económica (Sanjinez, 2018). Durante el primer trimestre del 2017, las exportaciones de flores fueron del 77% para las rosas, ubicándolas en primer lugar, seguido de las flores de verano con 20.6%. Dentro de este porcentaje, los lirios ocupan el 1.1%. Con relación a la participación del mercado para ese mismo año, Estados Unidos ocupa el 45%, la Unión Europea el 28%, Rusia el 15% y otros países el 19% (Expoflores, 2017).

A su vez, esta actividad económica origina fuentes de trabajo tanto a nivel local como nacional. En el 2016, en el Ecuador se registraron 204 empresas dedicadas al cultivo de rosas y flores de verano, generando empleo a 29 867 personas. Destacando también que la mayoría de las empresas florícolas se encuentran en las provincias de Pichincha con el 77% de participación, Cotopaxi con el 12%, seguidos por Imbabura y Azuay con el 4% y 2%, respectivamente. El porcentaje restante se encuentra distribuido en varias provincias (Corporación Financiera Nacional [C.F.N], 2017).

La florícola Florisol, ubicada en la parroquia de Chavezpamba, actualmente cultiva distintas variedades de flores de verano, entre ellas los lirios, los que representan el 5.33% del total de área cultivada de la empresa. Sin embargo, la producción de lirios, así como otras especies de flores, tienen características específicas dadas por el cultivo mismo y las exigencias del mercado. Por lo cual, los sistemas de planificación y control de producción son cada vez más importantes.

La acumulación de grados día desarrollo es un medio importante para programar la producción de los cultivos y ayuda a prever eventos biológicos. Según la Universidad de California (2016), un grado día ($^{\circ}\text{D}$) es una unidad que mide la cantidad total de calor por encima del umbral mínimo y por debajo del umbral máximo requerido para que el organismo se desarrolle de un punto a otro en su ciclo de vida.

Algunos autores han empleado esta metodología con el propósito de elaborar modelos predictivos de fenología (Almanza, Camacho y Vargas, 2013; Parra, Fisher y Chaves, 2015), así como lo detallan Hoyos et al. (2012) en el cultivo de pepino, donde el número de días desde la siembra hasta la cosecha se manifestó de acuerdo con el genotipo y su interacción con la temperatura ambiental. Otros modelos predictivos de cosecha y rendimiento también se reportan en rosas, para predecir la longitud del tallo de las rosas en la cosecha, donde se utilizó las tasas de alargamiento del tallo en relación con los eventos de desarrollo (Oki, Mattson y Lieth, 2006).

1.2. Problema

En la actualidad las empresas acuerdan compromisos de ventas con los clientes tomando en cuenta la fecha de entrega y la calidad de la flor (Guadarrama y Rosales, 2015). Este proceso está ligado al número de plantas sembradas, el ciclo del cultivar y los rendimientos por hectárea. Lamentablemente, en ciertos casos, el error en la estimación de la producción es alto, dado que existen ciertos factores difícilmente controlables como la temperatura y humedad (Mancera, 2011). Esta situación obliga a las empresas a tomar algunas alternativas para cumplir con los pedidos de venta programados; así como la compra de flores a otros productores, actividad que genera desagrado en los clientes por no tener uniformidad en la calidad del producto e incrementa los gastos de las empresas para satisfacer su demanda (Jarma, Cardona y Araméndiz, 2012).

Además, la gran variabilidad en el tiempo de cosecha se ve afectada por los cambios drásticos de temperatura, los que influyen en la acumulación de los grados día desarrollo que necesitan cada una de las variedades de lirios tanto orientales como los OT (híbrido oriental x trompeta) (Erwin y Heins, 1990). En este sentido, la finca Florisol cultiva distintos tipos de lirios, los que pueden diferenciarse en la acumulación de grados día para

su cosecha. El desconocimiento de los grados día desarrollo en lirios, podría dificultar la planificación de producción y entrega de pedidos a los clientes de la empresa, generando desconfianza y pérdidas de mercado.

1.3. Justificación

Según Egas y Gómez (2014), el prestigio y éxito de cualquier industria de flores depende de un buen mercado y para lograr eso se debe disponer de flores de calidad con precios apropiados el momento en que el mercado lo requiera. El cumplir con los pedidos de manera oportuna brinda seguridad al cliente para crear relaciones comerciales a largo plazo. Por consiguiente, el aplicar métodos predictivos de cosecha en floricultura puede cubrir esta necesidad y por ende generar mayor rentabilidad, puesto que permite estimar el tiempo de cosecha, especialmente para que los picos de producción coincidan con temporadas festivas de mayor demanda como el Día de Madres, San Valentín, etc.

Adicionalmente, el conocer los grados día desarrollo podría facilitar el acceso a más mercados, mejores contratos, mayor oferta en comparación con otros productores y por tanto mayores ingresos económicos (Pérez, Cure y Monroy, 2002). A más del aspecto económico, el sector florícola se vincula de igual manera con la parte social, ya que es una actividad con gran demanda de mano de obra, principalmente en poblaciones rurales cercanas a las florícolas. Por tanto, la ejecución de proyectos que contribuyan al desarrollo de la floricultura tiene un impacto positivo hacia el progreso social y económico del país (Clerque, 2013).

Actualmente, en el país se han creado herramientas que permiten planificar la producción de rosas (Rodríguez y Flórez, 2006) y crisantemos (Villares, 2018), donde relacionan los grados día con el desarrollo fenológico de las plantas. De esta manera se prevé a tiempo los atrasos o adelantos en los estados fenológicos de la planta, permitiendo tomar decisiones encaminadas a lograr la producción en el momento esperado. Sin embargo, en el país no existe información sobre los grados día desarrollo en lirios. Por ende, el desarrollar una metodología que permita pronosticar el rendimiento y tiempo de cosecha del cultivo de lirios representa para el productor una herramienta que mejora la planificación de tiempos

de corte, optimización de recursos, posibilidades de pre venta, entre otros beneficios (Scoconi y Marinangeli, 2014).

La determinación de grados día desarrollo, sumado a esto la relación con los parámetros morfológicos y ambientales que se evaluará en el cultivo de lirios, permitirá a la finca optimizar los recursos mediante una programación sobre tiempos de cosecha. Además, debido a que esta metodología ya ha sido aplicada en ciertos cultivos agrícolas y producción de rosas con resultados favorables, como se mencionó anteriormente, garantiza que esta investigación resulte apropiada para conocer si las variedades en estudio presentan un requerimiento variado de grados día desarrollo de acuerdo con su fenología, y de esta manera conseguir un manejo tecnificado de acuerdo a las condiciones del lugar donde se cultiva.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar los grados día desarrollo en la fenología de variedades de *Lilium* sp., en la Florícola Florisol, San José de Minas.

Objetivos específicos

- Determinar la acumulación de grados día desarrollo, en distintas etapas fenológicas de variedades de *Lilium* sp.
- Evaluar la relación de parámetros morfológicos y ambientales con la acumulación de grados día desarrollo en distintas etapas fenológicas de cada variedad de *Lilium* sp.

1.5. Hipótesis:

Ho: Las variedades en estudio presentan la misma demanda de grados día desarrollo según su fenología.

Ha: Las variedades en estudio presentan un requerimiento variado de grados día desarrollo según su fenología.

Ho: Los parámetros morfológicos y ambientales no se relacionan con la acumulación de grados día desarrollo, por lo que no sirven para determinar la fenología de las distintas variedades de *Lilium* sp.

Ha: Los parámetros morfológicos y ambientales se relacionan con la acumulación de grados día desarrollo, por lo que sirven para determinar la fenología de las distintas variedades de *Lilium* sp.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia de la floricultura en el Ecuador

El sector floricultor, tiene una alta participación dinámica debido a que ha sido parte del avance en la economía de varios países productores (Kang et al., 2013). Países Bajos son los principales proveedores de flores de corte a la Unión Europea con el 71%, le siguen los países considerados en vías de desarrollo; Kenia con el 11%, seguido Ecuador y Colombia con el 5% cada uno (Expoflores, 2017). Por ello se considera como un negocio rentable. En el Ecuador el auge de la producción de flores inició en la década de los 80, gracias a las condiciones climáticas y edafológicas favorables, considerado como una ventaja frente a los demás países productores (Egas y Gómez, 2014).

La producción de flores se encuentra establecida en la región sierra del Ecuador, con mayor participación en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Imbabura y Azuay (CFN, 2017). Las flores se encuentran en el segundo lugar, con 43 miles de t y 267 258 miles de dólares, de las exportaciones no petroleras no tradicionales en el período enero- marzo del 2019 (Banco Central del Ecuador [B.C.E], 2019). Dentro de este grupo, los lirios ocupan el quinto puesto de las exportaciones con el 7 131 miles de USD y 1 013 t durante el tercer trimestre del 2018 (Expoflores, 2018).

Por otra parte, el cultivo de flores, en las que se incluyen los lirios también ocupan el 0.71% del PIB, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la economía del país (Hoyos et al., 2012). Además, la actividad florícola genera gran cantidad de fuentes de trabajo, particularmente para la población rural aledaña a la finca. En el 2016 se registraron 204 empresas dedicadas al cultivo de flores, que dieron empleo a 29 867 personas (CFN, 2017).

2.2. Generalidades

2.2.1. Origen del lirio

La especie *Lilium* sp., se caracteriza por ser una planta perenne herbácea con bulbos escamosos (Bañón, Cifuentes, Fernandez y González, 1993), en algunos países son llamados azucenas o lilies (Lim y Van Tuyl, 2005). El género *Lilium* abarca cerca de 115 especies, las que se encuentran distribuidas en regiones templadas y áreas montañosas del hemisferio norte; algunas tienen su origen en Europa, y otras en América del Norte, entre tanto más de 60 especies se las localiza en Asia (Luna, Rodríguez, Rodríguez y Vidales, 2016).

Actualmente, el lirio ocupa un lugar destacado en horticultura y es usado como flor de corte, maceta y planta de jardín (Rong, Lei y Wang, 2011). Países Bajos lidera la producción de bulbos con 2 755 866 hectáreas en 2018 (Van de Pas, 2018). Sin embargo, existe producción en Japón, Estados Unidos, y hoy en día en algunos países pertenecientes al hemisferio sur como son; Australia, Chile y Sudáfrica. Particularmente en los Países Bajos, actualmente es considerado como el quinto cultivo más importante en referencia a flores cortadas (Hanks, 2015).

2.2.2. Taxonomía

Como lo menciona Marzocca (1985), el *Lilium* sp., posee la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Liliidae
Orden: Liliales
Familia: Liliaceae.
Género: *Lilium* L.
Subgéneros: *Cardiocrinum*, *Eulirion* y *Liliocharis*.

Las especies del género *Lilium* son destinadas al cultivo de flores cortadas, también para macetas y de jardín (Tejeda, Ríos, Trejo y Vaquera, 2015). Las más codiciadas son *L. longiflorum* Thunb, de flores blancas, y los híbridos asiáticos que presentan formas y colores muy variados, los híbridos orientales de flores grandes, aromáticas y bastante vistosas; y, los producidos por la hibridación entre *Lilium longiflorum* Thunb x híbridos asiáticos (LA), *Lilium longiflorum* Thunb x híbridos orientales (LO), híbridos orientales x híbridos asiáticos (OA), e híbridos orientales x híbridos trompeta (OT) (Espinosa, Mejía y Rodríguez, 2010).

2.2.3. Descripción morfológica

Los bulbos tienen forma de escamas y de renovación a varios años. También poseen flores grandes de calidad y atractivos colores. Estos a su vez son de tres tipos: copa (cáliz), trompeta o turbante. Además, sus tallos pueden llegar hasta un metro con hojas sésiles (Luna et al., 2016).

- **Sistema radicular:** Sirve de paso para el intercambio de sustancias del suelo o sustrato con el brote, un sistema radicular fuerte mejora el desarrollo y crecimiento del brote.

Durante el crecimiento, los lirios desarrollan dos sistemas de raíces: el sistema de raíces basales y de tipo adventicias, las raíces basales principales se forman a partir del disco basal y son carnosas (Islam, Roni y Shimasaki, 2017). La función principal es de almacenar agua y disponer de nutrientes de reserva para la planta, básicamente en la primera fase de desarrollo. Mientras que, las raíces adventicias aparecen por encima del bulbo, completando la función de las raíces basales (Song, 2017).

- **Bulbo:** Escamoso conformado por hojas modificadas con un disco en su base, estas hojas son gruesas con una forma triangular, generalmente de color blanco, que sirven para almacenar agua y sustancias de reserva (Beyl y Trigiano, 2008).
- **Tallo modificado:** El disco basal contiene una yema rodeada por escamas, la cual al brotar produce un tallo, y al final originará la inflorescencia, mientras se formará

una nueva yema que dará lugar a la floración del año siguiente (Leyva, Magos y Mariscal, 2010). Por lo general, los *Lilium* producen las “raíces de tallo”, ya que salen de la parte enterrada por encima del bulbo, y son primordiales para la absorción de agua y nutrientes (Luna et al., 2016).

- **Hojas:** Entre 20 y 150 hojas, de formas elípticas y lanceoladas, con dimensiones de 10 a 15 cm de largo y de uno a tres cm de ancho; según el tipo algunas son verticiladas, sésiles o pecioladas (Cubría-Radio, Arrom, Puig y Munné-Bosch, 2017). Generalmente, son pubescentes o glabras, con nervios paralelos y de color verde oscuro (Luna et al., 2016).
- **Flores:** Grandes; sus sépalos y pétalos forman un perianto de seis tépalos desplegados o curvados, mostrando la apariencia de trompeta, turbante o cáliz a la flor. Asimismo, pueden ser erectas o colgantes (Treder, 2001). Por otra parte, referente al color, existen diversidad de colores, blanca, roja, rosa, amarillo y combinación de ellas. Además, poseen de cuatro a seis botones por cada planta (Luna et al., 2016).
- **Fruto:** Presenta forma de cápsula trilocular con dehiscencia loculicida (dehiscencia dentro de la cápsula cuando se abren por los nervios medios de los carpelos) independiente, y proporciona por lo general 200 semillas, con una forma aplanada y alada (Luna et al., 2016).
- **Propagación:** Las variedades se propagan por medio de esquejado de escamas, o de bulbillos de los laterales de las hojas. Este cultivo alcanza su tamaño comercial en aproximadamente dos años, asimismo la reproducción por semillas se lo realiza para fines de fitomejoramiento o en variedades cuyos fines sean para jardines (Ruffoni, Mascarello y Savona, 2011).

2.2.4. Clasificación del lirio

International Flower Bulb Centre (I.B.C, s.f) refiere que los lirios históricamente se han clasificado en; híbridos asiáticos, orientales y longiflorum. Cada uno posee características particulares tanto positivas como negativas, las que se detallan a continuación:

- Híbridos asiáticos. - Presentan una amplia variedad de colores, con una floración intensa y de menor calibre a comparación de los híbridos orientales (Jo, Ramzan, Son, Kim y Lim, 2018). Por otra parte, los híbridos asiáticos tienen las flores más pequeñas y menos exóticas a diferencia de los otros dos grupos. Sus calibres de bulbo son: 10-12 cm, 12-14 cm, 14-16 cm, 16-18 cm y 18 cm y más. A su vez, varios de sus cultivares tienen susceptibilidad natural de sufrir quemaduras en las hojas (Park, 2014).
- Híbridos orientales, producen flores atractivas y de forma única (Chang, Li, Hu y Fan, 2008). También disponen de un aroma fuerte y requieren de menos luz, pero se demoran más en producirse. Además, muestran poca variación del color y son susceptibles a sufrir algunas enfermedades. Conjuntamente con los híbridos OT, LO, OA, presentan calibres de bulbo entre 12-14 cm, 14-16 cm, 16-18 cm y 18 cm en adelante (I.B.C, s.f).
- Híbridos longiflorum, se diferencian por poseer flores grandes en forma de cáliz. Sin embargo, presentan características negativas como; la limitada gama de colores y la alta sensibilidad a los virus. Sus calibres están desde 10-12 cm, 12-14 cm, 14-16 cm, 16-18 cm y 18 cm y más (Lazare y Zaccai, 2017).

Por otra parte, los nuevos procesos de cultivo han permitido cruzar híbridos de un grupo con los de distinto grupo, con el fin de combinar características deseables de los diferentes grupos, entre ellas la resistencia a las enfermedades (Massodi y Nayeem, 2018). Esta mejora ha producido nuevos grupos dentro de la variedad de *liliums*. Cada uno con sus respectivos cultivares que indican diversidad de formas, colores y rentabilidad en distintos ámbitos. En consecuencia, ha sido un avance necesario para mantener el interés de los clientes. De ahí que incluso muchos de ellos puedan pedir nuevamente el producto (Grassotti y Gimelli, 2011).

De acuerdo con I.B.C (s.f), en la actualidad se presentan los siguientes grupos dentro de la variedad de *liliums*:

Híbridos LA: Resulta del cruce entre híbridos longiflorum y asiáticos (1970)

Híbridos OT: Cruce entre híbridos orientales y trompeta (1980)

Híbridos LO: Cruce entre híbridos longiflorum y orientales (1990)

Híbridos OA: Cruce entre híbridos orientales y asiáticos (1995)

2.2.5. Requerimientos agroclimáticos

a. Suelo o sustrato

Debe ser suelto y con bajas concentraciones de sales. Pudiendo tolerar un rango máximo que va desde 1.5 a 2 dS/m. El suelo o sustrato donde vaya a cultivar lirios, debe tener una adecuada cantidad de materia orgánica y capacidad de retener agua. Además, debe presentar un buen drenaje, con suficiente profundidad de 40 cm. Para el cultivo de híbridos asiáticos y LA, se recomienda un pH de 6 a 7. Mientras que, para los híbridos orientales, OA, LO, OT, debe mantenerse un pH de 5.0 a 6.5 (Tribulato y Noto, 2001).

b. Fotoperiodo

Referente a la luz, si hay escasez aparecen las hojas pálidas, tallos débiles, aborto de botones, y las flores cortadas tienen menor vida útil en florero. Los cultivares asiáticos son más susceptibles a la falta de luz, por lo que requieren un mínimo de 300 watts.m⁻².seg PAR (Bach, Moazzam, Agata y Kędra, 2000). Esta situación se agrava en época de invierno y cuando se aplica mucha sombra para que aumente el largo de las varas florales. En el caso de que se necesite aplicar sombra en condiciones desfavorables, se recomienda sólo hasta que se pueda observar los botones florales. Posteriormente retirar la malla durante el crecimiento de los botones. Debido a que es la fase más sensible a la falta de luz. Por otra parte, un exceso de luz puede repercutir con tallos cortos por la disminución del largo de los entrenudos (Blom, Roberts y Tsujita, 1995).

c. Temperatura

La temperatura del suelo más recomendada para favorecer una buena formación de raíces oscila entre los 12 °C y 13 °C durante los primeros 30 días. Es oportuno no sobrepasar este

umbral. Por otro lado, la temperatura del aire apropiada según los híbridos de *Lilium* sp. son; híbridos orientales y OT un promedio de 15-17 °C. Cabe señalar que el límite máximo durante el día es 25 °C, y el límite mínimo en la noche de 15 °C. Mientras que, para los híbridos Longiflorum se requiere de un promedio de 14-16 °C. Destacando así, 22 °C como límite máximo del día y 15 °C durante la noche. En cuanto a los híbridos asiáticos y LA, un promedio de 14-15 °C. No obstante, el límite máximo en el día es 25 °C y 10 °C como límite máximo en la noche (Francescangeli y Marinangeli, 2018).

El incremento de la temperatura promedio, puede reducir la duración de las etapas fenológicas de los cultivos. Como resultado, la acumulación de grados día sería más alta. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la exposición a temperaturas muy elevadas puede tener consecuencias negativas sobre todo en el rendimiento de los cultivos (Jardar y Roar, 2000).

d. Humedad relativa

En cuanto a humedad relativa favorable, se encuentra en el rango de 75 a 80%. Valores superiores pueden provocar menor transpiración del cultivo, lo que manifestaría una reducción en el transporte de minerales. En consecuencia, la planta puede sufrir síntomas de deficiencia de nutrientes y quemaduras en las hojas. Además, de aumentar la susceptibilidad de contraer enfermedades fúngicas (Lojíc, Vinterhalter, Subotić y Vinterhalter, 2015). La humedad relativa se puede bajar o regular dentro del invernadero, mediante calentamiento o ventilación (Francescangeli y Marinangeli, 2018).

2.2.6. Variedades

A continuación, en la Tabla 1 se describen las características más relevantes de las variedades de *Lilium* sp., y en la Figura 1 se muestra la fotografía de cada una de ellas.

Tabla 1

Características de las variedades de Lilium sp.

Características	VARIEDADES					
	Siberia	Sorbonne	Nova Zembla	Premium Blond	Tabledance	Concad'or
Color	Blanco	Rosado	Blanco	Blanco	Rosado	Amarillo
Ciclo	84 – 112 días	110 – 110 días	90 – 100 días	84 – 112 días	84 – 112 días	84 – 112 días
Vida en florero	12 días	12 días	12 días	12 días	12 días	12 días
Largo del tallo	80 cm	80 cm	80 cm	80 cm	80 cm	80 cm
Tamaño Botón	12 cm	14 cm	14 cm	12 cm	13 cm	12 cm
Disponibilidad	Todo el año	Todo el año	Todo el año	Todo el año	Todo el año	Todo el año
Tallo/bonche	10 tallos	10 tallos	10 tallos	10 tallos	10 tallos	10 tallos
Tip de cuidado	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.	Cortar la base de tallo 2 cm. Agua potable para hidratación y añadir comida floral.
Tip general	Usar agua limpia libre de bacterias.	Usar agua limpia libre de bacterias.	Usar agua limpia libre de bacterias.	Usar agua limpia libre de bacterias.	Usar agua limpia libre de bacterias.	Utilizar agua limpia libre de bacterias.
Condiciones que mejor dura en florero	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No en la luz directa.	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No luz directa.	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No luz directa.	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No luz directa.	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No luz directa.	Ambiente de 65% H.R. y 20°C. No luz directa.
Condiciones de transporte	2 – 4 °C y 70% H.R.	2 – 4 °C y 70% H.R.	2 – 4 °C y 70% H.R.	2 – 4°C y 70% H.R.	2 – 4 °C y 70% H.R.	2 – 4 °C y 70% H.R.

Fuente: Florisol (2019)

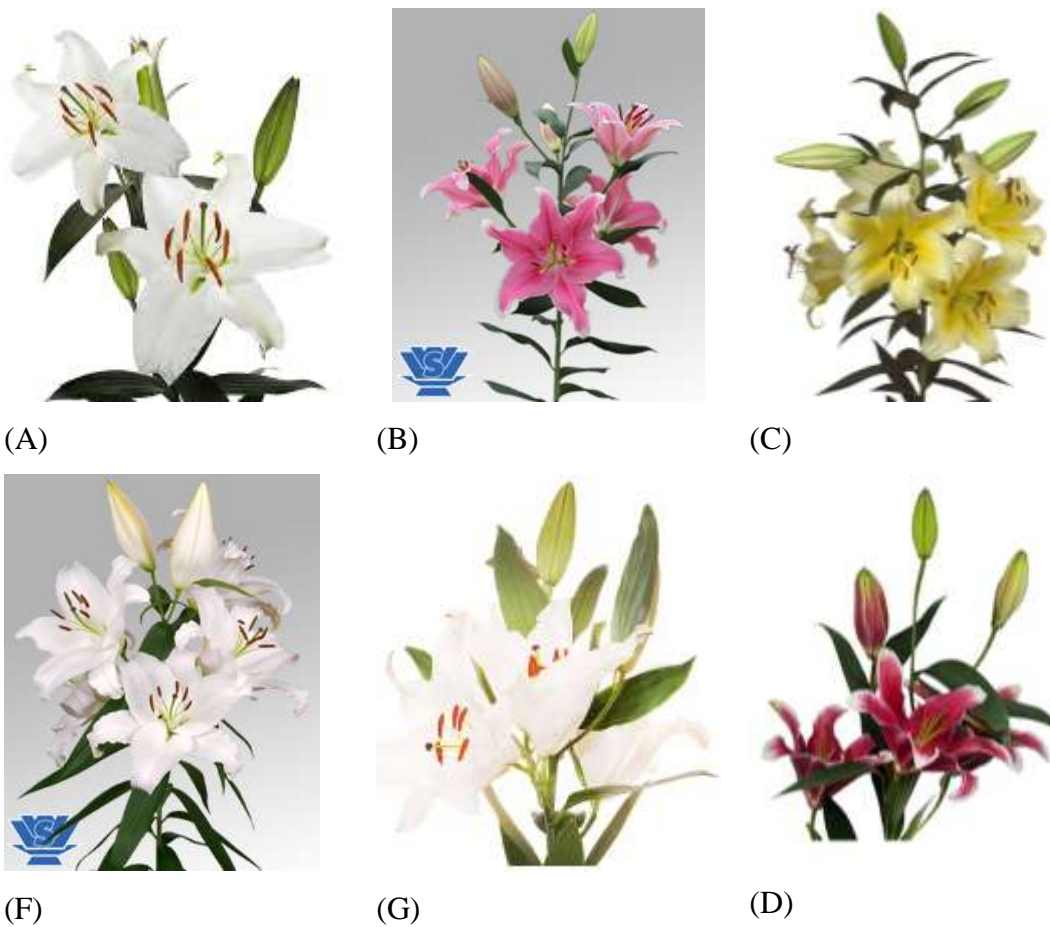


Figura 1. Variedades de Lilium sp.

Nota: (A) Siberia, (C) Concad'or, (D) Tabledance, (G) Premium Blond (Florisol, 2019).

(B) Sorbonne, (F) Nova Zembla (Sijm, 2017).

2.3. Crecimiento y desarrollo de las plantas

Se inicia a partir de la germinación de las semillas. Seguido por el alargamiento de las raíces y la salida de los tallos como las indicaciones primitivas del crecimiento y desarrollo de las plantas. Por lo tanto, comprende el ciclo de la fenología vegetal (Islam y Shimasaki, 2020).

2.3.1. Crecimiento

Es un incremento irreversible en el tamaño de las plantas, mismo que por lo general es acompañado por los cambios en la forma (Cordoba, 1976). Mientras que, otros autores

señalan que el crecimiento es una suma constante en el tamaño de un organismo, seguido de procesos como la morfogénesis y la diferenciación celular (Taiz y Zeiger, 2006).

Mohr y Schopfer (1995) definen que el crecimiento de los diferentes órganos de las plantas, es un proceso fisiológico complejo, que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división, elongación y diferenciación celular, entre otros. Además, está influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de población, calidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes. Un primer nivel de estudio, el crecimiento de las plantas, se enfoca en el aumento de materia seca en el tiempo (Coblentz, Akins, Kalscheur, Brink y Cavadini, 2018).

2.3.2. Desarrollo

El desarrollo de las plantas es cualitativo, y abarca procesos tanto de diferenciación como cambios estructurales y fisiológicos que provocan algunos eventos continuos (Bakhshaie, Khosravi, Azadi, Bagheri y Van Tuyl, 2016). Los cambios pueden ser graduales o repentinos, casi siempre ligados a un estado superior más complejo. Varios son los acontecimientos que pasan en el desarrollo de las plantas como; germinación, y floración. Aparecen repentinamente como un importante cambio en el proceso de crecimiento de la planta. Otros procesos se desarrollan en forma lenta o gradual, durante toda la vida de la planta o una parte de ella (Fernández, Gepts y López, 1982).

2.3.3. Fenología

La fenología de la planta es bastante sensible al cambio climático, por ello los cambios fenológicos de las plantas están estrechamente correlacionados con la variabilidad de temperatura. En zonas templadas, el ciclo de la planta está vinculado con la temperatura y el fotoperiodo. Sin embargo, existe una gran variación entre las especies, en cuanto a su duración, intensidad y frecuencia (Özen, Temeltaş y Aksoy, 2012).

Peñuelas y Filella (2001) manifiestan que en el campo agrícola aspectos como; cosecha idónea, el rendimiento potencial, la duración de desarrollo, el riesgo de daño por helada, la epidemiología de plagas o enfermedades y la calidad dependen de la fenología de las

plantas. El conocimiento oportuno de la fenología del cultivo permite emplear técnicas de manejo preventivas que aseguren la calidad de la flor.

Los estados fenológicos se basan en el estudio de los procesos que se llevan a cabo en los diferentes estados morfológicos, cada estado es específico y único de acuerdo a la especie. Además, el cambio de estado fenológico se considera cuando el 50% de los individuos hayan modificado su condición morfológica (Noriega, Preciado, Andrio, Terrón y Covarrubias, 2011).

2.3.4. Estados fenológicos en lirios

El lirio durante su ciclo de vida presenta una fase vegetativa y una reproductiva. Dentro del periodo vegetativo se destaca un estado fenológico, llamado estado vegetativo. En la cual la planta muestra sólo el crecimiento de altura y presencia de hojas. En cambio, la fase reproductiva, se visualizan cuatro estados en los cuales se forman los botones florales (C.Sánchez, comunicación personal, 23 de agosto del 2019).

a) Estado vegetativo

Comprende el periodo entre el trasplante del bulbo hasta el apareamiento del botón, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Estado vegetativo de *Lilium* sp.

Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.

b) Aparecimiento del botón

La iniciación floral se observa con el aparecimiento de los primeros botones, lo que explica que ha iniciado la etapa reproductiva del lirio. Esta fase se caracteriza porque sobre el tallo modificado de la planta, se observa cuatro a cinco pequeños botones florales (figura 3).



Figura 3. Estado fenológico
Aparecimiento del botón de *Lilium* sp.
Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.

c) Diferenciación botón

En este estadio fenológico, los botones empiezan a tomar distancia entre sí, además todos los botones ya manifiestan formación completa, es decir, presentan la forma característica de botón como se observa en la figura 4.



Figura 4. Estado fenológico
Diferenciación botón de *Lilium* sp.
Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.

d) Crecimiento botón

Este estado se caracteriza por el crecimiento de los botones, a medida que avanza este estado el botón aumenta en largo y diámetro (figura 5).



Figura 5. Estado fenológico

Crecimiento botón de *Lilium* sp.

Siberia, bulbo calibre 16-18 cm.

e) Madurez de cosecha

En esta fase, como referencia se tiene que los tallos de cinco botones, al menos una presenta color. En este punto se aprecia un botón floral globoso. También el corte del tallo alcanzará hasta 90 cm. Todos los botones de los tallos deben estar cerrados, a excepción del botón de la parte inferior, que muestra dos picos semi abiertos, como se observa en la figura 6 (Haddad, 2019).



Dos picos
semi abiertos

Figura 6. Estado fenológico

Cosecha de *Lilium* sp. Siberia,

bulbo calibre 16-18 cm.

2.4. Temperatura, desarrollo y crecimiento vegetal

Son diferentes de acuerdo al estado fenológico y también dependen del tipo de híbrido. Los híbridos orientales son más delicados a temperaturas mínimas, mientras que para los asiáticos es necesario que estas sean mayores (Chahín, 2006).

2.4.1. Temperatura umbral o base

La temperatura óptima de cada especie vegetal es única, para que su crecimiento y desarrollo presenten mejores respuestas. Así pues, la temperatura más baja que puede resistir la planta, y la más alta donde aún se desarrolla un cultivo, se les llama temperaturas umbrales (Mitchell, 2017). Bajo este rango de temperatura, el desarrollo de las plantas comienza a decrecer llegando a detenerse. En el caso del lirio, la temperatura base que se reporta es de 12 °C (Sun, Teixeira, Li y Li, 2007).

2.4.2. Influencia de la temperatura en lirio

Al igual que la luminosidad, la temperatura es fundamental para el rendimiento de *Lilium* sp. De acuerdo a su incremento tiende a disminuir el ciclo. Pero puede producir tallos sin botones florales, en particular si el aumento de temperatura coincide con la temporada de invierno. En cuanto a la temperatura óptima en la noche, oscila entre 12 °C a 15 °C. Por el contrario la del día se encuentra entre 18 °C a 24 °C (Inamoto, Nagasuga, Yano y Yamazaki, 2013). También es importante disponer de buena ventilación en el invernadero donde se cultive lirios (Suh y Roh, 2014).

Igualmente, es pertinente tener cuidado con la temperatura del suelo o sustrato donde se cultive. La cual debe poseer como óptimo 15 °C y mínimo 10 °C. Debido a que las altas temperaturas pueden provocar deformaciones a las flores, y tallos cortos. También quemaduras en el ápice de las hojas, trayendo consigo hasta el ataque de hongos (Islam, Roni y Shimasaki, 2017). Para ello se puede aplicar un blanqueador a la cubierta del invernadero. Esto como una medida de prevención, en conjunto con agua fría. Posteriormente aplicando sobre el suelo o sustrato, luego de la siembra. Y en otro caso algún protector que evite la llegada directa de la luz solar (Herrerros, 1983).

2.5. Grados día desarrollo

La temperatura es un punto clave en los cultivos. En efecto es primordial para la determinación de la fecha de siembra, cosecha y en algunas variables de producción (Bach, Moazzam, Agata y Kędra, 2000). Los grados día desarrollo (GDD por Growing Degree Days), o en otros casos las unidades térmicas (HU esto por Heat Units), son los índices más usados para calcular el desarrollo de las plantas (Angel, Widhalm, Todey, Massey y Biehl, 2017). Mismos que en ciertos casos han sido utilizados para varios sistemas de producción de hortalizas. Con el fin de predecir la madurez fisiológica, el número de días a la cosecha, y el momento adecuado para una próxima siembra (Holen y Dexter, 1997).

2.5.1. Definición

Las plantas acumulan cierta cantidad de calor, desde la germinación hasta la madurez de cosecha. Este valor acumulado es aproximadamente constante de acuerdo a la especie (Mohr y Schopfer, 1995). Por consiguiente, el desarrollo de la mayoría de cultivos puede ser pronosticado en base a la temperatura. A través de la aplicación de modelos matemáticos, que incluyen tiempos térmicos. En particular la metodología de grados día, los cuales emplean la temperatura base y media obtenida del día en un cultivo (Holen y Dexter, 1997). De manera que, al obtener datos acumulados de temperatura en un tiempo determinado, propicien los cambios fisiológicos de cada tipo de planta (Miller, Lanier y Brandt, 2018).

2.5.2. Métodos para el cálculo de grados día desarrollo

Existen varios métodos para calcular los Grados Día Desarrollo. Según la University of California (2016) los principales son: triángulo simple, triángulo doble, seno simple, seno doble, y el método residual.

El método del triángulo simple

Este método toma como referencia que la temperatura mínima del día llegará a ser la misma al siguiente día; en efecto muestra una curva de temperatura simétrica alrededor de la temperatura máxima, tomando forma de un sólo triángulo completo. Para este caso, los grados día se estiman calculando el área dentro del triángulo y entre los umbrales mencionados (figura 7) (University of California, 2016).

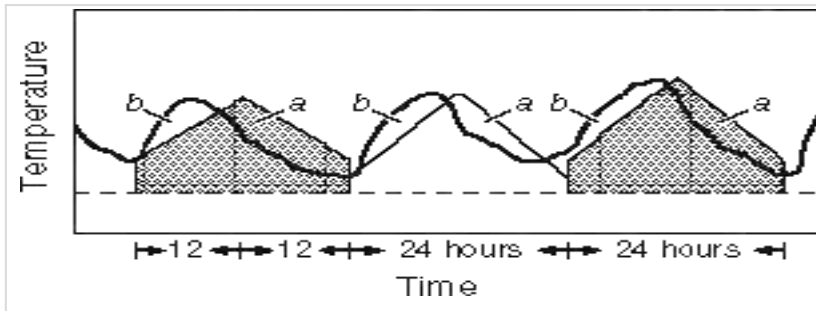


Figura 7. Método del triángulo simple.

Fuente: University of California (2016).

Nota: (b) primera mitad del día-área b, (a) segunda mitad del día-área a.

El método del triángulo doble

Tiene como principio separar al día en dos periodos de doce horas. Por tanto los grados día se estiman realizando el cálculo del área de cada triángulo y entre los umbrales. Como resultado, para calcular los grados en un día se deberán sumar los grados día acumulados de los dos medios días (figura 8) (Zalom, Goodell, Wilson, Barnett y Bentley, 1983).

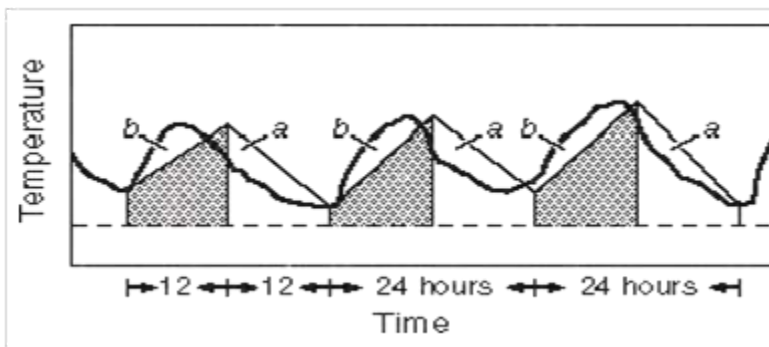


Figura 8. Método del triángulo doble.

Fuente: University of California (2016).

Nota: (b) primera mitad del día-área b, (a) segunda mitad del día-área a.

El método del seno simple

Se basa en utilizar las temperaturas mínima y máxima de un día para obtener una curva sinusoidal en el transcurso de 24 horas. Seguidamente, se calcula el área que se encuentra encima del umbral y por debajo de la curva. Como resultado, se obtendrá los grados día de ese día. Esta técnica estima que la temperatura posee una curva alrededor de la temperatura máxima (figura 9) (Wilson y Barnett, 1983).

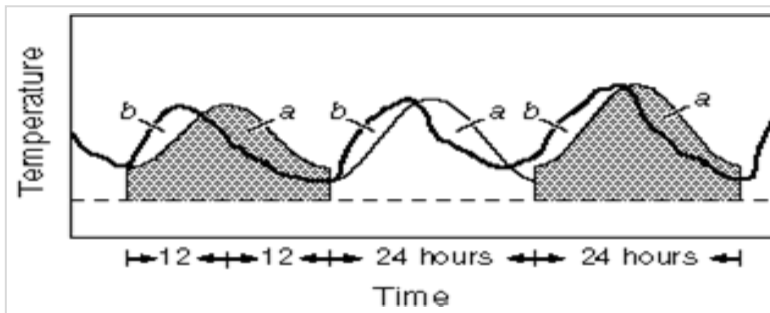


Figura 9. Método del seno simple.

Fuente: University of California (2016).

Nota: (b) primera mitad del día-área b, (a) segunda mitad del día-área a.

El método del seno doble

Propone una curva sinusoidal, que parte desde la temperatura mínima del día hasta la máxima del día. De modo que se ajusta a una curva sinusoidal, separada entre la temperatura más alta de un día hasta la temperatura más baja del día posterior. Por consiguiente, la suma de grados día que corresponden a los dos medios días, representan a la cantidad acumulada de grados día en un día (figura 10) (Baskerville y Emin, 1969).

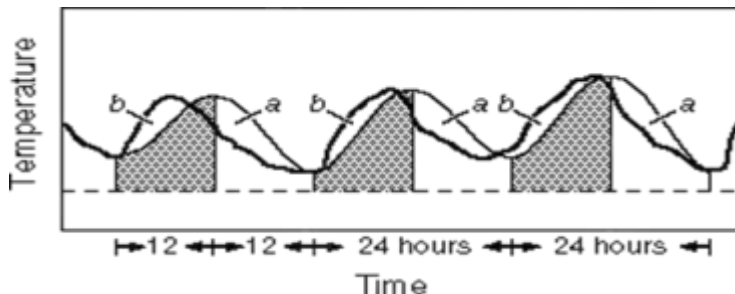


Figura 10. Método del seno doble.

Fuente: University of California (2016).

Nota: (b) primera mitad del día-área b, (a) segunda mitad del día-área a.

Método residual

Se basa en sumar las temperaturas máximas y mínimas del día, para luego dividir las entre dos obteniendo así la temperatura media, a la cual se deberá restarle la temperatura base, cuyo resultado dará los grados día acumulados en un día (Arnold, 1959; Yzarra, Trebejo y Noriega, 2009; University of California, 2016; Unigarro, Bermúdez, Medina, Jaramillo y Flórez, 2017), a continuación la fórmula matemática:

$$^{\circ}\text{D} = \left(\frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2} \right) - T_{\text{base}}$$

Donde,

T_{máx}: Temperatura máxima del día

T_{mín}: Temperatura mínima del día

T base: Temperatura base

Partiendo de la fórmula matemática anterior, los grados día se calculan de la siguiente manera:

$$^{\circ}\text{D} = T_m - x$$

Donde,

T_m: Temperatura media

x: Temperatura base

Además, Snyder, Spano, Cesaraccio y Duce (1999) hacen referencia a que en el método residual, los datos de °D deben ser calculados a diario. Luego se suman en cada periodo, con la finalidad de obtener los grados día en cada etapa de desarrollo de la planta. Resaltando que, si la temperatura media resultara inferior al umbral, los grados día toman el valor de 0 (Ring, Harris, Jackman y Henson, 1983).

2.6. Efecto de la luz en plantas

2.6.1. Fotoperiodo

La luz es un factor importante en la producción de flores de *Lilium* sp., ésta planta presenta un fotoperiodo largo, por ello en invernaderos donde exista presencia de periodos de invierno largos, es preferible la aplicación de luz artificial (Roh, 2011). Esta aplicación debe ser durante la noche de aproximadamente 2000 a 3000 lux alrededor de seis horas, aunque para los híbridos asiáticos se puede aplicar durante el atardecer o a la amanecida. La temporada adecuada para aplicar la iluminación es desde que las yemas florales empiezan a formarse hasta la floración, lo que sería entre tres a cuatro semanas (Suh y Roh, 2014).

2.6.2. Efecto de la luz en lirios

La falta de luz puede contraer efectos adversos como; botones florales deformes y secos, lo cual se presenta generalmente a finales de otoño e inicio de invierno en zonas geográficas alejadas del Ecuador (Inamoto, Nagasuga, Yano y Yamazaki, 2015). Por otro lado, el exceso de luz puede ocasionar en algunas variedades tallos florales muy cortos y reducir la intensidad de los colores. Los híbridos asiáticos por lo general son más exigentes que los híbridos orientales a la falta de luz (Treder, 2001).

El punto donde tiene mayor incidencia la luminosidad es cuando empiezan a formarse los botones florales. Por tanto, un manejo inadecuado de la luz en esta época, puede provocar pérdida de floración en ciertas variedades. Por otra parte, una de las técnicas que se ajusta adecuadamente a un gran número de variedades es el empleo de sombra a las plantas con una malla de color hasta alcanzar una altura de 30 cm a 40 cm. Posteriormente se deberá retirar para el aprovechamiento máximo de la luz en la formación de botones (Treder, 2001).

De la misma manera se deberá tener un manejo adecuado de luz mediante el marco de plantación, por ello debe ser más denso en plantaciones de primavera y verano, mientras que, para las sembradas en los días cortos de otoño o invierno, a la misma medida que el bulbo (Herreros, 1983).

2.6.3. Luz diaria integrada

La luz diaria integrada (DLI) hace referencia a la cantidad de PAR acumulada cada día por la planta en función de la intensidad de luz ($\mu\text{mol} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$) y la duración (día o 24 horas), esta unidad es expresada en moles de luz por metro cuadrado por día ($\text{mol} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$). La integral de luz diaria influye en el desarrollo de tallos, raíces de ciertas plántulas y esquejes; calidad final de las plantas, así como en el número de flores y diámetro del tallo y en el calendario de producción (Lopez y Runkle, 2008). Para que exista un crecimiento comercial aceptable en las plantas debe presentarse condiciones medianas de luz $10 - 20 \text{ mol} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ con producción de flores normales (Mah, Llewellyn y Zheng, 2020).

2.7. Marco legal

La investigación está enfocada a leyes que incentivan la producción nacional, aumento de la productividad, la consolidación estratégica en la economía internacional, tal como lo estipula en Constitución de de la República del Ecuador del 2008. Capítulo IV, Sección Primera: Sistema económico y política económica Art. 284.- Se incentiva la producción nacional , la productividad y competitividad de sistemas, el avance del conocimiento científico y tecnológico, la integración estratégica en la economía mundial y las actividades productivas que traen consigo a la integración regional. Asimismo impulsa el paumento de empleo y valora todas las formas de trabajo, tomando en cuenta el respeto a los derechos de los trabajadores Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008).

De igual forma en el Título VI, Capítulo Primero, Sección Séptima: Política comercial Art. 304.- Regula, incentiva y ejercen acciones con el fin de impulsar el ingreso por vía estratégica del país a la economía mundial. En tanto que, el Capítulo Sexto, Sección Primera: Formas de organización de la producción y su gestión Art 319.- El Estado promueve varias formas de producción que aseguren el buen vivir de la población, además fomenta la producción para que pueda satisfacer la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional. Por consiguiente el Art. 320.- Fomenta la producción en cualquiera de sus formas, pero sujeta a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008).

Consecuentemente en el Título VII, Capítulo Primero, Sección Octava: Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales Art. 385.- En el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tiene como finalidad la de generar, adaptar y difundir los conocimientos científicos y tecnológicos, también desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, aumenten la eficiencia y la productividad, mejoren la calidad de vida y aporten a la realización del buen vivir Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Florícola Florisol Cía. Ltda., ubicada en la parroquia Chavezpamba, Cantón Quito, Provincia de Pichincha, con las coordenadas geográficas de latitud $0^{\circ} 7' 56''$ Norte y una longitud de $78^{\circ} 24' 51''$ Oeste, a una altitud de 1 925 m.s.n.m (Figura 11).



Figura 11. Ubicación geográfica de la florícola Florisol.

3.1.1. Condiciones climáticas

De acuerdo a (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San José de Minas [GAD San José de Minas], 2015), la florícola Florisol posee las características climáticas descritas a continuación:

Temperatura media:	8-22°C
Precipitación media anual:	400 hasta 3000 mm anuales
Suelo:	Textura Franco Arenoso
pH:	6.5 – 7.0

3.2. Materiales, equipos, insumos

En la determinación de grados día desarrollo de variedades de *Lilium* sp., se utilizó materiales de campo, material experimental, insumos y equipos, mismos que se encuentran descritos en los siguientes literales.

3.2.1. Materiales

En la tabla 2 se detallan los materiales que se utilizaron en la presente investigación:

Tabla 2

Materiales, insumos, y equipos.

Materiales de campo	Material experimental	Insumos	Equipos
Pala, rastrillo, tijera	Variedades de <i>Lilium</i> sp.	Cascarilla de arroz quemada	Dataloggers
Rótulos y etiquetas Flexómetro		Fibra	Sensor de luz Calibrador digital
Libreta de campo			

3.3. Métodos

3.3.1. Factor de estudio

El factor de estudio fueron las seis variedades de *Lilium* sp.

Factor: Variedades de lirio (V)

- V1SB: Variedad Siberia
- V2SN: Variedad Sorbonne
- V3NZ: Variedad Nova zembra
- V4PB: Variedad Premium blond
- V5TD: Variedad Table dance

- V6CD: Variedad Concad'or

3.3.2. Diseño experimental

La estructura de la investigación permitió aplicar un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres bloques. El factor variedad se ubicó de manera al azar en los tres bloques, como se muestra en la figura 12.

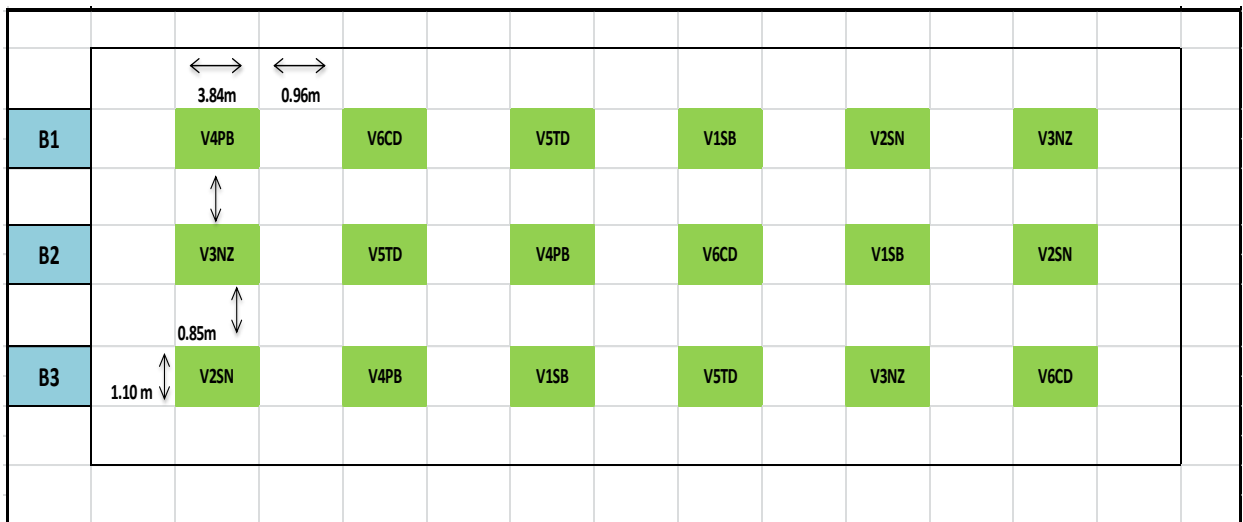


Figura 12. Distribución del experimento.

3.3.3. Características del experimento

El diseño del área experimental en la evaluación de grados día desarrollo en la fenología de variedades de *Lilium* sp., constó de las características que se encuentran descritas a continuación:

- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 18
- Área total del ensayo: 312 m²

3.3.4. Características de la unidad experimental

En la tabla 3 se encuentra de forma detallada la unidad experimental.

Tabla 3

Descripción de la unidad experimental.

Descripción	Total
Bloques	3
Número de unidades experimentales	18
Largo unidad experimental	3.84 m
Ancho unidad experimental	1.10 m
Área por unidad experimental	4.22 m ²
Distancia entre unidad experimental	0.96 m
Distancia entre plantas	0.12 m
Densidad de siembra	60 plantas/m ²
Número de plantas por unidad experimental	256
Número de plantas a evaluar	100
Área total	312 m ²

3.3.5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT versión 2018. Se realizó una prueba Fisher a un nivel de significancia de 5%, para comparar la altura de planta, grosor de tallo, diámetro de botón, en cada etapa fenológica de las variedades en estudio, así como el número de botones a la cosecha. Se realizaron correlaciones entre variables morfológicas y ambientales, con la acumulación de grados día desarrollo, para saber si estas variables pueden servir como predictores de cambios fenológicos. A continuación, en la tabla 4, se detalla el esquema de análisis de varianza ADEVA de las variedades en un diseño de bloques completos al azar.

Tabla 4

Descripción del ADEVA.

Fuentes de variación	G.L
Bloque	2
Variedades	5
Error	10
Total	17

a) Tamaño de muestra

Para la muestra se consideraron 100 plantas por unidad experimental, de las cuales se seleccionaron el 50% que representan el cambio de estado fenológico, con una totalidad de 1800 plantas en estudio, a las que se dio seguimiento en cada estado fenológico durante todo el ciclo del cultivo.

3.3.6. Variables evaluadas

a) Grados día desarrollo (GDD)

Para determinar la acumulación de grados día desarrollo se realizaron mediciones diarias de temperatura dentro del invernadero. Donde se colocó dos dataloggers modelo RHT10 tomando como referencia a una altura de la mitad de la planta, al inicio y final de la cama, de manera que se obtuvieron datos reales. La temperatura se registró a diario cada 10 minutos con la finalidad de obtener la temperatura máxima y mínima del día, misma que se reportó en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), los datos fueron descargados del registrador de datos modelo RHT10 y colocados en una base de datos.

Los GDD fueron calculados por el método residual, los cuales se registraron desde el trasplante hasta la cosecha, en cada una de las variedades a evaluar y el resultado fue expresado en $^{\circ}\text{C}$, siendo la temperatura base de 12°C .

b) Estados fenológicos

Las etapas fenológicas que se observaron en campo fueron; estado vegetativo (EV), aparecimiento de botón (AB), diferenciación de botón (DB), crecimiento de botón (CB), y cosecha (CO). Mismas que, tuvieron un seguimiento de tres veces por semana en etapa vegetativa y cinco veces por semana en la etapa reproductiva. Y se reportaron, cuando el 50% de la muestra, presentó modificación en su condición morfológica, de acuerdo a cada estado fenológico. Además, se registró la fecha de cambio de cada fase fenológica y se sumó los días transcurridos entre un estado y otro.

c) Altura de planta

La longitud del tallo fue medida al inicio de cada etapa fenológica, en 50 plantas de cada variedad de lirio, seleccionadas aleatoriamente en los tres bloques. Para esta labor se utilizó un flexómetro, y las mediciones se realizaron desde la base de la planta hasta el inicio del ápice.

d) Grosor del tallo

Esta variable fue medida de igual manera en 50 plantas por variedad de lirio, en los tres bloques. Para lo cual se empleó un calibrador digital y los datos fueron registrados al inicio de cada etapa fenológica, a partir que se observó la aparición de botón hasta la cosecha.

e) Diámetro de botón

A partir del estado fenológico diferenciación de botón, se comenzó a tomar datos de diámetro de botón con ayuda de un calibrador digital, hasta el estado de cosecha que fue entre 11 a 14 semanas, dependiendo la variedad.

f) Número de botones

Para esta variable, se realizó el conteo manual de los botones florales en 50 tallos de cada variedad, en la etapa de cosecha, dicho estado se caracterizó por presentar dos picos semi abiertos en al menos dos botones por planta. Determinando así, el promedio del número de botones alcanzados por cada una de las variedades de *Lilium* sp.

3.4. Manejo específico del experimento

3.4.1. Preparación del sustrato semi-hidropónico

El primer paso fue retirar todos los residuos de la cosecha anterior, incluyendo raíces y sustrato del cultivo. Luego se desinfectó la cama con materia orgánica/quitosano, a una dosis de 70 cm³ de producto en 100 l de agua. Posteriormente sobre la cama con base de plástico negro, se colocaron 160 kg de cascarilla de arroz quemada, esto con el fin de mejorar la capacidad de retención de humedad, y 40 kg de (turba negra/polvo de turba) por

cama. Después, con ayuda de una pala y rastrillo, se distribuyó homogéneamente la cascarilla y fibra. Por último, se agregó agua para humedecer la cama.

3.4.2. Antes del trasplante

Los bulbos que fueron previamente almacenados en cuarto frío a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, se ubicaron en un cuarto a temperatura ambiente para aclimatar, cuatro días antes de la siembra. De esta manera, las raíces de los bulbos y la de los tallos tienen la oportunidad de comenzar a crecer. Luego de transcurrir los cuatro días, previo a la siembra, se desinfectaron los bulbos con Ridomil, cuyo producto tiene una concentración de (40 g/kg de Metalaxyl-M + 640 g/kg de Mancozeb), a una dosis de 100 g en 100 l de agua en un tacho.

3.4.3. Siembra

Se colocó una malla metálica sobre la cama con la densidad de siembra entre plantas de 12 cm por 12 cm. Luego se humedeció la cama y se procedió a la siembra de bulbos con una pala metálica pequeña. Seguidamente se colocó cinco mangueras por cama, a una separación de 22 cm entre las mismas, estas sirvieron posteriormente para la fertirrigación. Más adelante se ubicó sarán para dar sombra del 65% a las plantas, y se retiró a las cuatro semanas posteriores.

3.4.4. Riego

Transcurrido una semana, se aplicó riego de 70 cm^3 por planta. Con una duración de 6 minutos.

3.4.5. Fertilización

En la tabla 5 se detalla el programa de fertirrigación que utiliza la finca Florisol para el cultivo de lirios. Además, en los anexos 1 y 2 se especifican las fuentes de cada fertilizante aplicado en el tanque A y B:

Tabla 5

Programa de fertirrigación empleado por la finca Florisol en un área de 7638.4 m².

Día	Agua (l)	Tanques			V Total (l)	ppm										
		A	B	C		N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
L	40000	200	195	180	40575	144.58	48.00	144.72	49.89	37.58	148.18	2.01	1.60	0.28	0.36	0.19
M	40000	275	275	250	40800	198.09	67.32	201.06	69.96	52.70	202.63	2.75	2.19	0.38	0.49	0.25
Mi	40000	215	205	290	40710	154.64	50.30	152.93	52.27	39.37	158.77	2.15	1.72	0.30	0.38	0.20
J	40000	200	200	215	40615	144.72	49.18	146.89	51.11	38.50	148.04	2.01	1.60	0.28	0.36	0.19
V	40000	230	225	285	40740	165.63	55.16	166.10	57.33	43.18	169.72	2.30	1.83	0.32	0.41	0.21
S	40000	220	220	190	40630	159.13	54.08	161.52	56.20	42.34	162.78	2.21	1.76	0.30	0.39	0.20

Se aplicaron 164.02 litros de esta solución de fertilización por cada cama, la misma que tenía una superficie de 30.8 m². En un periodo de tiempo de tres veces por día, a las 8 am, 11 am y 2 pm, con una duración de 6 min por pase. Desde lunes hasta el sábado, mientras que el domingo se usó sólo agua.

Además, para la fertilización foliar se aplicaron metalosatos de calcio, hierro, manganeso, a una dosis de 300 g de cada producto en 300 l de gua. También, se agregó éter fenol poliglicólico, por ser una sustancia activa que disminuye la tensión superficial del agua, mejorando la adherencia y dispersión de preparados. La frecuencia fue dos veces a la semana, los días martes y viernes, con una dosis de 300 l para 80 camas.

3.4.6. Conductividad eléctrica y pH

La C.E se encontró entre 5.80 a 6.40, mientras que el pH del sustrato osciló entre 5.8 a 6.40.

3.4.7. Fumigación

Para el control de pulgones, se realizó la aplicación de sulfoxaflor. A una dosis de 18 cm³ de producto en 100 l de agua. Sólo cuando existía la presencia de estos áfidos.

3.4.8. Labores culturales

Ubicación de una malla en la parte baja para realizar la siembra y alzada de las mallas conforme las plantas aumentaron de tamaño, y la limpieza de caminos.

3.4.9. Cosecha

Se realizó luego de 11 semanas y cinco días en la variedad más precoz, hasta las 14 semanas que fue la más tardía, cuando ya se observó el color y el estrellado en la parte superior del botón, de acuerdo a la variedad.

3.4.10. Luz diaria integrada

Se obtuvo mediante la medición de la radiación fotosintética activa (PAR), para ello se utilizó un equipo Quantum sensors 100 marca Apogee Instruments, ubicada en un punto específico de la finca, el cual fue calibrado para medir la radiación fotosintéticamente activa cada 15 minutos. Para ello, fue necesario disponer de un programa GalGraph (Meteorologic Info.gal), mismo que permitió la descarga de información programada. Posteriormente se precedió a transformar PAR a luz diaria integral (DLI).

3.4.11. Humedad relativa

Para este parámetro se utilizó dos dataloggers modelo RHT10, marca Extech, ubicado como referencia a la mitad de la planta, al inicio y final de la cama. La humedad se registró diariamente cada 10 min y con esta información se obtuvo un valor promedio por día, y fue reportada en %.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se resumen los resultados más importantes de la investigación, centrándose principalmente en las variables grados día desarrollo (GDD), estados fenológicos, altura de planta, grosor de tallo, diámetro de botón, número de botones; para establecer el desarrollo fenológico de la planta.

4.1. Grados día desarrollo

En la Tabla 6, se observan los resultados obtenidos de la suma de la acumulación de grados día requeridos para el cambio entre los estados fenológicos, en cada una de las variedades.

Tabla 6

Número de días y grados día acumulados para el cambio de estado fenológico en seis variedades de Liliium sp.

Variedades	EV		AB		DB		CB		CO		
	Días	GDD	Días	GDD	Días	GDD	Días	GDD	Días	GDD	
Híbrido Oriental	Siberia	39	459.4	10	141.8	35	391.0	13	130.5	1	11.3
	Sorbonne	41	486.5	11	138.0	24	269.9	11	133.6	1	11.9
	Nova Zembla	38	444.5	10	144.6	28	305.3	11	133.6	1	11.9
	Premium	36	421.5	16	203.0	21	235.6	18	207.7	1	8.7
	Blond										
Híbrido OT	Table Dance	38	444.5	14	180.0	15	165.8	13	154.5	1	12.4
	Concad'or	32	372.3	13	174.0	17	184.6	20	238.2	1	12.3

Nota: (EV) Estado Vegetativo, (AB) Aparecimiento Botón, (DB) Diferenciación Botón, (CB) Crecimiento Botón, y (CO) Cosecha

La Figura 13, muestra que la variedad Concad'or de los híbridos OT reportó la menor cantidad de grados día (372.3 GDD), en contraste, Premium Blond reportó los menores valores (421.5 GDD) en los orientales, durante la etapa EV. Mientras que, dentro de los valores más altos para esta etapa tanto en los OT como en los orientales fueron 444.5 GDD y 486.5 GDD respectivamente, correspondientes a las variedades Table Dance y Sorbonne.

Por consiguiente, se recalca una diferencia de (49.2 GDD) entre los valores más bajos acumulados en los dos grupos de híbridos. En cambio, dentro de los valores más altos existió una diferencia de (42 GDD), con respecto a las variedades Sorbonne y Table Dance.

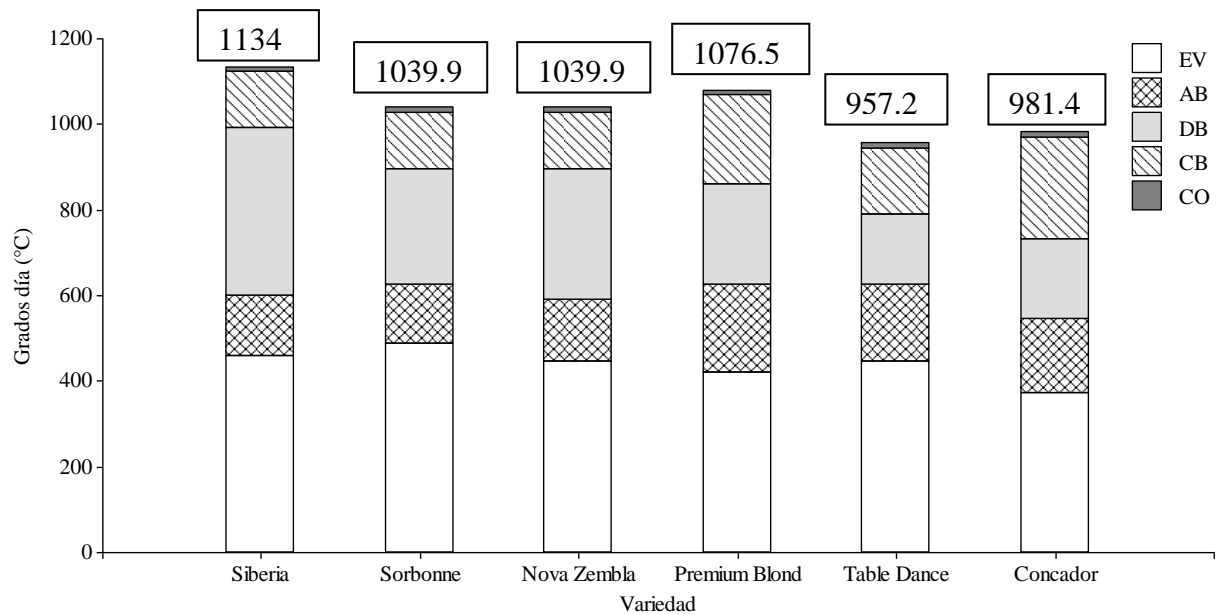


Figura 13. GDD requeridos para el cambio de estado fenológico en seis variedades de *Lilium* sp.

Nota: (EV) Estado Vegetativo, (AB) Aparecimiento Botón, (DB) Diferenciación Botón, (CB) Crecimiento Botón, y (CO) Cosecha.

Por otro lado, durante la etapa AB la variedad Sorbonne de los Orientales presentó la menor cantidad de grados día (138 GDD) en relación a Concad'or de los OT (174 GDD). Tomando en cuenta que en el acumulado global hasta este estado, Concad'or reporta menor cantidad (546.3 GDD) respecto a Sorbonne (624.5 GDD). En cambio, los valores más altos tanto en los Orientales y los OT fueron 203 y 180 GDD que correspondieron a Premium Blond y Table Dance. En efecto, existe una diferencia de 36 GDD entre Concad'or y Sorbonne, los valores más bajos tanto del grupo de los OT como de los Orientales: por el contrario, dentro de los valores más altos de los dos grupos de híbridos, se observó una diferencia de 23 GDD entre las variedades Premium Premium Blond y Table Dance en el estado AB.

En el estado DB, Table Dance del grupo de los OT presentó el acumulado más bajo (165.8 GDD) con respecto a Premium Blond con el valor más inferior de los Orientales (235.6 GDD). Mientras tanto, las variedades Siberia y Concad'or presentaron los valores más altos en cada grupo de híbridos (391 y 184.6 GDD respectivamente). Así pues, existe una diferencia de 69.8 GDD entre los valores más inferiores de los dos grupos de híbridos, que corresponden a Premium Blond y Table Dance; en cambio entre los valores más altos acumulados se observó una diferencia del 206.4 GDD con respecto a Siberia y Concad'or.

En la etapa CB, los híbridos Orientales presentaron bajos valores acumulados de grados día (130.5 – 207.7 GDD), cuando fueron comparados con los híbridos OT (154.5 – 238.2 GDD). La variedad que menos grados día acumuló fue Siberia (130.5 GDD) de los Orientales, mientras que Table Dance (154.5 GDD) fue la de menor valor acumulado en los OT. Por el contrario, la variedad que más grados día requirió fue Concad'or (238.2 GDD) de los OT, asimismo Premium Blond (207.7 GDD) fue la de mayor valor en los Orientales. Por consiguiente, existe una diferencia de 24 GDD entre las variedades Table Dance y Siberia de menor valor acumulado de los dos grupos de híbridos. En cambio, se reportó 30.5 GDD de diferencia entre las variedades Concad'or y Premium Blond de mayor grados día acumulados.

Igualmente, se observó los grados días transcurridos en la etapa CO. Donde los híbridos Orientales mostraron valores más inferiores (8.7 – 11.9 GDD), cuando fueron comparados con los híbridos OT (12.3 – 12.4 GDD). La variedad con menos grados día acumulados de los Orientales fue Premium Blond (8.7 GDD), en cambio Concad'or (12.3 GDD) fue la de menor valor de los OT. De igual manera, la variedad Table Dance reportó la mayor cantidad (12.4 GDD) de los OT al igual que Sorbonne y Nova Zembla de los Orientales con (11.9 GDD). Existió una diferencia de 3.6 GDD entre la variedad Concad'or y Premium blond de las que acumularon menor cantidad en este estado. Asimismo, se presentó una diferencia del 0.5 GDD al comparar Sorbonne y Nova Zembla de mayor valor.

Al comparar los grados día acumulados desde el EV hasta la CO, la variedad Table Dance acumuló la menor cantidad de grados día (957.2 GDD) en el grupo de los híbridos OT, al igual que Sorbonne y Nova Zembla (1039.9 GDD) de los Orientales. De ahí que existe una

diferencia del 82.7 GDD entre las variedades de menor cantidad acumulada. Mientras que, se reportó una diferencia de 152.6 GDD al realizar la comparación de Siberia y Concad'or de mayor valor acumulado.

De acuerdo a Erwin y Heins (1990) en la variedad Nellie White de *Lilium longiflorum* Thunb, bajo una temperatura promedio de 22 °C, requirió 478 GDD para el desarrollo de botones florales, desde botón visible (AB) hasta la cosecha (CO). En el presente ensayo la variedad Table Dance de los híbridos OT, cultivada a una temperatura promedio de 23.68 °C, acumuló 512.7 GDD durante el periodo de AB hasta la etapa de CO, superior en 6.77 % respecto al aporte de los autores mencionados, aunque las dos variedades pertenecen al mismo género de *Lilium*, y la misma especie. Esta diferencia de porcentaje puede estar asociada al efecto de la temperatura. Como lo mencionan Lucidos et al. (2013), la temperatura diaria promedio y la alta del día tienen un efecto directo en el tiempo requerido para el desarrollo de los botones florales.

Según Ubilla, Schiappacasse y Carrasco (2001) en *Lilium formolongi* H, reportaron 1940 a 2299 GDD desde la siembra hasta el estado de CO, aunque no se observa la temperatura base usada para ese estudio, tampoco la temperatura de invernadero. Superando así en 41.55 % a Siberia, la variedad que más GDD acumuló en el presente ensayo. Cabe recalcar, que *Lilium formolongi* H tiene la particularidad de florecer a partir de semilla, en un periodo menor a un año. A diferencia de los demás híbridos de *Lilium*, los cuales son propagados vegetativamente por medio de bulbos.

Ha sido demostrado que la temperatura es un factor importante que afecta el crecimiento de *Lilium*, lo que resulta en aumentos o retrasos en el desarrollo (Mojtahedi, Masuda, Hiramatsu, Lam y Okubo, 2013). De ahí que en la variedad más tardía Siberia, particularmente en el estado DB se podría aumentar 5 °C de temperatura, ya que es la etapa donde mayor cantidad de grados día necesita acumular. Suponemos que al incrementar la T en esta fase podría llegar más rápido a la siguiente etapa CB, y por ende acortar su ciclo, para que el punto de corte sea más temprano. Tomando en cuenta que, la tasa fotosintética neta por planta de Siberia es baja en etapa de follaje pero aumenta rápidamente en las etapas de floración y capullo visible (Inamoto, Nagasuga, Yano y Yamazaki, 2016).

Por otra parte, Rodríguez y Flórez (2006) reportaron que en la variedad Charlotte de *Rosa* spp., la cosecha más precoz se dio a los 906.3 GDD, en cambio, la variedad Freedom reportó cosecha a los 892.9 GDD. En contraste, en la presente investigación la variedad más temprana Table dance acumuló 957.2 GDD. Por ende, las dos variedades de rosas mencionadas por los autores necesitaron menos cantidad de GDD en comparación a la variedad más precoz Table Dance de *Lilium* sp. De manera que, al ser dos especies distintas no requieren la misma cantidad de grados día. Aunque en rosas, la velocidad con la que se desarrolla el botón hasta convertirse en vástago está influenciada directamente por la temperatura, por otro lado, las temperaturas elevadas conducen a la producción de mayor número de tallos, pero de flores más cortas (Hoog, 2001). Mientras que en *Lilium* sp., el grado día de desarrollo es un factor principal que influye en la velocidad de desarrollo de la inflorescencia una vez que ya se ha diferenciado, por lo que la temperatura es el factor clave en la apertura de los botones florales y también define el número de botones florales en desarrollo (Mosonyi, Tilly-Mándy, Kohut y Honfi, 2019).

Número de días

En la figura 15, se observa el número de días requeridos en cada estado, desde EV hasta la etapa CO, diferenciándose entre cada tipo de híbrido.

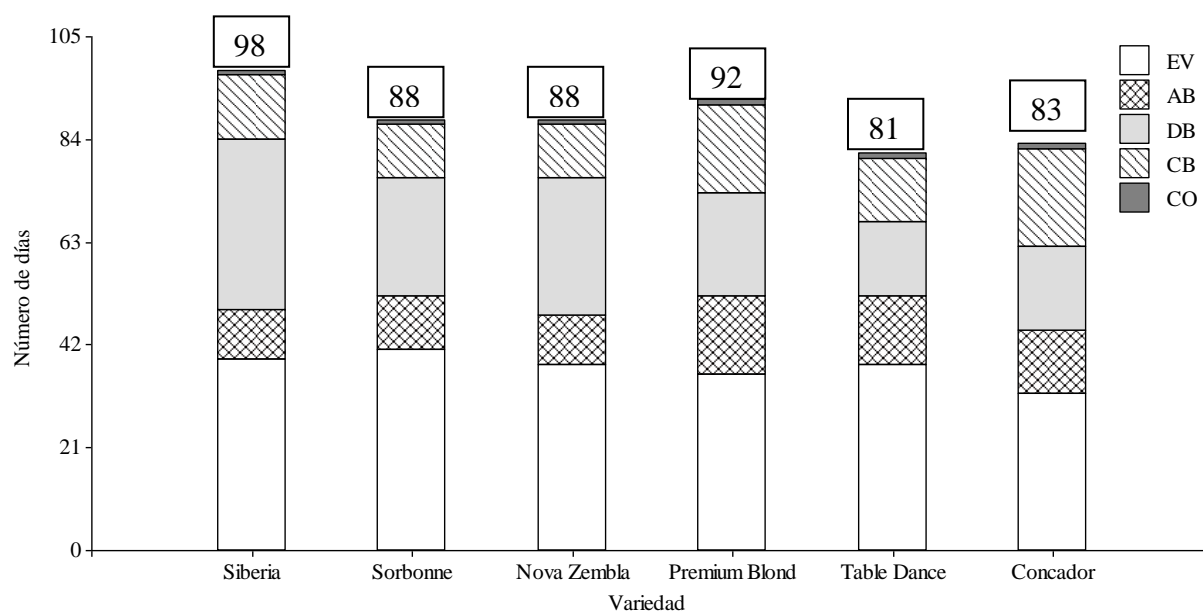


Figura 14. Número de días acumulados para el cambio de estado fenológico en seis variedades de *Lilium* sp.

Los resultados obtenidos muestran que en el estado EV, los híbridos OT acumularon menor número de días (32 - 38 días) cuando fueron comparados con los Orientales (36 – 41 días). La variedad Concad'or tardó 32 días, siendo la de menor días acumulados de los OT, en cambio Premium Blond necesitó 36 días al ser la que menos días acumuló de los Orientales. Por el contrario, Sorbonne fue la que más días requirió (41 días) de los Orientales, mientras que de los OT fue Table Dance (38 días). Mostrando así, una diferencia de cuatro días entre las variedades Premium Blond y Concad'or que acumularon menor número de días de los dos grupos de híbridos, también existió una diferencia de tres días con las variedades Sorbonne y Table Dance de aquellos que acumularon más días.

En relación al estado fenológico AB, los híbridos Orientales reunieron menos días (10 – 16 días) cuando fueron comparados con los OT (13 – 14 días). En efecto, las variedades Siberia y Nova Zembla acumularon 10 días siendo las de menor valor, al igual que Concad'or 13 días de los OT. Por el contrario, Premium Blond de los Orientales mostró 16 días como la de mayor cantidad de días acumulados, mientras que en los OT fue Table Dance (14 días). Por ende, se observa una diferencia de tres días entre Concad'or y las variedades Siberia y Nova zembla, las de menos días acumulados en los dos grupos de híbridos, en cambio Premium Blond se diferencia con dos días de la variedad Table Dance pertenecientes a los valores más altos en los dos grupos.

En la etapa DB, los híbridos OT presentaron menor número de días (15 – 17 días), cuando fueron comparados con los Orientales (21 – 35 días). No obstante, la variedad Table Dance de los OT mostró el menor número de días (15), de igual manera Premium Blond con 21 días fue la de menor días acumulados de los Orientales. Por el contrario, Concad'or sumó 17 días considerándose como el valor más alto de los OT, en cambio Siberia (35 días) fue la de más días de los Orientales. Es decir, existió una diferencia de seis días entre Premium Blond y Table Dance, las que son de menos días. Asimismo, se presenta una diferencia de 18 días entre las variedades de mayor número de días acumulados Siberia y Concad'or.

En el estado CB, los híbridos Orientales necesitaron el menor número de días (11 – 18 días) con respecto a los OT (13 – 20 días). Así pues, las variedades Sorbonne y Nova Zembla acumularon la menor cantidad de los Orientales (11 días), mientras que Table Dance acumuló la menor cantidad de los OT (13 días). Al contrario, Concad'or reportó 20

días sobresaliendo entre los OT, también Premium Blond reportó el mayor número de días de los Orientales. Por consiguiente, existe una diferencia de dos días entre las variedades Sorbonne, Nova Zembla y Table Dance que representan a los dos grupos. De igual manera, se presentó una diferencia de dos días sobre las variedades Concad'or y Premium Blond que sobresalieron con mayor cantidad en los dos grupos de híbridos.

En resumen, para llegar a CO desde el estado EV, los híbridos OT fueron las variedades más precoces (81 – 83 días) en comparación a los Orientales que culminaron su ciclo entre (88 – 98 días). De ahí que uno de los OT, Table Dance fue la que menos días necesitó para llegar a CO (81 días), en cambio Sorbonne y Nova Zembla (88 días) fueron las variedades de menores días acumulados de los Orientales. Mientras que Siberia (98 días) y Concad'or (83 días) fueron las variedades más tardías de los dos grupos. Por lo cual, se muestra una diferencia de siete días entre Sorbonne, Nova Zembla y Table Dance de las variedades que menos días necesitaron para llegar al punto de cosecha del grupo general. En cambio, Siberia se demoró 15 días más en comparación a la variedad Concad'or pertenecientes a los valores más altos de los dos grupos.

De acuerdo a los resultados mencionados, Sorbonne (rosado) fue la variedad más precoz de los Orientales con 88 días a la etapa de CO, y se mantuvo dentro del rango establecido para la variedad Acapulco (rosado) del mismo grupo de híbridos. En cambio, Siberia (blanco) fue la que mayor número de días acumuló (98) al estado CO. A pesar de ello, Morales y Arbeláez (2015) en la variedad Cristal Blanca (blanco), cultivada en invernadero a una temperatura promedio de 22.8 °C, siendo del mismo grupo de híbrido Oriental presentaron (110 – 120 días) a la CO. Mostrando así, una diferencia de 12 días más precoz para Siberia del presente estudio en comparación a Cristal Blanca. Esto podría verse influenciado por la temperatura, ya que en el presente ensayo se evidenció una T promedio de 23.68 °C durante el ciclo de desarrollo. Como resultado, a medida que la temperatura promedio del día aumenta, el periodo de CO tiende a disminuir de acuerdo al requerimiento del tipo de híbrido.

De igual manera, Table Dance (rosada) requirió 81 días para llegar a CO, considerándose la más precoz del grupo de los OT. No obstante, Morales y Arbeláez (2015) en la variedad Candy Club (rosada) mostraron un rango de 90 a 100 días. De ahí que, se demuestra una

diferencia de nueve días frente a la variedad cosechada en el país, aunque pertenecen al mismo grupo. En cambio, Concad'or (amarillo) fue la más tardía en los OT al acumular 83 días en el punto de CO. Sin embargo, Morales y Arbeláez (2015) en la variedad Baruta (amarilla) reportaron un rango de 90 a 100 días al culminar el ciclo. Lo cual recalca siete días de diferencia entre las dos variedades, pertenecientes al mismo grupo. Por lo que, estas diferencias pudieran darse en respuesta al efecto de la temperatura presente en cada país de estudio. Sumado a esto el carácter genético de la variedad.

Por otra parte Salinger (1978), menciona un rango de 105 a 118 días a la cosecha para la variedad Little Gem de *L. auratum*, cultivada al aire libre con una temperatura promedio de 15.6 °C y 32.2 °C, perteneciente a la sección Archelirion al igual que los híbridos Orientales. Sin embargo, en el presente ensayo los híbridos Orientales alcanzaron 88 a 98 días para llegar a CO, aunque la temperatura promedio en invernadero fue de 18.5 °C y 28.1 °C. De ahí que, se atribuye los cambios de temperatura influyen en el desarrollo normal de planta, y cultivar bajo invernadero puede ser una ventaja para controlar la temperatura y economizar en el tiempo para la cosecha.

Finalmente, la menor cantidad de días acumulados por los híbridos OT, hace que sean más precoces en relación a los Orientales. Esto como resultado de que los híbridos OT al ser variedades poliploides interespecíficos, presentan floración temprana (Okazaki y Hane, 2005). A diferencia de los híbridos Orientales, que al ser diploides tardan mucho más en producirse (Lim y Van Tuyl, 2005). Además, resaltando que la poliploidización no sólo se rige por factores genéticos, sino que también se ve afectada por factores ambientales, especialmente los cambios de temperatura (Ramanna y Jacobsen, 2003). Añadiendo a esto, en el género *Lilium* existe una correlación significativa entre el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, la temperatura media del aire y las unidades térmicas (Brito, Barbosa, Saraiva, Finge y Heidemann, 2017).

4.2. Altura de planta

En la tabla 7, el análisis estadístico en cada una de las etapas (aparecimiento de botón, diferenciación de botón, crecimiento de botón, y cosecha) mostró diferencia significativa entre variedades ($p < 0.0001$) para la variable altura de planta.

Tabla 7

Esquema del ADEVA de altura de planta en cuatro estados fenológicos del cultivo de Lilium sp.

Estados Fenológicos	Grados de libertad (Variedades)	Grados de libertad del error	Valor F	Valor P
AB	5	892	184.74	< 0.0001
DB	5	892	153.43	< 0.0001
CB	5	892	412.49	< 0.0001
CO	5	892	113.05	< 0.0001

Nota: (EV) Estado Vegetativo, (AB) Aparecimiento Botón, (DB) Diferenciación Botón, (CB) Crecimiento Botón, y (CO) Cosecha.

Los híbridos Orientales presentaron alturas superiores en el estado AB (56.17 – 66.54 cm), cuando fueron comparados con los híbridos OT (51.52 - 61.16 cm). La variedad más alta de híbridos orientales fue Nova Zembla (66.54 cm), mientras que Table Dance (61.16 cm) fue la más alta de los OT. La prueba LSD Fisher resultó cinco grupos ($p < 0.05$), hallándose diferencias significativas entre Nova Zembla, Table Dance, Sorbonne, y Concad'or; las variedades Premium Blond, y Siberia fueron estadísticamente diferentes entre las demás, pero iguales entre sí (Tabla 8).

Tabla 8

Altura de plantas (cm) de variedades de Lilium sp., en cada estado fenológico, evaluados en la finca Florisol-San José de Minas-Ecuador.

	Variedades	AB (cm)	DB (cm)	CB (cm)	CO (cm)
Híbrido Oriental	Siberia	56.17 ± 0.37 d	77.99 ± 0.68 b	91.42 ± 0.61 c	92.73 ± 0.56 c
	Sorbonne	58.29 ± 0.37 c	72.32 ± 0.55d	91.73 ± 0.55c	93.51 ± 0.56 c
	Nova zembla	66.54 ± 0.37 a	83.55 ± 0.51 a	103.82 ± 0.46 a	103.15 ± 0.56 a
	Premium blond	56.90 ± 0.37 d	84.34 ± 0.52 a	96.22 ± 0.55 b	96.93 ± 0.56 b
Híbrido OT	Table dance	61.16 ± 0.37 b	77.06 ± 0.56 bc	82.67 ± 0.61e	88.08 ± 0.56 d
	Concad'or	51.52 ± 0.37 e	76.05 ± 0.52 c	87.01 ± 0.58 d	92.99 ± 0.56 c

Los datos muestran los promedios ± error estándar. Valores dentro de una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente. Prueba LSD Fisher (Alfa=0.05). n= 18.

En el estado DB, los híbridos Orientales mostraron los valores más altos en altura (72.32 – 84.34 cm), en relación a los híbridos OT (76.05 – 77.06 cm). Premium Blond fue la

variedad que sobresalió con 84.34 cm de los Orientales, en tanto que Table Dance (77.06 cm) fue la de mayor valor en los OT. Por otra parte, la prueba de medias mostró cuatro grupos ($p < 0.05$), encontrándose diferencias significativas en Sorbonne; las variedades Premium Blond, y Nova Zembla fueron estadísticamente diferentes a las demás, pero compartieron similitud entre sí. De igual forma, Siberia fue distinta a las otras variedades, pero similar a Table Dance, asimismo V5TD fue igual a Concad'or (Anexo 3).

Por consiguiente, en estado CB los híbridos Orientales presentaron valores superiores (91.42 - 103.82 cm), cuando fueron comparados con los OT (82.67 - 87.01 cm). La variedad más alta de los híbridos Orientales fue Nova Zembla (103.82 cm), entre tanto Concad'or (87.01 cm) fue la más alta en cuanto a los OT. En relación a la prueba de medias, se observó cinco grupos ($p < 0.05$), demostrando diferencias significativas entre Nova Zembla, Premium Blond, Concad'or, y Table Dance; las variedades Sorbonne, y Siberia resultaron estadísticamente diferentes a las demás, pero iguales entre sí.

En el estado CO, la variedad Nova Zembla de los híbridos orientales presentó la mayor altura 103.15 cm; por el contrario, en los OT, Concad'or (92.99 cm) alcanzó el valor más alto. Asimismo, la prueba de medias resaltó cuatro grupos ($p < 0.05$), considerando diferencias significativas entre Nova Zembla, Premium Blond, y Table Dance; las variedades Sorbonne, Concad'or, y Siberia fueron diferentes estadísticamente a las otras variedades, pero iguales entre sí.

En definitiva, la variedad Nova Zembla perteneciente a los híbridos Orientales mostró mayor altura desde el estado AB hasta la CO, partiendo con 66.54 cm y finalizando en la etapa CO con 103.15 cm, a excepción del estado DB, donde alcanzó el segundo lugar, probablemente por el mayor número de botones que presentó, y por ende sería necesario más tiempo para concluir la etapa. Por otra parte, uno de los híbridos OT Table Dance partió con 61.16 cm en estado AB, pero finalizó en CO con 88.08 cm, siendo la altura más baja.

Con el ensayo se puede manifestar que los valores obtenidos se ajustan a los reportados en la ficha técnica de la finca. Así pues, dentro de los híbridos orientales mencionan una altura de 80 cm para Nova Zembla. En cambio, en la presente investigación se obtuvo

103.15 cm en la misma variedad (Nova zembla) que reportó el valor más alto de los dos grupos de híbridos. No obstante, se encuentra dentro del rango establecido por la finca, al igual que Table Dance, el cual mostró la altura más baja en la investigación. De la misma manera Siberia, Sorbonne, Premium Blond, y Concad'or, corresponden al nivel fijado de 80 cm.

Consecuentemente la altura de planta se contrasta a continuación, de acuerdo a un estudio realizado por Calderón (2012), menciona una altura de 63.91 cm en la variedad Cascade de los híbridos Orientales, al ser cultivada bajo invernadero a una temperatura promedio de 20 °C. Este valor no es el adecuado para el mercado nacional e internacional, pero puede servir para flor de maceta. Además, dicho dato fue inferior con lo obtenido en la presente investigación ya que Nova Zembla del mismo grupo de híbridos Orientales superó en 38.05 % al ser cultivada a una temperatura promedio de 23.68 °C. Por lo que pudiera ser en respuesta al efecto de la temperatura, ya que la reducción del tamaño de la planta mediante el manejo de la temperatura diurna y nocturna del ambiente de crecimiento, induce a una reducción de la longitud de los entrenudos por inhibición de la acción de las giberelinas, por ende generan tallos cortos (Francescangeli y Marinangeli, 2018).

En un estudio realizado por Inamoto, Nagasuga, Yano y Yamazaki (2015) en el híbrido Oriental Siberia, mencionan una altura de planta (78.8 cm) en la etapa de CO, cultivada a una temperatura promedio de 15 °C y 25 °C. Mientras que, en la presente investigación la misma variedad Siberia, desarrollada a temperaturas promedio de 18.5 °C y 28.1 °C sobrepasó en 15.03 % al estudio señalado. Esto puede ser atribuido al efecto de la temperatura, ya que al presentar la mayor cantidad de temperatura alcanzó mayor altura, a pesar de que sobrepasó en 8 días.

De acuerdo a Erwin y Heins (1990), el aumento de altura de la planta después del botón visible en la variedad Nellie White de *Lilium longiflorum* Thunb, fue en función de la diferencia entre la temperatura diurna y nocturna. La altura de la planta aumentó un 90 % a medida que la diferencia incrementó de -16 a 16 °C, bajo invernadero con una temperatura promedio de 14 a 30 °C. En el presente estudio se manifestaron temperaturas promedio entre 18.5 a 28.1 °C. Por lo que, la altura de planta de la variedad Nova Zembla superó en 73.83 % a la variedad Nellie White que fue cultivada en macetas. Esto pudo manifestarse,

por la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas presentadas, debido a que están relacionadas con el alargamiento del tallo, como lo mencionan Erwin, Heins y Karlsson (1989) donde la relación entre la diferencia de temperaturas diurnas y nocturnas con el alargamiento del tallo, mostraron mayor efecto en la elongación de entrenudos durante la iniciación floral, ya que la temperatura diurna y nocturna fue absoluta. Por otro lado, Kohl (1958) demostró que las alturas de las plantas eran similares en lirios cultivados a una temperatura constante de 21.1, 15.5, o 10 °C.

También se debe recalcar que, el crecimiento de altura durante las primeras fases fue considerablemente alto, pero a medida que alcanzó a la etapa de CB y la CO, ésta tendió a hacer más baja. Lo cual es acertado, como lo mencionan otros estudios donde la tasa de desarrollo de lirios durante la fase III (CB y CO) demostró una función no lineal de la temperatura (Healy y Wilkins, 1984). El efecto de la temperatura en la tasa de desarrollo disminuyó a medida que las temperaturas diurnas y nocturnas aumentan en la fase previa a la cosecha (Rob y Wilkins, 1973; Healy y Wilkins, 1984).

Finalmente pese a que la temperatura se acercó al rango ideal de 15 °C y 25°C, establecida tanto para los híbridos Orientales como para los OT. La mayor altura reportada en los Orientales puede atribuirse al efecto de la temperatura, ya que propician el crecimiento de la planta, además del carácter genético de la variedad (McClung, Lou, Hermand y Kim, 2016).

4.3. Grosor de tallo

En la tabla 9, los resultados del análisis estadístico en cada una de las etapas (aparecimiento de botón, diferenciación de botón, crecimiento de botón, y cosecha) mostraron diferencia significativa entre variedades ($p < 0.0001$) para la variable grosor de tallo.

Tabla 9

Esquema del ADEVA de grosor de tallo en cuatro estados fenológicos del cultivo de Lilium sp.

Estados Fenológicos	Grados de libertad (Variedades)	Grados de libertad del error	Valor F	Valor P
AB	5	892	119.17	< 0.0001
DB	5	892	168.07	< 0.0001
CB	5	892	145.97	< 0.0001
CO	5	892	152.54	< 0.0001

En estado AB, los híbridos OT sobresalieron en grosor de tallo con altos valores (6.71 – 7.46 mm) en comparación a los Orientales (6.23 – 7.71 mm). La variedad Concad’or (7.46 mm) fue la de mayor valor de los OT, mientras que de los Orientales fue Nova Zembla con 7.71 mm. De igual forma en la prueba de medias, se muestra cinco grupos ($p < 0.05$), ya que la variedad Siberia comparte características similares con Premium Blond y Table Dance. En cambio, Nova Zembla, Concad’or, y Sorbonne, fueron estadísticamente diferentes a las demás variedades (Tabla 10).

Tabla 10

Grosor de tallo (mm) de variedades de Lilium sp., en diferentes estados fenológicos.

Variedades		AB (mm)	DB (mm)	CB (mm)	CO (mm)
Híbrido Oriental	Siberia	6.82 ± 0.05 cd	6.95 ± 0.08 d	7.33 ± 0.04 b	7.26 ± 0.05 c
	Sorbonne	6.23 ± 0.05 e	6.34 ± 0.07 e	6.81 ± 0.04 c	6.81 ± 0.05 e
Híbrido OT	Nova zembla	7.71 ± 0.05 a	7.91 ± 0.08 b	8.07 ± 0.05 a	7.94 ± 0.05 b
	Premium blond	6.93 ± 0.05 c	7.10 ± 0.08 c	7.39 ± 0.04 b	7.82 ± 0.05 b
Híbrido OT	Table dance	6.71 ± 0.05 d	6.92 ± 0.08 d	6.75 ± 0.06 c	6.96 ± 0.05 d
	Concad’or	7.46 ± 0.05 b	8.22 ± 0.09 a	8.21 ± 0.06 a	8.23 ± 0.05 a

Los datos muestran los promedios ± error estándar. Valores dentro de una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente. Prueba LSD Fisher (Alfa=0.05). n= 18.

En estado DB, los híbridos OT presentaron los valores más altos (6.92 – 8.22 mm), en referencia a los híbridos Orientales (6.34 – 7.91 mm). Concad’or fue la variedad que predominó con 8.22 mm de los OT, mientras que Nova Zembla (7.91 mm) fue la de mayor

valor de los Orientales. También, la prueba de medias indicó cinco grupos ($p < 0.05$), hallándose diferencias significativas en Concad'or, Nova Zembla, Premium Blond, y Sorbonne; las variedades Siberia y Table Dance fueron estadísticamente distintos con las otras variedades, pero similares entre sí (Anexo 4).

En estado CB, los híbridos OT manifestaron los valores superiores (6.75 – 8.21 mm), cuando fueron comparados con los híbridos Orientales (6.81 – 8.07 mm). La variedad Concad'or (8.21 mm) fue la que sobresalió de los OT. En cambio, Nova Zembla reportó el valor más alto de los Orientales 8.07 mm. Además, la prueba de medias mostró tres grupos ($p < 0.05$), y ninguna variedad presentó diferencias significativas. Las variedades Concad'or y Nova Zembla fueron estadísticamente diferentes a las demás variedades, pero iguales entre sí. De la misma manera Premium Blond y Siberia resultaron ser estadísticamente distintos al resto de variedades, pero similares mutuamente. Al igual que Sorbonne y Table Dance, se diferenciaron estadísticamente de las otras variedades, pero fueron iguales entre ellas.

Con respecto a la CO, los híbridos OT reportaron los valores más altos (6.96 – 8.23 mm). En comparación a los híbridos Orientales (6.81 – 7.94 mm). La variedad Concad'or (8.23 mm) fue la que presentó mayor valor de los OT. Mientras que Nova Zembla (7.94 mm) fue la que sobresalió de los Orientales. De acuerdo con la prueba de medias, se identificó cinco grupos $p (< 0.05)$, encontrándose diferencias significativas en Concad'or, Siberia, Table Dance, y Sorbonne; las variedades Nova Zembla y Premium Blond fueron estadísticamente diferentes a las demás, pero iguales entre ellas.

Resumiendo, en cuanto a grosor de tallo, Concad'or mostró el valor más alto en todos los estados de los híbridos OT, partiendo con 7.46 mm en la primera etapa hasta llegar a la CO con 8.23 mm. En cambio, la variedad Nova Zembla presentó el mayor valor en todos los estados de los híbridos Orientales, iniciando con 7.71 mm en AB hasta concluir en CO con 7.94 mm. De lo anterior resulta que existió una diferencia del 3.53 % al culminar su ciclo, entre las variedades Concad'or y Nova Zembla que representan a los valores más altos de los dos grupos de híbridos.

De acuerdo a Goo y Kim (2008) en *L.formolongi* H, mencionan un grosor de tallo a la cosecha (6.8 mm) como la de mayor valor, al ser cultivada a una temperatura constante de 15 °C. Sin embargo, en el presente ensayo se evidenció una temperatura promedio de 23.68 °C, con la cual Concad'or mostró 8.23 mm, este valor supera en 17.38 % a *L.formolongi* H. Por tanto, la diferencia de valores en grosor de tallo, podría ser influenciado por las temperaturas presentes en cada estudio.

4.4. Diámetro de botón

En la tabla 11, el análisis estadístico en cada una de las etapas (diferenciación de botón, crecimiento de botón, y cosecha) mostró diferencia significativa entre variedades ($p < 0.0001$) para la variable diámetro de botón.

Tabla 11

Esquema del ADEVA de diámetro de botón en tres estados fenológicos del cultivo de Lilium sp.

Estados Fenológicos	Grados de libertad (Variedades)	Grados de libertad del error	Valor F	Valor P
DB	5	892	696.82	< 0.0001
CB	5	892	344.54	< 0.0001
CO	5	892	108.59	< 0.0001

En el estado DB, los híbridos OT mostraron diámetros superiores (11.16 – 13.50 mm), cuando fueron comparados con los híbridos Orientales (8.34 – 9.45 mm). La variedad con mayor valor de los híbridos OT fue Table Dance (13.50 mm), en cambio Siberia (9.45 mm) fue la que prevaleció de los Orientales. La prueba LSD Fisher evidenció cinco grupos ($p < 0.05$), encontrándose diferencias significativas entre Table Dance, Concad'or, Siberia, y Premium Blond; las variedades Sorbonne y Nova Zembla fueron estadísticamente diferentes entre las demás, pero iguales entre ellas (Tabla 12).

Tabla 12

Diámetro de botón (mm) de variedades de Lilium sp., en cada estado fenológico.

Variedades		DB	CB	CO
		(mm)	(mm)	(mm)
Híbrido Oriental	Siberia	9.45 ± 0.14 c	22.29 ± 0.37 a	28.86 ± 0.23 d
	Sorbonne	8.43 ± 0.12 e	18.30 ± 0.38 c	31.42 ± 0.23 c
	Nova zembla	8.34 ± 0.12 e	18.28 ± 0.37 c	34.52 ± 0.23 b
Híbrido OT	Premium blond	9.08 ± 0.12 d	19.45 ± 0.36 b	35.23 ± 0.23 a
	Table dance	13.50 ± 0.12 a	22.56 ± 0.39 a	31.63 ± 0.23 c
	Concad'or	11.16 ± 0.11 b	19.41 ± 0.38 b	31.09 ± 0.23 c

Los datos muestran los promedios ± error estándar. Valores dentro de una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente. Prueba LSD Fisher (Alfa=0.05). n= 18.

En el estado CB, los híbridos OT presentaron valores superiores (19.41 – 22.56 mm), en relación a los híbridos Orientales (18.28 - 22.29 mm). Table Dance fue la variedad que sobresalió de los híbridos OT con 22.56 mm, mientras que Siberia (22.19 mm) predominó en los Orientales. Respecto a la prueba de medias, se identificó tres grupos ($p < 0.05$), y ninguna de las variedades demostraron diferencias significativas. Las variedades Table Dance y Siberia fueron estadísticamente diferentes a las otras, pero similares entre sí. De igual manera Premium Blond y Concad'or demostraron ser diferentes estadísticamente a las demás, sin embargo, fueron iguales a la par. De la misma forma, se evidenció que Sorbonne y Nova Zembla eran estadísticamente diferentes a las otras variedades, aunque iguales entre ambas (Anexo 5).

Con respecto al estado de CO, los híbridos Orientales reportaron los valores más altos (28.86 – 35.23 mm), en relación a los híbridos OT (31.09 – 31.63 mm). La variedad Premium Blond (35.23 mm) fue la que resaltó mayor valor de los híbridos Orientales, mientras que Table Dance (31.63 mm) fue la que destacó de los OT. La prueba de medias mostró cuatro grupos ($p < 0.05$), hallándose diferencias significativas entre Premium Blond, Nova Zembla, y Siberia; las variedades Table Dance, Sorbonne, y Concad'or fueron estadísticamente diferentes al resto de variedades, pero semejantes entre los dos.

Para resumir, en lo que corresponde a la variable diámetro de botón, Table Dance presentó el valor más sobresaliente en todos los estados de los híbridos OT, empezando con 13.50 mm en el primer periodo hasta alcanzar 31.63 mm en la etapa de CO. Por el contrario, la variedad Siberia mostró el valor más alto en las etapas DB y CB de los híbridos Orientales, sin embargo, a la etapa final de CO, Premium Blond logró el valor más alto (35.23 mm). Al respecto conviene decir que existió una diferencia del 10.22 % entre las variedades Premium Blond y Table Dance que representan a los valores más altos obtenidos en la CO, de los dos grupos de híbridos.

Por consiguiente, en un estudio realizado en *Lilium longiflorum* Thunb, variedad Nellie White para evaluar los efectos de la temperatura sobre la tasa de desarrollo y morfología, presentaron temperaturas medias en invernadero (14 – 30 °C). Mientras que, en el presente ensayo fue (18.5 - 28.10 °C). Erwin y Heins (1990) informaron que, la tasa de desarrollo de los botones florales en lirios presentó una función cuadrática de la temperatura, cuando las temperaturas diurnas y nocturnas se mantuvieron constantes. La tasa máxima de desarrollo de las flores estuvo cerca de 26 °C (Erwin y Heins, 1990). Este valor obtenido fue similar a la del trigo (Friend, Helson y Fisher, 2011). Por lo que, se puede atribuir a que las dos especies son monocotiledóneas. Además, la tasa de desarrollo de botones florales aumentó 0.05 por día por cada aumento de 1 °C en la temperatura diaria promedio (Erwin y Heins, 1990). Esto explica, el aumento producido en diámetro de botón en cada etapa de las variedades de *Lilium* estudiadas.

4.5. Número de botones

En la tabla 13, se puede apreciar que hubo diferencias significativas en cuanto a las variedades con respecto al número de botones ($p < 0.0001$) en la etapa de cosecha.

Tabla 13

Esquema del ADEVA de número de botones en la etapa de cosecha de Lilium sp.

Estado Fenológico	Grados de libertad (Variedades)	Grados de libertad del error	Valor F	Valor P
CO	5	892	199.32	< 0.0001

En cuanto a la variable número de botones, los híbridos Orientales presentaron la mayor cantidad de botones florales en el estado de CO (4.19 – 5.83), en comparación a los híbridos OT (2.88 – 4.13). La variedad con el número más alto de los híbridos Orientales fue Nova Zembla (5.83 botones), en cambio Concad’or (4.13 botones) fue la que destacó de los OT (Anexo 6). La prueba LSD Fisher evidenció tres grupos ($p < 0.05$), mostrando diferencia significativa en Table Dance; las variedades Siberia y Nova Zembla fueron estadísticamente distintos sobre las otras, aunque iguales entre ellas. Algo similar ocurrió con Sorbonne, Premium Blond, y Concad’or, puesto que fueron estadísticamente diferentes al resto de variedades, pero similares entre sí (Tabla 14).

Tabla 14

Número de botones a la cosecha de seis variedades de Liliium sp.

Variedades		CO
Híbrido Oriental	Siberia	5.64 ± 0.14 a
	Sorbonne	4.35 ± 0.10 b
	Nova zembla	5.83 ± 0.06 a
	Premium blond	4.19 ± 0.06 b
Híbrido OT	Table dance	2.88 ± 0.08 c
	Concad’or	4.13 ± 0.08 b

Los datos muestran los promedios ± error estándar. Valores dentro de una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente. Prueba LSD Fisher (Alfa=0.05). n= 18.

En definitiva, con respecto a la variable número de botones en la etapa de CO. Nova Zembla y Concad’or mostraron los valores más altos en cada uno de los grupos de híbridos, por lo cual existe una diferencia de 29.16 % entre las dos. En efecto, se podría manifestar que los híbridos Orientales alcanzaron el mayor número de botones a la CO, en comparación a los OT. Esto nos lleva a explicar que el número de botones se encuentra influenciado por el grupo al cual pertenecen. Aunque en igual condiciones de cultivo, mientras más sea el tamaño de bulbo se esperan más flores por tallo, generalmente en los catálogos se especifican el rango de botones florales de acuerdo al calibre del bulbo (Francescangeli y Marinangeli, 2018).

Así pues, (Van den Bos Flowerbulbs [VAN DEN BOS], 2020) menciona el número de botones florales de acuerdo al calibre del bulbo; Siberia (4-6 botones), Sorbonne (3-4), Nova Zembla (4-5), Premium Blond (4-6), Table Dance (3-5), y para Concad'or (3-4). Estos valores corroboran a los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que se encuentran dentro del rango establecido en la ficha técnica de la empresa exportadora de bulbos.

De acuerdo al ensayo realizado, en la variedad Siberia se obtuvo 5.64 botones por tallo, al ser cultivada a una temperatura promedio de 23.68 °C. Algo semejante ocurrió en la investigación realizada por Inamoto, Nagasuga, Yano y Yamazaki (2013), quienes a una temperatura constante (28/23 °C día/noche) obtuvieron 6.1 botones, sin embargo al emplear (20/15 °C día/noche) alcanzaron 6.7 botones. De ahí que, a una temperatura moderada y constante, el número de botones tiende a ir en aumento, manteniéndose alrededor del rango fijado cuatro a siete botones para la variedad Siberia.

Además, para desarrollar una buena calidad y cantidad de botones florales, las plantas deben ser expuestas a 15 °C – 20 °C durante 30 días después del almacenamiento, para permitir el desarrollo adecuado de los botones florales, luego gradualmente expuesto a condiciones de invernadero (25 °C – 20 °C, día/noche) para una mayor floración de *L.hansonii* Leichtlin ex DDTMoore (Lucidos et al., 2013). Por otro lado, el equilibrio de auxinas y citoquininas también pueden afectar la diferenciación de los botones florales (Goo y Kim, 2008).

4.6. Correlaciones

En la figura 15, se observan las correlaciones donde muestran que el 79% del diámetro de botón es afectado por los grados día desarrollo. Ya que a medida que se incrementó la acumulación de grados día, el diámetro de botón tiende a disminuir. Esto explica lo descrito por Bernier, Havelange, Houssa, Petitjean y Lejeune (1993), donde mencionan que la temperatura tiene efectos en la iniciación y desarrollo floral.

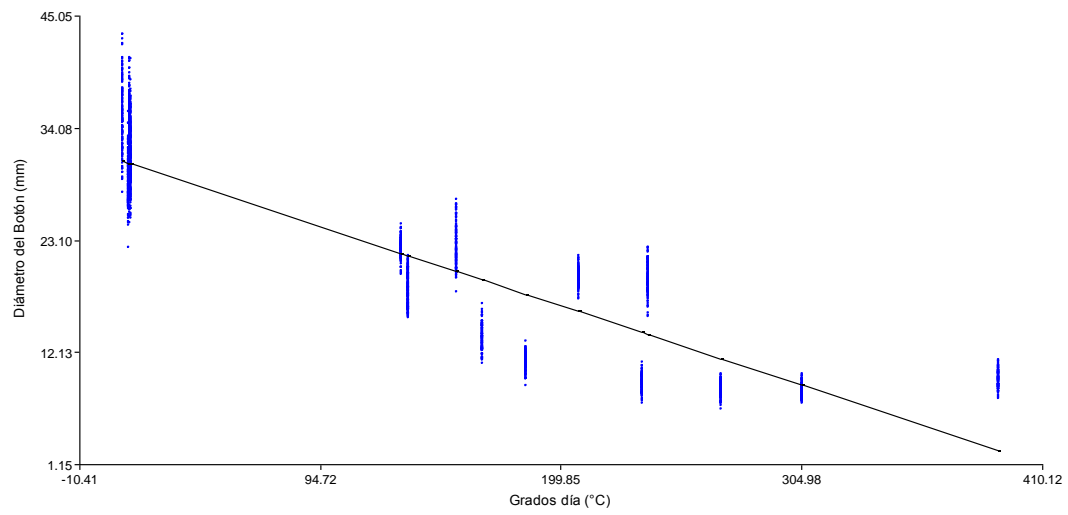


Figura 15. Correlación de los grados día y el diámetro de botón en variedades de *Lilium* sp.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que las variedades pertenecientes a los Híbridos OT fueron más precoces, ya que para alcanzar la madurez fisiológica necesitaron un promedio de 969.3°C y 82 días, mientras que las variedades correspondientes a los Híbridos Orientales fueron más tardías, puesto que necesitaron acumular 1072.57°C en 91.5 días promedio para llegar al período de cosecha.
- El diámetro de botón de las variedades de *Lilium* sp., pueden ser estimados en función de la acumulación de grados día desarrollo, de acuerdo al estado fenológico. De tal forma que, aumenta la precisión al tiempo de cosecha objetivo.
- La selección de la temperatura diaria promedio adecuada es fundamental para lograr la tasa deseada de desarrollo de la planta, de modo que las plantas florezcan para la fecha de comercialización deseada.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar el modelo matemático que se obtuvo en esta investigación para pronosticar la cosecha en épocas de mayor demanda a nivel internacional.
- Los resultados obtenidos sobre altura de planta, grosor de tallo, y diámetro de botón pueden ser utilizados como herramientas para mejorar la calidad de la flor, ya que son parámetros que permiten conocer el estado de crecimiento y desarrollo de las plantas.
- En el estado diferenciación de botón, sobre la variedad Siberia, se sugiere incrementar al menos 5 °C para disminuir esta etapa, donde requiere mayor cantidad de grados día, y de esta manera poder adelantar la cosecha.

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Almanza, P., Camacho, M., y Vargas, D. (2013). Comportamiento fenológico de la vid (*Vitis vinifera* L.) cv cabernet sauvignon en Sutamarchán–Boyacá. *Cultura Científica*, 11(2), 8-18.
- Angel, J., Widhalm, M., Todey, D., Massey, R., y Biehl, L. (2017). The u2u corn growing degree day tool: tracking corn growth across the US corn belt. *Climate Risk Management*, 15(1), 73-81.
- Arnold, C. Y. (1959). The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 74, 430-445.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008). Constitución de la República del Ecuador, creada en Ciudad Alfaro, Montecristi, Ecuador.
- Bach, A., Moazzam, M., Agata, P., y Kędra, M. (2000). Light effects on ornamental microplant shoots and bulbs quality. *Acta Horticulturae*, 530(530), 173-180.
- Bakhshaie, M., Khosravi, S., Azadi, P., Bagheri, H., y Van Tuyl, J. (2016). Biotechnological advances in *Lilium*. *Plant Cell Reports*, 35(9), 1799-1826.
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Información estadística mensual No. 2008 - Junio 2019*. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Bañon, S., Cifuentes, D., Fernandez, J., y González, A. (1993). *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Madrid, España: Mundi Prensa. 250 p.
- Baskerville, G. L., y Emin, P. (1969). Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. *Ecology*, 50(3), 514-517.
- Becerra, J., y Changoluisa, A. (2018). *Análisis comparativo de la exportación de rosas Ecuador - Colombia (2011-2016)* (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.
- Bernier, G., Havelange, A., Houssa, C., Petitjean, A., y Lejeune, P. (1993). Physiological signals that induce flowering. *American Society of Plant Physiologists*, 5(10), 1147-1155.
- Beyl, C., y Trigiano, R. (2008). *Propagating selected flower bulb species*. Boca Raton, United States: CRC Press.
- Blom, T., Roberts, G., y Tsujita, M. (1995). Far-red at end of day and reduced irradiance affect plant height of easter and asiatic hybrid lilies. *HortScience*, 30(5), 1009-1012.
- Brito, D., Barbosa, J., Saraiva, J., Finge, F., y Heidemann, J. (2017). Vernalização e tamanho do bulbo na produção de flores e de bulbos de lírio de corte. *Ciências Agrárias*, 38(4), 2399-2408.

- Calderón, S. (2012). Respuesta de diez variedades de lilis (*Lilium* sp.) al uso de mallas de color (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México.
- Chahín, G. (2006). *Cultivo del Lilium*. Temuco, Chile: Informativo INIA Carillanca (15).
- Chang, W., Li, S., Hu, H., y Fan, Y. (2008). Photosynthetic characteristics of three varieties of *Lilium* “oriental hybrids” in the central areas of Yunnan province, China. *Frontiers of Biology in China*, 3(4), 453-458.
- Clerque, K. (2013). *Economía y finanzas internacionales*. Quito, Ecuador: EFI.
- Coblentz, W., Akins, M., Kalscheur, K., Brink, G., y Cavadini, J. (2018). Effects of growth stage and growing degree day accumulations on triticale forages: 1. Dry matter yield, nutritive value, and in vitro dry matter disappearance. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8965-8985.
- Cordoba, C. (1976). *Fsiología Vegetal*. Madrid, España: Blume.
- Corporación Financiera Nacional [C.F.N.].(2017). *Ficha sectorial: Cultivo de flores* (04). Recuperado de <https://www.cfn.fin.ec/bibliotecainfo/>
- Cubría-Radio, M., Arrom, L., Puig, S., y Munné-Bosch, S. (2017). Hormonal sensitivity decreases during the progression of flower senescence in *Lilium longiflorum*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(2), 402-412.
- Egas, F., y Gómez, G. (2014). *Análisis histórico del sector florícola en el Ecuador y estudio del mercado para determinar su situación actual* (tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Erwin, J., y Heins, R. (1990). Temperature effects on lily development rate and morphology from the visible bud stage until anthesis. *American Society for Horticultural Science*, 115(4), 644-646.
- Erwin, J., Heins, R., y Karlsson, M. (1989). Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. *American Journal of Botany*, 76(1), 47-52.
- Espinosa, A., Mejía, J., y Rodríguez, M. (2010). IV Jornada de transferencia de tecnología de producción de flores de corte - Lirios asiáticos y orientales. *Fundación produce Sinaloa, A.C.*, 1(5), 7-19.
- Expoflores. (2017). *Informe primer trimestre 2017 expoflores CIM*. Recuperado de <https://docplayer.es/73842760-Informe-primer-trimestre-2017-expoflores-cim.html>
- Expoflores. (2018). *Informe trimestral de exportaciones de flores – tercer trimestre 2018*. Recuperado de <https://expoflores.com/wp-content/uploads/2018/12/INFORME-TRIMESTRAL-ROSAS-3ER-TRIMESTRE-2018.pdf>
- Feng, Z., Liu, M., Lian, B-L., Ma, C., Sun, R., Wang, M., y Zhang, Z. (2017). Development and evaluation of height diameter at breast models for native Chinese Metasequoia. *Pacific Northwest National Laboratory*, 12(8), 170-182.

- Fernández, F., Gepts, P., y López, M. (1982). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común: guía de estudio*. Cali, Colombia: CIAT.
- Florisol. (2019). *Categorías-lirios*: Quito, Ecuador.: Florisol.
- Francescangeli, N., y Marinangeli, P. (2018). *Guía práctica para el cultivo de flores y bulbos de Lilium*. San Pedro, Argentina: INTA.
- Friend, D., Helson, V., y Fisher, J. (2011). Leaf growth in marquis wheat, as regulated by temperature, light intensity, and daylength. *Canadian Journal of Botany*, 40(10), 1299-1311.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San José de Minas. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San José de Minas 2015-2019*.
- Goo, D-H., y Kim, K-W. (2008). Temperature sensitivity for shooting of bulblets in *Lilium formolongi*. *Acta Horticulturae*, 766(766), 427-432.
- Grassotti, A., y Gimelli, F. (2011). Bulb and cut flower production in the genus *Lilium*: current status and the future. *Acta Horticulturae*, 900(2), 21-36.
- Guadarrama, E., y Rosales, E. (2015). Marketing relacional: valor, satisfacción, lealtad y retención del cliente. Análisis y reflexión teórica. *Ciencia y Sociedad República Dominicana*, 40(2), 307-340.
- Haddad, L. (2019). *Manual Agronómico: Cultivo del lirio o azucena*. (Sembrando un País, Entrevistador)
- Hanks, G. (2015). A review of production statistics for the cut-flower and foliage sector 2015. *The National Cut flower Centre*, 1(2), 83-84.
- Healy, W., y Wilkins, H. (1984). Temperature effects on 'Nellie White' flower bud development. *American Society for Horticultural Science*, 19(1), 843-844.
- Herreros, L. (1983). Cultivo del *Lilium* (Azucena híbrida). *Servicio de Extensión Agraria*, 10(83), 1-28.
- Holen, C., y Dexter, A. (1997). Predicting early sugarbeet leaf stages using growing degree days (GDD). *North Dakota Agricultural Weather Network*, 27(1), 152-157.
- Hoog, J. (2001). *Handbook for modern greenhouse rose cultivation*. Aalsmeer, Netherlands: Applied Plant Research.
- Hoyos, D., Morales, J., Chavarría, H., Montoya, A., Correa, G., y Jaramillo, S. (2012). Acumulación de grados-día en un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un modelo de producción aeropónico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 65(1), 6389-6398.
- Inamoto, K., Nagasuga, K., Yano, T., y Yamazaki, H. (2013). Influence of growing temperature on dry matter accumulation in plant parts of 'Siberia' oriental hybrid lily. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 47(4), 435-441.

- Inamoto, K., Nagasuga, K., Yano, T., y Yamazaki, H. (2015). Influence of light intensity on the rate of photosynthesis and dry matter accumulation in oriental hybrid lily 'Siberia' at different developmental stages. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(3), 259-266.
- Inamoto, K., Nagasuga, K., Yano, T., y Yamazaki, H. (2016). The effects of day and night temperature on the dry matter accumulation of oriental hybrid lily 'Siberia' as they relate to the photosynthetic and respiratory characteristics. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 50(2), 143-152.
- International Flower Bulb Centre. (s.f). *Lilies as cut flowers and as pot plants guidelines for producing lilies as cut flowers and pot plants*. Hillegom - Netherlands: International Flower Bulb Centre.
- Islam, M., y Shimasaki, K. (2020). Factors affecting bulblet growth of *Lilium* sp. - Tracking ontogenic development and bulb production in vitro. *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 30(1), 1-13.
- Islam, M. S, Roni, M. Z. K., y Shimasaki, K. (2017). Factors affecting bulblet growth of *Lilium* sp. in vitro and in vivo. *Plant Omics*, 10(5), 263-268.
- Jardar, M., y Roar, M. (2000). Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops-a mini review. *Scientia Horticulturae*, 62(4), 205-215.
- Jarma, A., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas. *U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 63-76.
- Jo, Y-K., Ramzan, F., Son, B-G., Kim, H-Y., y Lim, K-B. (2018). Crossing of asiatic hybrids for breeding of new lily cultivars. *Korean Journal of Breeding Science*, 50(1), 1-12.
- Kang, Y-I., Joung, H., Goo, D., Choi, Y., Choi, M., An, H., . . . Hong, K. (2013). A survey on cut flower cultivar trends and horticultural status of lilies (*Lilium* hybrids) in South Korea. *American Society for Horticultural Science*, 23(5), 629-634.
- Kohl, H. (1958). Effects of temperature variation on forced *Lilium longiflorum* var. 'Ace'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 72(1), 477-480.
- Lazare, S., y Zaccai, M. (2017). Flowering physiology and flower development of *Lilium longiflorum* (Easter lily). *Acta Horticulturae*, 1171(16), 119-124.
- Leyva, S., Magos, K., y Mariscal, L. (2010). Etiología de la pudrición de bulbo y tallo de la azucena híbrida (*Lilium* sp.) y su control en el Estado de México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(2), 162-164.
- Lim, K-B., y Van Tuyl, J. (2005). *Lilium* hybrids. *Acta Horticulturae*, 1(19), 514-532.

- Lojíc, M., Vinterhalter, B., Subotić, A., y Vinterhalter, D. (2015). Differences in regenerative capacity of Oriental lily (*Lilium* sp.) cultivars. *Botanica SERBICA*, 39(2), 159-167.
- Lopez, R., y Runkle, E. (2008). Photosynthetic daily light integral during propagation influences rooting and growth of cuttings and subsequent development of New Guinea impatiens and petunia. *HortScience*, 43(7), 2052–2059.
- Lucidos, J., Ryu, K., Younis, A., Kim, C.-K., Hwang, Y., Son, B.-G., y Lim, K.-B. (2013). Different day and night temperature responses in *Lilium hansonii* in relation to growth and flower development. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 54(5), 405-411.
- Luna, A., Rodríguez, H., Rodríguez, J., y Vidales, J. (2016). *Cultivo hidropónico de Lilium (azucena)*. Churubusco, México: Trillas.
- Mah, J. J., Llewellyn, D., y Zheng, Y. (2020). Blackout reduces height of easter lily but end-of-day red light treatment using light-emitting diodes does not. *HortTechnology*, 30(2), 156-162.
- Mancera, L. (2011). *Análisis del desarrollo de miniclavel y de su productividad con base en el método de grados día y el descabece en diferentes estados fenológicos* (tesis de maestría). Universidad de la Sabana, Chía, Colombia.
- Marzocca, A. (1985). *Nociones básicas de taxonomía vegetal*. San José, Costa Rica: IICA.
- Massodi, N., y Nayeem, S. (2018). Evaluation of different *Lilium* hybrids under climatic conditions of Kashmir valley. *Agricultural Research and Technology*, 17(1), 1-6.
- Mcclung, C. R., Lou, P., Hermand, V., y Kim, J. A. (2016). The importance of ambient temperature to growth and the induction of flowering. *Frontiers in Plant Science*, 7(1266), 1-7.
- Miller, P., Lanier, W., y Brandt, S. (2018). Using growing degree days to predict plant stages to predict plant stages. *Agriculture and Natural Resources-MontGuides*, 7(18), 1-8.
- Mitchell, A. (2017). *Lilies and related plants 2017-2018*. London, UK: RHS Lily Group.
- Mohr, H., y Schopfer, P. (1995). *Plant Physiology*. Heidelberg, Alemania: Springer.
- Mojtahedi, N., Masuda, J., Hiramatsu, M., Lam, N., y Okubo, H. (2013). Role of temperature in dormancy induction and release in one-year-old seedlings of *Lilium longiflorum* populations. *Japanese Society for Horticultural Science.*, 82(1), 63-68.
- Morales, C., y Arbeláez, J. (2015). La producción de lirios (*Lilium* spp.) como flor de corte para exportación. Una revisión. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 28(39), 45-60.
- Mosonyi, I., Tilly-Mándy, A., Kohut, I., y Honfi, P. (2019). Flower forcing possibilities in *Hemerocallis* hybrids. *Acta Horticulturae*, 177-184.

- Noriega, L., Preciado, R., Andrio, E., Terrón, A., y Covarrubias, J. (2011). Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(4), 489-500.
- Okazaki, K., y Hane, Y. (2005). Comparison of diploid and chimeric forms (4X/2X) of asiatic hybrid lilies (*Lilium* sp.) under natural and early forcing culture. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(3), 261-267.
- Oki, L., Mattson, N., y Lieth, J. (2006). Predicting stem length of cut flower roses at harvest using stem elongation rates in relationship to developmental events. *Acta Horticulturae*, 718(12), 113-120.
- Özen, F., Temeltaş, H., y Aksoy, Ö. (2012). The anatomy and morphology of the medicinal plant, *Lilium candidum* L. (*Liliaceae*), distributed in Marmara region of Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4), 1185-1192.
- Park, B. (2014). Characteristics of growth and flowering of pot lily depending on the planting date. *Flower Research Journal*, 22(4), 215-222.
- Parra, A., Fischer, G., y Chaves, B. (2015). Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). *Acta Biológica Colombiana*, 20(1), 163-173.
- Peñuelas, J., y Filella, I. (2001). Responses to a warming world. *Science's Compass*, 294(5543), 793-795.
- Pérez, I., Cure, J., y Monroy, N. (2002). Modelo de predicción y manejo de cultivos de rosas. *Revista de Ingeniería*, 3(15), 18-22.
- Ramanna, M., y Jacobsen, E. (2003). Relevance of sexual polyploidization for crop improvement – a review. *Euphytica*, 133, 3-8.
- Ring, D. R., Harris, M. K., Jackman, J. A., y Henson, J. L. (1983). A fortran computer program for determining start date and base temperature for degree day models. *The Texas Agricultural Experiment Station*, 1537.
- Rob, S., y Wilkins, H. (1973). Influence of temperature on the development of flower buds from the visible bud stage to anthesis of *Lilium longiflorum* Thunb. cv. 'Ace'. *American Society for Horticultural Science*, 8, 129-130.
- Rodríguez, W., y Flórez, V. (2006). Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 247-257.
- Roh, M. S. (2011). Controlled flowering in the genus *Lilium*-review of the past achievements and the future direction of research. *Acta Horticulturae*, 900(900), 189-203.
- Rong, L., Lei, J., y Wang, C. (2011). Collection and evaluation of the genus *Lilium* resources in Northeast China. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58(1), 115-123.

- Ruffoni, B., Mascarello, C., y Savona, M. (2011). Strategies for *Lilium* propagation: tradition vs. biotech. *Acta Horticulturae*, 900(44), 347-355.
- Salinger, J. (1978). The influence of temperature on the growth and flowering of oriental lilies (*Lilium* cultivars) (postgraduate thesis). Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Sánchez, C. (2019). Estados fenológicos de *Lilium* sp. (J. Imbago, Entrevistador).
- Sanjinez, V. (2018). *Análisis de las exportaciones de los principales sectores productivos no petroleros y su aporte al crecimiento económico del Ecuador periodo 2007-2017* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Scoconi, L., y Marinangeli, P. (2014). Factibilidad de la producción de bulbos de lilium para floricultura comercial en Argentina. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 78-108.
- Sijm, G. (2017). *Export import of flowerbulbs bv*. Westelijke Randweg, Netherlands: VWS. Recuperado de <https://www.vws-flowerbulbs.nl/home-es/>
- Snyder, R. L., Spano, D., Cesaraccio, C., y Duce, P. (1999). Determining degree-day thresholds from field observations. *International Journal of Biometeorology*, 42(4), 177-182.
- Song, J. (2017). The relationship of root system with the growth and development of bulbos and shoots in lilies. *American Society for Horticultural Science*, 52(2), 245-250.
- Suh, J., y Roh, M. (2014). New technique for cut flower production from bulbils of the asiatic hybrid lily (*Lilium* × *elegans* Thunb.). *Scientia Horticulturae*, 165(165), 374-383.
- Sun, H-M., Teixeira, J., Li, Y-F., y Li, T-L. (2007). Effects of low temperature on dormancy release in lily bulbos. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 1(1), 41-45.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal*. Los Ángeles, EE.UU: Universitat Jaume I.
- Tejeda, O., Ríos, Y., Trejo, L., y Vaquera, H. (2015). Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1105-1118.
- The International Flower Bulb Centre. (I.B.C, s.f). *Classification of the different groups - T. I. Centre, Lilies*. Hillegom, Países Bajos: Postbus.
- Treder, J. (2001). The effect of light and nutrition on growth and flowering of oriental lilies. *Acta Horticulturae*, 548(63), 523-528.
- Treder, J. (2005) Growth and quality of oriental lilies at different fertilization levels. *Acta Horticulturae*, 673, 297-302.

- Tribulato, A., y Noto, G. (2001). Forcing oriental and asiatic lilies in soilless culture. *Acta Horticulturae*, 559(559), 639-645.
- Ubilla, E., Schiappacasse, F., y Carrasco, G. (2001). Efecto de dos fechas de transplante y tres densidades de plantacion sobre *Lilium formolongi* (tesis pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Unigarro, C., Bermúdez, L., Medina, R., Jaramillo, Á., y Flórez, C. (2017). Evaluation of four degree-day estimation methods in eight Colombian coffee-growing areas. *Agronomia Colombiana*, 35(3), 374-381.
- University of California. (2016). *How to manage pests degree-days*. Obtenido de <http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddconcepts.html>
- Van de Pas, B. (2018). Total area used for production of outdoor flower bulbs in the Netherlands from 2008 to 2018 (in acres). *Statista*, 12(3), 10-11.
- Van den Bos Flowerbulbs B.V. (2020). *Bulbos de lirio*. Obtenido de <https://www.vandenbos.com/es/bulbos-de-flor/bulbos-de-lirio>
- Villares, D. (2018). *Determinación de grados día desarrollo en la fenología de siete variedades de Chrysanthemum sp. en la florícola Florisol* (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.
- Wilson, L. T., y Barnett, W. W. (1983). Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture*, 37(1), 4-7.
- Yzarra, W., Trebejo, I., y Noriega, V. (2009). Evaluación de unidades térmicas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays*, L.) en la costa central del Perú. *Revista Peruana Geo-Atmosférica*, 1(1), 1-10.
- Zalom, F. G., Goodell, P. B., Wilson, L. T., Barnett, W. W., y Bentley, W. J. (1983). Degree-days: the calculation and use of heat units in pest management. *University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Leaflet 21373*, 1-10.

ANEXOS

Anexo 1. Fertilizantes usados en el tanque A.

SOLUCIÓN A (500 l)													
Cantidad	Unidad	Fuentes	ppm										
			N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
14,5	kg	Nitrato de Potasio	3770	0	11069.3	0	0	0	0	0	0	0	0
3,4	kg	Quelato de Fe	0	0	0	0	0	0	408	0	0	0	0
5	l	Calcium	1112	0	0	0	0	1388	0	0	0	0	0
1,25	kg	Tradecorp Mn	0	0	0	0	0	0	0	325	0	0	0
0,2	kg	Tradecorp Zn	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0
0,25	kg	Tradecorp Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0
0,035	kg	Molibdato amonio	4,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37.8
73	kg	Nitrato de Calcio	22192	0	0	0	0	28674.4	0	0	0	0	0
Total			27078.9	0	11069.3	0	0	30062.4	408	325	56	72.5	37.8

Anexo 2. Fertilizantes usados en el tanque B.

SOLUCIÓN B (500 l)													
Cantidad	Unidad	Fuentes	ppm										
			N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
7,5	kg	Sulfato de Potasio	0	0	6348	2700	0	0	0	0	0	0	0
30	kg	Sulfato de Magnesio	0	0	0	7680	5760	0	0	0	0	0	0
22	kg	Fosfato Monopotásico	0	9988	12412.4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	kg	Nitrato de Magnesio	2310	0	0	0	2059.2	0	0		0	0	0
Total			2310	9988	18760.4	10380	7819.2	0	0	0	0	0	0

Anexo 3. Altura de plantas (cm) de variedades de *Lilium* sp., en cada estado fenológico, con el valor p.

	Variedades	AB			DB			CB			CO		
		(cm)	Error	Valor P	(cm)	Error	Valor P	(cm)	Error	Valor P	(cm)	Error	Valor P
Híbrido OT	Siberia	56.17 d	0.37	< 0.0001	77.99 b	0.68	<0.0001	91.42 c	0.61	<0.0001	92.73 c	0.56	<0.0001
	Sorbonne	58.29 c	0.37	< 0.0001	72.32 d	0.55	<0.0001	91.73 c	0.55	<0.0001	93.51 c	0.56	<0.0001
	Nova zembla	66.54 a	0.37	< 0.0001	83.55 a	0.51	<0.0001	103.82 a	0.46	<0.0001	103.15 a	0.56	<0.0001
	Premium blond	56.90 d	0.37	< 0.0001	84.34 a	0.52	<0.0001	96.22 b	0.55	<0.0001	96.93 b	0.56	<0.0001
	Table dance	61.16 b	0.37	< 0.0001	77.06 bc	0.56	<0.0001	82.67 e	0.61	<0.0001	88.08 d	0.56	<0.0001
	Concad'or	51.52 e	0.37	< 0.0001	76.05 c	0.52	<0.0001	87.01 d	0.58	<0.0001	92.99 c	0.56	<0.0001

Anexo 4. Grosor de tallo (mm) de variedades de *Lilium* sp., en diferentes estados fenológicos, con el valor p.

	Variedades	AB			DB			CB			CO		
		(mm)	Error	Valor P	(mm)	Error	Valor P	(mm)	Error	Valor P	(mm)	Error	Valor P
Híbrido OT	Siberia	6.82 cd	0.05	<0.0001	6.95 d	0.08	<0.0001	7.33 b	0.04	<0.0001	7.26 c	0.05	<0.0001
	Sorbonne	6.23 e	0.05	<0.0002	6.34 e	0.07	<0.0001	6.81 c	0.04	<0.0001	6.81 e	0.05	<0.0001
	Nova zembla	7.71 a	0.05	<0.0003	7.91 b	0.08	<0.0001	8.07 a	0.05	<0.0001	7.94 b	0.05	<0.0001
	Premium blond	6.93 c	0.05	<0.0004	7.10 c	0.08	<0.0001	7.39 b	0.04	<0.0001	7.82 b	0.05	<0.0001
Híbrido OT	Table dance	6.71 d	0.05	<0.0005	6.92 d	0.08	<0.0001	6.75 c	0.06	<0.0001	6.96 d	0.05	<0.0001
	Concad'or	7.46 b	0.05	<0.0006	8.22 a	0.09	<0.0001	8.21 a	0.06	<0.0001	8.23 a	0.05	<0.0001

Anexo 5. Diámetro de botón (mm) de variedades de *Lilium* sp., en cada estado fenológico, con el valor p.

	Variedades	DB			CB			CO		
		(mm)	Error	Valor P	(mm)	Error	Valor P	(mm)	Error	Valor P
Híbrido OT	Siberia	9.45 c	0.14	<0.0001	22.29 a	0.37	<0.0001	28.86 d	0.23	<0.0001
	Sorbonne	8.43 e	0.12	<0.0001	18.30 c	0.38	<0.0001	31.42 c	0.23	<0.0001
	Nova zembla	8.34 e	0.12	<0.0001	18.28 c	0.37	<0.0001	34.52 b	0.23	<0.0001
	Premium blond	9.08 d	0.12	<0.0001	19.45 b	0.36	<0.0001	35.23 a	0.23	<0.0001
	Table dance	13.50 a	0.12	<0.0001	22.56 a	0.39	<0.0001	31.63 c	0.23	<0.0001
	Concad'or	11.16 b	0.11	<0.0001	19.41 b	0.38	<0.0001	31.09 c	0.23	<0.0001

Anexo 6. Número de botones de seis variedades de *Lilium* sp, con el valor p.

	Variedades	CO		
		(mm)	Error	Valor P
Híbrido OT	Siberia	5.64 a	0.14	<0.0001
	Sorbonne	4.35 b	0.10	<0.0001
	Nova zembla	5.83 a	0.06	<0.0001
	Premium blond	4.19 b	0.06	<0.0001
	Table dance	2.88 c	0.08	<0.0001
	Concad'or	4.13 b	0.08	<0.0001