

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA
PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE LILIUM (*Lilium sp.*) EN
LA COMUNIDAD SANTA ANA – COROICO**

Por:

Felipe Mamani Lipa

**EL ALTO – BOLIVIA
Octubre, 2024**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA PRODUCCIÓN DE
DOS VARIEDADES DE LILIUM (*Lilium sp.*) EN LA COMUNIDAD SANTA ANA –
COROICO**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Felipe Mamani Lipa

Asesor:

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

Tribunal Revisor:

M. Sc. Lic. Ing. Juan Jose Vicente Rojas

Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara

Lic. Ing. Graciela Deicy Quispe Cabrera

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA:

A Dios por darme la oportunidad de seguir viviendo.

A mis padres: Mario Mamani Condori y María Cruz Lipa Machaca, quienes me dieron la confianza, el apoyo y la fortaleza para seguir.

A mi compañera de vida Nieves Leidy Cuarita Mamani por estar ahí en todo momento y ser mi apoyo constante.

A mi familia por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Señor por darme vida y sabiduría, permitirme terminar esta etapa en mi formación profesional.

Agradecer a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, por haberme abierto sus puertas, y permitido formarme como profesional en esta casa superior de estudios.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, por los conocimientos impartidos.

A mi asesor M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani por sus enseñanzas, colaboración y apoyo.

A los tribunales, M. Sc. Lic. Ing. Juan José Vicente Rojas, Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara e Lic. Ing. Graciela Deicy Quispe Cabrera, por la colaboración, apoyo, paciencia y sugerencias, emitidas en la revisión del trabajo.

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron presentes, apoyo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS..... i

ÍNDICE DE FIGURAS vii

ÍNDICE DE ANEXOS ix

ABREVIATURAS x

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN..... 1

1.1. Antecedentes..... 1

1.2. Planteamiento del problema 2

1.3. Justificación 3

1.4. Objetivos..... 3

1.4.1. Objetivo general 3

1.4.2. Objetivos específicos 3

1.5. Hipótesis..... 4

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 5

2.1. Origen..... 5

2.2. Producción mundial de liliu..... 5

2.3. Clasificación Taxonómica 6

2.4. Morfología del liliu..... 6

2.4.1. Raíz 6

2.4.2. Bulbo..... 7

2.4.3. Hoja 7

2.4.4. Flor..... 7

2.4.5.	Fruto	8
2.4.6.	Propagación	8
2.5.	Ciclo fenológico	9
2.6.	Requerimientos edafoclimáticos	10
2.6.1.	Suelo.....	10
2.6.2.	Potencial de hidrogeno pH	10
2.6.3.	Temperatura	11
2.6.4.	Luz	11
2.6.5.	Humedad relativa	12
2.7.	Clasificación de híbridos	13
2.7.1.	Híbridos.....	13
2.8.	Variedades de lilium.....	13
2.8.1.	Lilium variedad Sorbonne.....	14
2.8.2.	Lilium variedad profundo	15
2.9.	Manejo del cultivo de lilium	16
2.9.1.	Plantación	16
2.9.2.	Preparación del suelo.....	17
2.9.3.	Fertilización	18
2.9.4.	Riego	18
2.9.5.	Control de plagas.....	19
2.9.5.1.	Pulgones	19
2.9.5.2.	Trips	19
2.9.5.3.	Acaro del bulbo	19
2.9.5.4.	Crioceros.....	20
2.9.6.	Enfermedades.....	20

2.9.6.1.	Rhizoctonia solani	20
2.9.6.2.	Fusarium	20
2.9.6.3.	Botrytis elliptica, B. cinerea	20
2.9.6.4.	Virus de las manchas necróticas de la azucena o <i>Lyli symptomless</i> <i>carlavirus</i> (LSV)	21
2.9.7.	Entutorado	21
2.9.8.	Recolección y post-recolección	22
2.9.8.1.	Recolección de flores	22
2.9.8.2.	Post recolección de flores	22
2.9.8.3.	Cosecha de bulbo	23
2.9.9.	Reguladores de crecimiento en plantas	23
2.9.9.1.	Giberelina o ácido giberélico	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1.	Localización	26
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	26
3.2.	Características Ecológicas.....	26
3.2.1.	Clima.....	26
3.2.2.	Suelo.....	27
3.2.3.	Flora.....	27
3.2.4.	Fauna.....	28
3.3.	Materiales	28
3.3.1.	Material biológico	28
3.3.2.	Insumos	28
3.3.3.	Material de campo.....	28
3.3.4.	Material de gabinete.....	29

3.4.	Métodos.....	29
3.4.1.	Acondicionamiento del vivero.....	29
3.4.2.	Adquisición de los bulbos.....	30
3.4.3.	Preparación de sustrato	30
3.4.4.	Siembra de bulbos	31
3.4.5.	Preparación de ácido giberélico	32
3.4.6.	Aplicación de ácido giberélico	33
3.4.7.	Labores culturales.....	33
3.4.1.	Diseño experimental	34
3.4.1.1.	Factores de estudio.....	34
3.4.1.2.	Distribución de los tratamientos.....	35
3.4.1.3.	Croquis del experimento.....	35
3.4.2.	Variables de respuesta.....	36
3.4.2.1.	Días a la emergencia	36
3.4.2.2.	Días a la floración.....	37
3.4.2.3.	Días a la cosecha.....	37
3.4.2.4.	Altura de planta	38
3.4.2.5.	Diámetro de tallo	38
3.4.2.6.	Número de botones florales por planta.....	39
3.4.2.7.	Longitud de botón floral	39
3.4.3.	Análisis económico	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.	Variables climáticas	42
4.1.1.	Temperatura	42

4.1.2.	Precipitación	43
4.2.	Variables agronómicas.....	44
4.2.1.	Días a la emergencia	44
4.2.2.	Días a la floración	45
4.2.3.	Días a la cosecha.....	50
4.2.4.	Altura de planta	55
4.2.5.	Diámetro de tallo	60
4.2.6.	Número de botones florales	62
4.2.7.	Longitud de botón floral.....	64
4.2.8.	Análisis costos parciales	65
4.2.8.1.	Tasa de retorno marginal	66
4.2.9.	Determinación de beneficio costo	67
5.	CONCLUSIONES.....	69
6.	RECOMENDACIONES.....	71
7.	BIBLIOGRAFÍA	72
8.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Dosis de ácido giberélico para 10 litros	32
Cuadro 2.	Factor A	34
Cuadro 3.	Factor B	35
Cuadro 4.	Distribución de los tratamientos	35
Cuadro 5.	Análisis de varianza para días a la emergencia	44
Cuadro 6.	Análisis de varianza para días a la floración.....	45
Cuadro 7.	Análisis de varianza para días a la cosecha.....	50
Cuadro 8.	Análisis de varianza para altura de planta.....	55
Cuadro 9.	Análisis de varianza para diámetro de tallo	60
Cuadro 10.	Análisis de varianza para número de botones florales.....	62
Cuadro 11.	Análisis de varianza para longitud de botón floral.....	65
Cuadro 12.	Rendimiento, beneficio bruto, beneficio neto, costos que varían.	65
Cuadro 13.	Análisis de tratamiento dominantes	66
Cuadro 14.	Determinación de la relación beneficio costo.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Flor de liliun, fuente: (Dutch-bulbs, 2024)	15
Figura 2.	Liliun variedad Profundo, tomado de (Dutch-bulbs, 2024)	16
Figura 3.	Ubicación de la investigación	26
Figura 4.	Acondicionamiento del vivero.....	30
Figura 5.	Canastillas de liliun	30
Figura 6.	Preparación de sustrato y desinfección.....	31
Figura 7.	Siembra de bulbos de liliun	31
Figura 8.	Acomodado de las plantas de liliun	32
Figura 9.	Preparación de ácido giberélico	32
Figura 10.	Aplicación del ácido giberélico	33
Figura 11.	Labores culturales.....	33
Figura 12.	Características de la unidad experimental.....	35
Figura 13.	Croquis del experimento	36
Figura 14.	Días a la emergencia	36
Figura 15.	Días a la floración	37
Figura 16.	Botones coloreados	37
Figura 16.	Altura de planta.....	38
Figura 17.	Medición de diámetro del tallo.....	39
Figura 18.	Conteo de botones florales	39
Figura 19.	Medición de longitud del botón floral	40
Figura 20.	Registro de la temperatura.....	42
Figura 21.	Registro de precipitación.....	43
Figura 22.	Promedios de días a la floración para variedad.....	46
Figura 23.	Promedios de días a la floración para nivel de ácido giberélico.....	47
Figura 24.	Regresión lineal para días a la floración – nivel de AG.....	48

Figura 25.	Interacción variedad – nivel de ácido giberélico para días a la floración....	49
Figura 26.	Prueba de Duncan para los tratamientos (Variedad*nivel de AG)	49
Figura 27.	Promedios de días a la cosecha para variedades	51
Figura 28.	Promedios de días a la cosecha para nivel de ácido giberélico.....	52
Figura 29.	Regresión lineal de días a la cosecha – nivel de AG.....	53
Figura 30.	Interacción variedad – nivel de ácido giberélico para días a la cosecha....	53
Figura 31.	Prueba de Duncan para los tratamientos (Variedad*nivel de AG)	54
Figura 32.	Promedios de altura de planta para variedades	56
Figura 33.	Promedios de altura de planta para nivel de ácido giberélico	57
Figura 34.	Regresión lineal de Altura de planta – nivel de AG.....	58
Figura 35.	Interacción de variedad – nivel de ácido giberélico para altura de planta ..	58
Figura 36.	Promedios de altura de planta para interacción.....	59
Figura 37.	Promedios de diámetro de tallo para nivel de ácido giberélico	61
Figura 38.	Promedios de numero de botón floral para nivel de ácido giberélico	63
Figura 39.	Regresión lineal de número de botón floral – nivel de AG	64
Figura 40.	Curva de beneficios netos- costos variables	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Determinación de cantidades y precios.....	77
Anexo 2.	Costos fijos para la producción de 60 plantas de lilium	77
Anexo 3.	Determinación de costos variables.....	78
Anexo 4.	Bulbos de lilium	79
Anexo 5.	Adquisición del material genético	79
Anexo 6.	Desarrollo del cultivo.....	79
Anexo 7.	Evaluación en parcela de investigación.....	80
Anexo 8.	Embolsado de bulbos del lilium	80
Anexo 9.	Ácido gibérelico.....	80
Anexo 10.	Labores culturales	81
Anexo 11.	Toma de datos de número de botones florales.....	81
Anexo 12.	Promedios de variables	82

ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
DE	Días a la emergencia
DF	Días a la floración
DC	Días a cosecha
mS	Milisiemens
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
gl	Grados de libertad
CM	Cuadrado medio
SC	Sumatoria de cuadrado
CV	Coeficiente de variación
ANVA	Análisis de varianza
AG	Ácido giberélico
DBCA	Diseño en bloque completos al azar
ppm	Partes por millón
sp.	Se utiliza para especies que no se conocen plenamente una especie concreta cuyo epíteto específico es desconocido
Σ	Sumatoria
TRM	Tasa de retorno marginal

RESUMEN

En la comunidad de Santa Ana, en el Municipio de Coroico, los agricultores, principalmente dedicados al monocultivo de coca con precios bajos, ven la producción de liliun como una prometedora alternativa económica. La escarpada topografía limita otros cultivos, pero el liliun, con menores necesidades de nutrientes, es viable. Sin embargo, falta información sobre el uso de fitohormonas para mejorar la cantidad y calidad de los cultivos y acelerar la cosecha. Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de ácido giberélico en dos variedades de liliun, se realizó esta investigación en la comunidad de Santa Ana, en el Municipio de Coroico, en el departamento de La Paz, a unos 56,6 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente, Santa Ana está ubicada a 16°10'43.22" de latitud sur, 67°43'6.29" de longitud oeste, y a una altitud de 1.302 metros sobre el nivel del mar. Los materiales utilizados en la investigación incluyeron 180 bulbos de cada variedad como primer factor de estudio (Sorbonne y Profundo), ácido giberélico (n1: 0 ppm; n2: 20 ppm; n3: 40 ppm) como segundo factor y materiales para la producción de flores en el vivero. Las actividades realizadas incluyeron el acondicionamiento del vivero, preparación del sustrato (50% suelo local, 15% cascarilla de arroz, 15% arena, 20% gallinaza), siembra, preparación de AG, labores culturales y cosecha. El experimento se condujo bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas: la parcela mayor fue la variedad y la parcela menor el nivel de AG, con comparaciones de promedios evaluadas con la prueba de Duncan ($p=0,05$). Las variables de respuesta evaluadas fueron días a la emergencia, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, diámetro de tallo, número de botones florales y longitud de botón floral. Las variables económicas de costos parciales se evaluaron desarrollando el procedimiento de costos de producción, beneficios netos y la relación B/C. Los resultados del experimento mostraron que la variedad Profundo presentó diferencias significativas en días a la floración y días a la cosecha, con 43 y 72 días respectivamente. Para la altura de la planta, la variedad Profundo mostró diferencias significativas con 88,92 cm. En cuanto al nivel de AG, el nivel de 40 ppm mostró diferencias significativas en las siguientes variables: días a la floración (41), días a la cosecha (70,8), altura de planta (93,96 cm), diámetro de tallo (74 mm) y número de botones florales (4,67 en promedio). El análisis económico muestra que la mejor opción es la variedad Sorbonne, ya que al aumentar de 0 ppm a 20 ppm se obtiene un 2300 % de tasa de retorno marginal (TRM), es decir, por cada Bs invertido, se obtiene un beneficio adicional de 23 Bs.

ABSTRACT

In the community of Santa Ana, in the Municipality of Coroico, farmers, primarily engaged in the monoculture of coca with low prices, see the production of Lilium as a promising economic alternative. The steep topography limits other crops, but Lilium, with lower nutrient requirements, is viable. However, there is a lack of information on the use of phytohormones to improve crop quantity and quality and accelerate harvest. To evaluate the effect of different levels of gibberellic acid on two varieties of Lilium, this research was conducted in the community of Santa Ana, in the Municipality of Coroico, in the department of La Paz, about 56.6 km from the city of La Paz. Geographically, Santa Ana is located at 16°10'43.22" south latitude, 67°43'6.29" west longitude, and at an altitude of 1,302 meters above sea level. The materials used in the research included 180 bulbs of each variety as the first study factor (Sorbonne and Profundo), gibberellic acid (n1: 0 ppm; n2: 20 ppm; n3: 40 ppm) as the second factor, and materials for flower production in the nursery. The activities carried out included nursery conditioning, substrate preparation (50% local soil, 15% rice husk, 15% sand, 20% chicken manure), planting, GA preparation, cultural practices, and harvesting. The experiment was conducted under a randomized complete block design, arranged in split plots: the larger plot was the variety and the smaller plot was the GA level, with average comparisons evaluated using Duncan's test ($p=0.05$). The response variables evaluated were days to emergence, days to flowering, days to harvest, plant height, stem diameter, number of floral buds, and bud length. The economic variables of partial costs were evaluated by developing the procedure for production costs, net benefits, and the B/C ratio. The experimental results showed that the Profundo variety presented significant differences in days to flowering and days to harvest, with 43 and 72 days, respectively. For plant height, the Profundo variety showed significant differences with 88.92 cm. Regarding the GA level, the 40 ppm level showed significant differences in the following variables: days to flowering (41), days to harvest (70.8), plant height (93.96 cm), stem diameter (74 mm), and number of floral buds (4.67 on average). The economic analysis shows that the best option is the Sorbonne variety, as increasing from 0 ppm to 20 ppm results in a 2300% marginal return rate (MRR), meaning that for every Bs invested, an additional benefit of 23 BOB is obtained.

1. INTRODUCCIÓN

La producción comercial de flores de corte ha desempeñado y continúa desempeñando un papel económico y social crucial en los valles templados, fríos y mesotérmicos de Bolivia. En particular, en la zona subtropical y en los valles de Cochabamba, las flores de corte son una característica distintiva del paisaje y la cultura local. Las condiciones agroecológicas favorables de la región facilitan el cultivo de una amplia variedad de especies. La floricultura en Bolivia crea numerosas oportunidades de empleo tanto directo como indirecto. Se estima que dependen de esta industria, aproximadamente 15.000 personas a nivel nacional, incluyendo a todos los actores de la cadena, como proveedores de servicios y comerciantes mayoristas y minoristas. Gran parte de la floricultura nacional está en manos de medianos y pequeños productores, cuya producción se destina principalmente al mercado interno (Fundación Valles, 2022).

En la región de los Yungas, norte del departamento de La Paz específicamente en el municipio de Coroico, donde el clima es húmedo y tropical el liliun se usa como parte decorativa, esto conlleva a una demanda causando la elevación de los precios del mismo debido a que no existe una producción estable en la zona, por esta razón la producción de este cultivo genera un impacto social y económico.

A pesar de estos avances, la producción de liliun en la región, enfrenta desafíos, como la necesidad de mejorar la infraestructura logística y el acceso a mercados intermunicipales. Sin embargo, con un apoyo continuo y un enfoque en la calidad y sostenibilidad, el rubro del liliun en los Yungas tiene un futuro prometedor y puede contribuir significativamente al desarrollo económico y social del municipio de Coroico.

1.1. Antecedentes

En su tesis de grado Caifuman (2012), titulado “Efecto de la aplicación de AG₄₊₇ (Ácido giberélico) en una variedad de liliun LA, establecido bajo condiciones de invernadero en la región de la Araucanía” los resultados más destacados que reportó fueron: la dosis óptima para reducir el periodo de desarrollo del cultivo fue de 50 ppm de AG₄₊₇, lo cual permitió acelerar en 15 días el proceso desde la plantación hasta la cosecha de flores. El híbrido LA bar. Pavia, bajo la aplicación de AG₄₊₇, mostró un crecimiento y desarrollo óptimos, logrando una buena longitud (más de 100 cm) y firmeza del tallo (8 a 10 mm de

diámetro), un alto número de botones por vara (5 a 7) y una longitud óptima del botón floral (5.5 a 6.5 cm).

Por otra parte, Imbago (2021), en su trabajo de grado denominado “Evaluación de grados día desarrollo en la fenología de variedades de *lilium* sp., en la florícola Florisol, San Jose de Minas”, mostraron los resultados siguientes; presentó resultados sobre la variedad Sorbonne, mostrando que se alcanzó la cosecha en 88 días, con una altura de vara de 92,73 cm, un diámetro de tallo de 6,81 mm, un diámetro promedio del botón floral de 31,42 mm y un número promedio de botones florales de 4,35. El estudio demostró que la variedad Sorbonne superó en estas variables promedio a las variedades Nova Zembla, Premium Blond, Table Danc y Concad`or.

1.2. Planteamiento del problema

En nuestra región, la producción y comercialización de flores ornamentales enfrenta desafíos significativos, como el bajo rendimiento y la calidad insatisfactoria de las flores de corte, influenciada por factores como el tamaño del tallo, la forma, el color, el número de hojas y pétalos, así como la durabilidad de las flores.

En el sector de los Yungas de La Paz, donde la información sobre el uso adecuado de aceleradores florales en el cultivo de *lilium* es escasa, se busca mejorar tanto la cantidad como la calidad de la producción de *lilium* en un tiempo más eficiente para obtener características superiores en el momento de la cosecha.

Además, las limitaciones para diversificar la agricultura en el sector de los Yungas mediante el uso de las maquinarias agrícolas de gran envergadura, debido a la topografía empinada de la zona, han llevado a considerar al cultivo de *lilium* como una alternativa económica en crecimiento en la comunidad de Santa Ana, en el Municipio de Coroico. Este cultivo, que no demanda extensiones extensas de terreno ni un uso intensivo de maquinaria, se presenta como una opción viable para los agricultores locales.

Sin embargo, la falta de conocimiento sobre la aplicación de aceleradores florales ha generado desinterés y falta de motivación entre los productores para implementar estas prácticas, limitando así el desarrollo del sector. Por lo tanto, es crucial abordar esta brecha de conocimiento para fomentar el cultivo de *lilium* y potenciar su producción, contribuyendo así al desarrollo económico de la región.

Por ello se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál será el efecto que genere los diferentes niveles de ácido giberélico en las dos variedades de liliun en la comunidad Santa Ana del municipio de Coroico?

1.3. Justificación

En la comunidad de Santa Ana, ubicada en el Municipio de Coroico, los agricultores están principalmente dedicados al monocultivo de hoja de coca, que actualmente enfrenta bajos precios en el mercado. Ante esta situación, la producción de liliun emerge como una alternativa prometedora para impulsar la economía local. La topografía escarpada de la región limita la diversificación de cultivos, pero el liliun se presenta como una opción atractiva debido a su menor exigencia de nutrientes en comparación con otros cultivos. Sin embargo, hay una falta de información sobre el manejo adecuado de fitohormonas para mejorar la cantidad y calidad de los cultivos, y para acelerar el tiempo de cosecha.

En algunas áreas de los Yungas, ya se ha tenido éxito en la producción de liliun. El municipio de Coroico, con condiciones edafoclimáticas favorables similares, se posiciona como un entorno ideal para el cultivo de esta flor. Además, la existencia de vías en buen estado hacia la ciudad de La Paz ofrece una ventaja significativa para la comercialización de los productos cultivados en la zona.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la producción de dos variedades de liliun en la comunidad Santa Ana del municipio de Coroico.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de liliun por el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico.
- Determinar la producción de liliun debido al efecto de las diferentes dosis de ácido giberélico.
- Analizar los costos parciales de los tratamientos.

1.5. Hipótesis

- La aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico no muestran diferencias significativas en la producción de liliun en la comunidad de Santa Ana del municipio de Coroico.
- Las variedades liliun no muestran diferencias estadísticas en la producción de liliun en la comunidad Santa Ana del municipio de Coroico del departamento de La Paz.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen

Según Larson (1988), citado por Villalobos (2013), señala que el origen del *lilium* se encuentra en Asia, específicamente en Japón, con su centro de origen aparentemente en tres pequeñas islas del sur del país. Sin embargo, esta especie también ha sido encontrada bajo cultivo en China. Estas plantas también han crecido en las islas japonesas de Amami Erabu y Okinawa, en huecos de suelo en las rocas de coral cercanas al mar. Además del *lilium*, se han encontrado allí bambú, caña de azúcar, palmeras y otras plantas tropicales.

El *lilium* es una planta que crece todo el año, tiene bulbos cubiertos de escamas y se conoce comúnmente como azucena híbrida. El género *lilium* incluye alrededor de 100 especies que se encuentran principalmente en las regiones templadas del hemisferio norte. Alrededor de una docena de estas especies son originarias de Europa, dos de América del Norte y aproximadamente 50-60 se encuentran en Asia (InfoAgro, 2024).

2.2. Producción mundial de *lilium*

Según Cortéz (2014), citado por Laura (2017), señala que, en los últimos años, el negocio de la floricultura ha experimentado un aumento significativo debido a la creciente demanda en naciones desarrolladas. Los principales exportadores son Holanda (42%), Colombia (13%), Kenya (7%), Ecuador (5%), China (4%) e Israel (3%), generando un total de 8.5 mil millones de dólares en el comercio internacional. En cuanto a las importaciones de bulbos a nivel global hasta el año 2012, Estados Unidos lidera con el 10.7% de participación y más de USD 175 millones, seguido por Alemania, el Reino Unido y Suiza, con participaciones del 9.8%, 8.0% y 7.7% respectivamente. Las importaciones de bulbos de flores de los diez principales países importadores mostraron una ligera disminución del 4.3% entre 2011 y 2012, descendiendo de USD 1,707 millones a USD 1,634 millones.

Las exportaciones agrícolas de Colombia y Costa Rica han enfocado su atención en especies de mayor valor y calidad, entre las cuales el *lilium* se destaca como una de las más buscadas. Chile ha sido uno de los países que ha aumentado su producción, con ventas al extranjero durante todo el año, aunque el 55% del volumen exportado se concentra entre diciembre y febrero. El crecimiento de este cultivo está limitado por el alto

precio de los bulbos, lo que dificulta la expansión de la superficie cultivada. A pesar de este obstáculo, la gran demanda pública de esta flor y su buena cotización en los mercados han llevado a un aumento considerable de su área de cultivo en los últimos 10 años (InfoAgro, 2024).

2.3. Clasificación Taxonómica

Según Inventaire National du Patrimoine Naturel (2024), indica que la clasificación taxonómica del *lilium*.

Dominio:	Biota
Reinado:	Plantae
Sub-reino:	Viridaeplantae
Infrar-reino:	Streptophyta
Clase:	Esquisetopsida
Clado:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliidae
Super-orden:	Lilianaes
Orden:	Liliales
Familia:	Liliaceae
Género:	<i>Lilium</i>
Especie:	<i>Lilium sp.</i>

2.4. Morfología del *lilium*

2.4.1. Raíz

Según Infoagro (2000), citado por Flores (2022), señala que el sistema de raíces del *lilium* está compuesto por un bulbo de tipo escamoso que carece de una cubierta externa protectora, lo que lo hace susceptible a la deshidratación. Este bulbo presenta un disco en su base, donde se insertan las escamas carnosas, que son hojas modificadas para almacenar agua y nutrientes. Por su parte Torreblanca (2004), menciona que en el disco basal también se encuentra una yema rodeada de escamas, que al brotar generará el tallo y, al completar su desarrollo, dará lugar a la formación de la inflorescencia. Simultáneamente, se forma una nueva yema que florecerá en el siguiente año. La

mayoría de los liliums producen raíces conocidas como "raíces de tallo", que emergen justo encima del bulbo enterrado y son fundamentales en la absorción de agua y nutrientes.

A su vez Inesagro (2004), citado por Quispe (2011), indica que la raíz consiste en un bulbo escamoso con un disco en su base, donde se encuentran las escamas carnosas, que son hojas adaptadas para retener agua y nutrientes. De este disco emergen raíces carnosas que son esenciales de conservar, dado que desempeñan un papel crucial en la nutrición de la planta durante su fase inicial de crecimiento.

2.4.2. Bulbo

El bulbo es un órgano de almacenamiento modificado de la planta que almacena nutrientes durante su fase de crecimiento. Estos nutrientes se utilizan para alimentar el crecimiento de la planta que brota del bulbo en la siguiente temporada. Debido a su estructura envuelta y su contenido acuoso, es crucial mantener un ambiente húmedo durante todas las etapas del cultivo, desde el suelo hasta el almacenamiento en cámaras frigoríficas. Nunca se debe permitir que el suelo se seque antes de cosechar los bulbos, como podría hacerse con otras especies (Herreros, 2000).

2.4.3. Hoja

Las hojas tienen forma lanceolada u ovalada-lanceolada, con tamaños que varían entre 10 y 15 centímetros de largo y entre 1 y 3 centímetros de ancho. Según Inesagro (2004), mencionado por Quispe (2011), señala que las hojas tienen forma lanceolada u ovalo-lanceolada, con medidas que oscilan entre 10 y 15 cm de longitud y entre 1 y 3 cm de ancho, variando según la variedad.

De acuerdo con Facchinetti y Marinangeli (2008), señalan que las hojas de los liliums presentan una forma lanceolada u ovalo-lanceolada, con medidas que varían entre 10 y 15 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho, dependiendo de la especie de liliium.

2.4.4. Flor

Ubicadas en la punta del tallo, las flores son de tamaño grande o muy grande; sus sépalos y pétalos forman un perianto compuesto por seis tépalos, que se despliegan o curvan, otorgando a la flor una apariencia de trompeta, turbante o cáliz, pudiendo ser

erectas o colgantes. Respecto al color, hay una diversidad amplia, siendo más comunes el blanco, rosa, rojo, amarillo y diversas combinaciones entre ellos (InfoAgro, 2024).

Localizadas en el ápice del tallo, las flores son de tamaño considerable, algunas incluso muy grandes; los sépalos y pétalos forman un perianto compuesto por seis tépalos que se despliegan o se curvan, otorgando a la flor una forma de trompeta, turbante o cáliz. Pueden presentarse erguidas o pendulares. Respecto al color, hay una variedad extensa, siendo predominantes tonalidades como el blanco, rosa, rojo, amarillo y diversas combinaciones entre ellos (Gomez, 2011).

2.4.5. Fruto

Según Quispe (2011), señala que el fruto es una cápsula con tres compartimentos, que se abre de forma independiente en cada compartimento, liberando así las semillas. A su vez Villalobos (2013), indica que dentro de esta cápsula se encuentran muchas semillas, generalmente alrededor de 200, las cuales típicamente son planas y tienen alas.

Por su parte InfoAgro (2024), Infojardin s/f, citado por Laura (2017), corroboran que el fruto del *lilium* es una cápsula con tres compartimentos que se abren de manera individual, que liberan numerosas semillas, por lo general unas 200. Estas semillas suelen ser planas y tener alas

2.4.6. Propagación

De acuerdo con Ruffoni *et al.* (2011), indican que las diferentes variedades se multiplican mediante la técnica de esquejes de escamas o utilizando bulbillos de los ángulos de las hojas. Se espera que este cultivo alcance su tamaño comercial en alrededor de dos años. Además, la reproducción mediante semillas se realiza con el propósito de mejorar la planta o en variedades destinadas específicamente para jardinería.

Por su parte Inesagro (2004), citado por Laura (2017), menciona que existir varios métodos para reproducir *liliums*, pero principalmente se propagan a través de bulbillos obtenidos del esquejado de escamas o de bulbillos de las axilas de las hojas. Llevar estos bulbillos al tamaño comercial generalmente toma alrededor de dos años y generalmente es realizado por empresas especializadas.

A su vez InfoAgro (2024), señala dos formas de propagación los cuales son:

Propagación por semilla: Se utiliza para la obtención de nuevas variedades. Lo más conveniente es realizar el cruzamiento entre plantas mediante polinización artificial. La temperatura óptima para que tenga lugar la germinación se encuentra en torno a los 20°C, aunque el tiempo es variable según la especie.

Propagación por escamas de bulbo: Consiste en sembrar escamas procedentes del bulbo, siendo mejores las que se encuentran en la parte exterior del mismo. El momento óptimo para extraer el bulbo es cuando las hojas amarillean o bien, cuando el tallo se seca después de la floración.

2.5. Ciclo fenológico

Según Peñuelas y Filella (2001), explican que varios aspectos cruciales en la agricultura, tales como el momento adecuado de la cosecha, el potencial de rendimiento, el tiempo de desarrollo, el riesgo de daño por heladas, la propagación de plagas o enfermedades y la calidad final, están estrechamente vinculados a la fenología de las plantas. El entendimiento preciso de esta fenología permite la aplicación de estrategias de manejo preventivo que garanticen la calidad óptima de las flores.

Al respecto Motesinos *et al.* (2007), señalan que el período de crecimiento vegetativo para las variedades asiáticas oscila entre 9 y 15 semanas, mientras que para las variedades orientales es de 16 a 23 semanas, desde la siembra hasta la cosecha, si bien estos tiempos pueden variar según la época de siembra. Además, el mismo autor describe al *lilium* como una planta de ciclo anual, que pasa por distintas fases de crecimiento: brotación, crecimiento, floración y senescencia o muerte natural. Después de la floración, el bulbo entra en un estado de dormancia, lo que significa que, bajo ciertas condiciones, el bulbo plantado no produce brotes, solo desarrolla raíces. Este período de dormancia puede romperse exponiendo los bulbos a temperaturas por debajo de los 10°C.

A esto Sánchez (2019), señala que, durante su ciclo de vida, el *lilium* exhibe una etapa vegetativa y otra reproductiva. Durante la fase vegetativa, se destaca un estado fenológico conocido como estado vegetativo, en el cual la planta experimenta principalmente crecimiento en altura y desarrollo de hojas. En contraste, en la fase reproductiva, se observan cuatro estados distintos que marcan la formación de los capullos florales:

- **Estado vegetativo**, comprende el periodo entre el trasplante del bulbo hasta el aparecimiento del botón.
- **Aparecimiento del botón**, la fase de iniciación floral se detecta cuando los primeros botones aparecen, indicando el comienzo de la fase reproductiva del liliium. Durante esta etapa, se distingue el desarrollo de los botones florales en el tallo modificado de la planta.
- **Diferenciación botón**, durante esta etapa fenológica, los botones florales comienzan a separarse entre sí, y todos ellos muestran una formación completa, exhibiendo la típica forma de botón floral.
- **Crecimiento botón**, este estado se caracteriza por el crecimiento de los botones, a medida que avanza este estadio el botón aumenta en largo y diámetro.
- **Madurez de cosecha**, en esta etapa, se considera que, de cinco tallos florales, al menos uno muestra un color visible. Se observa la presencia de un botón floral redondeado. Además, la longitud del tallo puede alcanzar hasta los 90 cm. Todos los botones en los tallos deben estar cerrados, excepto el botón inferior, que puede mostrar dos picos ligeramente abiertos.

2.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.6.1. Suelo

El liliium es susceptible a la salinidad y requiere un suelo que promueva el desarrollo de un sistema radicular bien desarrollado. Por lo tanto, los suelos más adecuados para el cultivo de liliium son aquellos que son sueltos, tienen un buen drenaje, son ricos en materia orgánica y tienen una profundidad suficiente (al menos 40 cm) para permitir un fácil lavado de sales (InfoAgro, 2024).

Preferentemente se requiere de un suelo de textura liviana, bien aireado, con buen contenido de materia orgánica, textura arenosa, buen contenido de humus y una profundidad mínima de 40 cm, con buen drenaje (Chahín, 2006).

2.6.2. Potencial de hidrogeno pH

La mayoría de los liliium prefieren suelos con un pH cercano a neutro o ligeramente ácido. Los híbridos orientales se desarrollan mejor en un rango de pH entre 6 y 7, mientras que

los *L. speciosum* y *L. auratum* tienen preferencia por valores de pH más bajos, alrededor de 5,5 a 6,5 (Buschman & Soriano, 2004).

Se sugiere mantener el pH dentro del rango de 6 a 7 para los híbridos asiáticos y de 5,5 a 6,5 para los orientales. Los *liliums* son sensibles a la salinidad, lo que significa que altas concentraciones de sales en el suelo dificultan la capacidad de las raíces para absorber agua, afectando así el crecimiento y tamaño del cultivo en general (Chahín, 2006).

2.6.3. Temperatura

Según InfoAgro (2024), indica que las temperaturas nocturnas para la mayoría de los híbridos de *lilium* son de los 12-15°C, mientras que las diurnas deben estar alrededor de los 25°C. Sin embargo, altas temperaturas junto con una baja intensidad de luz pueden tener efectos adversos en las plantas. El *lilium* también es susceptible a temperaturas elevadas del suelo, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento, ya que la formación de la flor comienza desde la siembra y temperaturas del suelo de alrededor de 25°C en ese momento pueden reducir el número de flores. Además, esto dificulta el desarrollo de las raíces del tallo y las hace más susceptibles a enfermedades.

- Para contrarrestar estos efectos negativos, se recomienda:
- Proporcionar iluminación adicional en momentos críticos.
- Cubrir el suelo con materiales aislantes como turba, paja o pinocha para evitar el sobrecalentamiento.
- Proporcionar sombra al cultivo durante las épocas más soleadas hasta que comience la formación de los botones florales. Se puede usar una malla de sombreado con un 50% de opacidad hasta que las plantas alcancen una altura de 25-40 cm.
- Realizar aspersiones para humedecer bien las plantas.

2.6.4. Luz

El *lilium* es una planta que requiere de un período de luz prolongado, ya que la cantidad de luz tiene un impacto directo en su floración y crecimiento. La escasez de luz puede ocasionar la interrupción y caída de las flores, así como el debilitamiento de las plantas.

La falta de luz puede causar dos tipos de problemas en las flores del *lilium*:

- Aborto floral: se observa una decoloración en la base del botón floral que puede terminar en necrosis, deteniendo su desarrollo.
- Abscisión floral: el botón floral se blanquea y luego el pedúnculo que lo sostiene se estrecha, lo que finalmente resulta en la caída del botón.

Por otro lado, un exceso de luz puede causar que los colores se desvanezcan y que los tallos sean demasiado cortos en las variedades de crecimiento limitado. Las necesidades de luz varían significativamente entre los diferentes cultivares de *lilium*. Por lo general, los pertenecientes al grupo *speciosum* son los más exigentes en luz, seguidos por los del grupo *longiflorum*, y los menos exigentes son los de otros grupos. En el caso de los híbridos asiáticos, los que tienen un ciclo de cultivo más largo tienden a ser más exigentes en cuanto a luz (Canaza, 2016).

El *lilium* se considera una planta de día largo, lo que significa que la cantidad y calidad de luz son de suma importancia para su cultivo, a veces incluso requiriendo suplementación artificial. Se necesitan al menos de 6 a 8 horas de luz diaria para garantizar una buena calidad en la formación de la flor. La intensidad lumínica puede influir en la abscisión y el aborto floral, así como en la altura de la planta y en la duración de la floración después de la cosecha (Chahín, 2006).

2.6.5. Humedad relativa

Según Seemann & Andrade (1999), citado por (2016), indican que la humedad relativa del aire debe mantenerse entre el 80% y el 85%. Es crucial evitar fluctuaciones bruscas y favorecer cambios graduales, ya que variaciones repentinas pueden estresar a las plantas y ocasionar quemaduras en las hojas, especialmente en cultivares sensibles. Para prevenir estos problemas, se recomienda utilizar pantallas de ventilación en momentos apropiados y gestionar el riego adecuadamente.

Por su parte Laura (2017), señala que en ocasiones es necesario hacer riegos por aspersión a fin de bajar la temperatura e incrementar la humedad relativa que debe mantenerse entre 60 y 80%.

2.7. Clasificación de híbridos

Según Sganzerla (2005), citado por Flores (2022), hay una amplia diversidad de *liliums* debido a las variaciones entre las especies botánicas y los híbridos. Estos se clasifican en diferentes categorías basadas en sus orígenes y características morfológicas, que incluyen híbridos asiáticos, híbrido martagón, híbrido candidum, híbrido americano, híbrido longiflorum, híbrido trompeta, orientales y otros híbridos.

2.7.1. Híbridos

Según InfoAgro (2024), menciona que considerando las necesidades específicas edafoclimáticas, los fitomejoradores han desarrollado los siguientes grupos de híbridos:

- Híbridos asiáticos: Alcanzan aproximadamente 1 metro de altura, son muy resistentes y florecen en verano. Hay más de 100 variedades, siendo los híbridos de semi-pita los más populares, con la variedad "Enchantment" como una de las más destacadas.
- Híbridos orientales: Son azucenas exóticas con colores llamativos. Entre las variedades más reconocidas se encuentran "Imperial Crimson", "Empress of India", "Star Gazer", "Le Reve", "Yellow Queen", "Acapulco" y "Siberia".
- Híbridos longiflorum: Actualmente no hay una gran demanda. Solo se producen una o dos variedades cada año.
- Híbridos longiflorum/asiáticos.
- Híbridos longiflorum/orientales (L/O).
- Híbridos orientales/asiáticos (O/A).

2.8. Variedades de *lilium*

Según Sganzerla (s/f), citado por Ibañez (2016), menciona que hay una diversidad de *liliums* que varían entre sí debido a las diferencias entre las especies botánicas y los híbridos. Los híbridos se clasifican según sus orígenes y características morfológicas en diferentes grupos: asiáticos, martagón, candidum, americanos, longiflorum, trompeta, orientales y otros híbridos.

2.8.1. Lilium variedad Sorbonne

El lilium "Sorbonne" es una variedad de lilium perteneciente a la familia Liliaceae, conocida por su hermosa floración. Alcanza una altura de aproximadamente 105 cm en su etapa adulta, con hojas grandes y oblongas de color verde oscuro que crecen en tallos robustos y carnosos. Sus flores son notables, con un diámetro de hasta 20 cm, pétalos ondulados y un color rosa con manchas rojas, y emiten un aroma agradable y memorable.

Esta variedad florece desde junio hasta agosto-septiembre y se planta en primavera u otoño, preferiblemente en suelos arenosos, húmedos, ligeramente ácidos y bien drenados. Le gusta crecer en lugares soleados, aunque puede tolerar algo de sombra parcial. Es resistente a enfermedades y plagas del jardín y durante su período de floración activa requiere riego frecuente, fertilización y aflojamiento del suelo. En invierno, se recorta desde la raíz y se cubre con aserrín y hojas secas. Además, es adecuado para ser utilizado como flor cortada (Dutch-bulbs, 2024).

Por su parte La empresa productora y comercializadora de flores VWS Export - Import of Flowerbulbs B.V. (2024), mencionan las propiedades de producción de la variedad Sorbonne.

Cuadro 1. Características del lilium variedad Sorbonne

Características de producción	
Color	Rosado
Periodo de crecimiento	100 - 110 días
Altura de la planta	110 - 120 cm
Posición de flor	Hacia arriba
Propicio	Cortar
Tamaño de brote	Grande
Quemadura	Suave
Detener la fuerza	Fuerte
Fuente: (VWS Export - Import of Flowerbulbs BV, 2024)	



Figura 1. Flor de lilium, fuente: (Dutch-bulbs, 2024)

2.8.2. Lilium variedad profundo

La variedad profundo florece entre junio y julio, se recomienda sembrarla en la primavera o el otoño, en suelos ligeros arenosos, ligeramente ácidos y húmedos. Prefiere entornos soleados, aunque puede tolerar cierta sombra parcial. Es resistente a enfermedades y plagas comunes del jardín y, durante su fase de floración, necesita ser regada regularmente, fertilizada y que el suelo sea aflojado, es de una altura de 120 a 140 cm (Dutch-bulbs, 2024).

Al ser una variedad gustosa a la población para adornos de interiores y varios acontecimientos se muestra las características de la variedad profundo: (VWS Export - Import of Flowerbulbs BV, 2024).

Cuadro 2. Características de lilium variedad profundo

Características de producción	
Color	Rosado
Periodo de crecimiento	100 - 110 días
Altura de la planta	110 - 120 cm
Posición de flor	Hacia arriba
Propicio	Cortar
Tamaño de brote	Grande
Quemadura	No
Detener la fuerza	Normal

Fuente: (VWS Export - Import of Flowerbulbs BV, 2024)

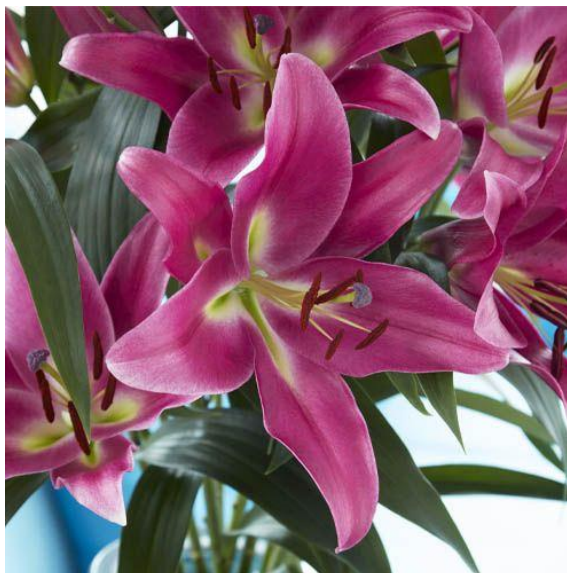


Figura 2. Lilium variedad Profundo, tomado de (Dutch-bulbs, 2024)

2.9. Manejo del cultivo de lilium

2.9.1. Plantación

Los bulbos se disponen sobre una malla de densidad y se plantan en los orificios previamente determinados según la densidad deseada. Se recomienda enterrar los bulbos a una profundidad de aproximadamente 8 cm en invierno y de 10 a 12 cm o más en verano, considerando esta medida desde la parte superior del bulbo hasta la superficie del suelo. La diferencia en la profundidad de plantación tiene como objetivo principal proporcionar diferentes temperaturas, favoreciendo así el proceso de enraizamiento en un suelo cálido, pero no caliente. A medida que las raíces del tallo comienzan a desarrollarse, estas asumen un papel principal en la absorción de agua y nutrientes del suelo, representando alrededor del 90% del total. La densidad de plantación varía según la especie de lilium (asiática u oriental) y el tamaño del bulbo (Canaza, 2016).

Respecto a la plantación Chaín (2006), manifiesta dos aspectos:

- **Temporada:** Por lo general, en invernaderos para las variedades asiáticas y VA, se recomienda plantar entre junio y enero. Sin embargo, para las variedades orientales, se sugiere entre julio y diciembre. Para el cultivo al aire libre bajo sombrado, la época ideal es entre septiembre y diciembre.

- **Densidad de siembra:** La cantidad de plantas por metro cuadrado varía entre 30 y 70, dependiendo de la temporada de siembra, el tipo de liliun y el tamaño del bulbo. Conforme aumenta el tamaño del bulbo, se sugiere disminuir la cantidad de plantas por unidad de área, mientras que, en condiciones de mayor luminosidad y temperatura, ocurre lo contrario. Además, para las variedades orientales, se recomienda utilizar densidades de siembra más bajas.

Las densidades de plantación varían según el tipo de liliun, el tamaño del bulbo y el momento de la siembra. Durante períodos de menor luminosidad, se recomienda emplear densidades más bajas, mientras que en épocas de mayor luminosidad se utilizan densidades más altas. En términos generales, se pueden utilizar 80 bulbos por metro cuadrado para bulbos de tamaño 10 a 12 cm, 60-70 bulbos por metro cuadrado para bulbos de tamaño 12 a 14 cm y 50-60 bulbos por metro cuadrado para bulbos de tamaño 14 a 16 cm (InfoAgro, 2024).

2.9.2. Preparación del suelo

Según Canaza (2016), señala que, para garantizar un crecimiento óptimo de las raíces desde el bulbo y una emergencia uniforme de los brotes, es fundamental preparar adecuadamente la cama de cultivo. Esto implica labrar el suelo hasta una profundidad de 40 centímetros para asegurar una textura suelta y mullida, y garantizar al mismo tiempo un buen sistema de drenaje. Asimismo, Montesinos *et al.* (2007), señalan realizar la siembra en camas de 1 a 1,2 metros de ancho y con una longitud variable entre 30 y 50 metros. En suelos pesados, sugiere construir camas elevadas para mejorar el drenaje y evitar el encharcamiento del bulbo. En suelos livianos y profundos, no es necesario levantar las camas, ya que generalmente no presentan problemas de drenaje y pueden retener la humedad adecuada para el crecimiento del cultivo.

El suelo o sustrato destinado al cultivo de liliun debe ser poroso y tener niveles de sales relativamente bajos, dentro de un rango máximo aceptable de 1.5 a 2 dS/m. Es esencial que contenga una cantidad adecuada de materia orgánica para retener la humedad adecuada, así como un buen sistema de drenaje con una profundidad mínima de 40 cm. Para los híbridos asiáticos y LA, se recomienda un pH entre 6 y 7, mientras que, para los híbridos orientales, OA, LO, OT, se prefiere un pH entre 5.0 y 6.5 (Tribulato & Noto, 2011).

2.9.3. Fertilización

La práctica de fertilización óptima implica alternar entre riegos utilizando nitrato cálcico (0,7 g por litro) y otros con un fertilizante balanceado en proporción 3:1:2, a una concentración de aproximadamente 150 partes por millón (ppm). Este régimen se inicia a partir de la cuarta semana después de la siembra. Es importante monitorear los niveles de sales en el sustrato, asegurándose de que la conductividad eléctrica del extracto 1:2 no supere los 2 milimhos por centímetro (mS/cm) (Canaza, 2016).

De acuerdo con InfoAgro (2024), el liliom no necesita altas cantidades de nutrientes, siendo más importante la calidad del suelo. Para suelos arcillosos, se recomienda agregar 1.5 m³ de turba por cada 100 m². Para suelos ligeros, se sugiere 1 a 1.5 m³ de estiércol por cada 100 m², seguido de fertilizantes NPK con sulfatos y superfosfatos. La fertilización óptima alterna riegos con nitrato cálcico (0.7 g/litro) y un abono 3:1:2 a una concentración de 150 ppm, comenzando desde la cuarta semana después de la siembra. Es crucial controlar las sales en el sustrato, manteniendo la conductividad eléctrica del extracto 1:2 por debajo de 2 mS/cm.

2.9.4. Riego

Según Chahín (2006), es recomendable realizar un riego antes y después de la plantación. La planta requiere un nivel de humedad adecuado, evitando que el suelo se sature, desde el inicio del cultivo para favorecer el desarrollo de sus raíces. Se sugiere emplear un sistema de riego localizado con cintas. La demanda de agua aumenta a medida que el cultivo se desarrolla hasta la época de cosecha de las flores. Posteriormente, esta demanda disminuye, pero se debe continuar con el riego hasta que el follaje comience a amarillear, indicando el momento óptimo para la cosecha de los bulbos.

Por lo general, se recomienda un riego frecuente con cantidades moderadas, ajustado según el tipo de suelo y la tasa de evaporación. Se prefieren las primeras horas de la mañana para regar, de modo que las hojas estén secas para media tarde. El liliom exige agua de buena calidad, no debiendo sobrepasar 1 g/l de sales totales y 400 mg/l de cloruros (InfoAgro, 2024).

Por su parte el Centro Internacional de Bulbos de Flor (2007), citado por Calfuman (2012), señala que cuando las plantas alcanzan un desarrollo completo y el follaje se vuelve denso, se recomienda implementar un sistema de riego por nebulización o goteo. Esto reduce las probabilidades de fricción en cultivos de gran densidad, especialmente durante los meses de invierno.

2.9.5. Control de plagas

2.9.5.1. Pulgones

Según Bulbos de flor (2013), citado por Flores (2022), menciona que los áfidos tienden a atacar la parte superior de la planta y la parte inferior de las hojas, especialmente en los brotes más jóvenes, donde las hojas pueden enrollarse. Los daños graves pueden causar deformidades en las hojas y manchas verdes en los botones florales, que luego afectarán a las flores. Estos insectos se alimentan de los nutrientes de la planta al extraer jugos de sus tejidos.

Control: para controlar este problema, se recomienda eliminar las malas hierbas y aplicar tratamientos preventivos contra los áfidos, además de evitar la acumulación de residuos en los tallos florales antes de la floración.

2.9.5.2. Trips

Según FPS.ORG (2013), citado por Flores (2022), señala que los trips son insectos comunes que suelen encontrarse en las inflorescencias de las plantas, lo que puede afectar negativamente la calidad de las flores. *Frankliniella occidentalis* es uno de los principales trips que dañan los lirios, siendo portador de enfermedades virales y causando daños directos como picaduras, manchas en los botones florales, acortamiento de los nudos y deformidades en las flores. Para controlar este problema, se sugiere aplicar pulverizaciones con endosulfan o metiocarb tanto en la planta como en el suelo, y se recomienda realizar tratamientos térmicos en los bulbos a una temperatura de 43.5 °C.

2.9.5.3. Acaro del bulbo

El ácaro del bulbo, *Rhizoglyphus echinopus-fum*, actúa como parásito dentro del bulbo y a veces en las raíces, creando heridas que pueden facilitar la entrada de enfermedades fúngicas, acelerando la descomposición del bulbo y eventualmente la muerte de la planta.

Para controlarlo, se realiza una medida preventiva antes de la plantación, sumergiendo los bulbos en una solución insecticida fosforada durante un período de tiempo de alrededor de media hora (Laura, 2017).

2.9.5.4. Crioceros

De acuerdo con Colque (2016), los escarabajos *Crioceris merdigera* o *Lilioceris lili*, tanto adultos como larvas, causan daños al morder las hojas y los botones florales mientras se alimentan. Para controlarlos, se recomienda monitorear y tratar las primeras poblaciones de adultos con insecticidas que contengan piretroides, como deltametrina o endosulfán.

2.9.6. Enfermedades

2.9.6.1. Rhizoctonia solani

Rhizoctonia solani, provoca la podredumbre blanda de color marrón en el bulbo. Las raíces se desarrollan poco y hay desecamiento de hojas. En casos severos se secan los botones florales y muere la planta (Laura, 2017).

2.9.6.2. Fusarium

Autores como Seemann & Andrade (1999), mencionados por Colque (2016), indican que el fusarium, un hongo, infecta los bulbos a través de heridas, resultando en pudrición. Para prevenirlo, se recomienda desinfectar el material de siembra (bulbos) y desechar los bulbos ya infectados. El control puede llevarse a cabo mediante la eliminación de bulbos afectados y la desinfección del suelo o de los bulbos, similar al enfoque utilizado para combatir la Rhizoctonia.

2.9.6.3. Botrytis elliptica, B. cinerea

Son hongos que afectan a toda la planta, causando manchas marrones de forma circular en hojas, tallos y flores.

Control:

- Es crucial regular la humedad en el invernadero.
- Se recomienda el uso de productos como inclozolina, procimidona, iprodiona, entre otros (InfoAgro, 2024).

2.9.6.4. Virus de las manchas necróticas de la azucena o *Lyli symtomless carlavirus* (LSV)

Esta enfermedad grave del liliium se caracteriza por manchas cloróticas en las hojas, que se vuelven necróticas y provocan que las hojas se enrollen formando una roseta; las flores se deforman y tienen dificultad para abrirse. La causa es una infección mixta de dos virus: el virus del mosaico del pepino (CMV), que causa estrías necróticas foliares, y el virus del variegado del tulipán (TBV), que produce necrosis en el bulbo. El virus del estriado del liliium (LSV), generalmente latente cuando está solo, se activa y manifiesta síntomas en presencia de estos otros virus. (InfoAgro, 2024).

2.9.7. Entutorado

Usualmente se emplean redes plásticas con cuadrículas (conocidas como mallas Hortonova), las cuales también actúan como estructura para la plantación. Es importante ajustar regularmente la posición de la malla y guiar las plantas para prevenir la deformación de los tallos (Chahín, 2006).

Ibañez (2016), señala que dependiendo del período de cultivo y el tipo de variedad, puede ser esencial proporcionar soportes a las plantas durante su desarrollo. Este requisito generalmente se mantiene durante los meses de cultivo, especialmente para variedades que alcancen alturas de entre 80 y 100 cm. Cuando se realiza la cosecha y las ramas se rompen en lugar de cortarse, también se necesitan soportes para evitar que otras ramas se inclinen. Usualmente, se utilizan mallas con espaciado entre hilos, similares a las empleadas en el cultivo de crisantemos para flor cortada, las cuales se elevan conforme las plantas crecen.

Aunque los tallos se entierran profundamente, la mayoría de los híbridos de *L. speciosum* y *L. longiflorum*, junto con ciertos cultivares de otros grupos con un gran crecimiento, aún requieren soportes para evitar que se doblen o rompan. Una solución práctica es utilizar mallas de nylon con cuadrados de 12,5 x 12,5 cm o 15 x 15 cm, colocando una sola malla y ajustándola a medida que las plantas crecen (InfoAgro, 2024).

2.9.8. Recolección y post-recolección

2.9.8.1. Recolección de flores

Como afirma Calfuman (2012), para asegurar una buena calidad en la cosecha de los liliums, lo cual influirá en la satisfacción del consumidor, es crucial recolectarlos en el momento óptimo. Antes de proceder con la recolección de las varas florales que poseen diez o más botones, al menos tres de ellos deben mostrar su color. Para las varas con cinco a diez botones, al menos dos de ellos deben estar coloreados, y para los tallos con menos de cinco botones, al menos uno debe presentar coloración.

El momento de cosecha de las flores destinadas a la exportación ocurre cuando el primer botón de la inflorescencia muestra el color característico de la variedad. Para el mercado interno, las flores pueden estar un poco más maduras, pero deben ser cortadas antes de que se produzca la apertura de la flor para evitar daños durante el embalaje. El tallo se corta a unos 10 cm del suelo si se planea cosechar el bulbo posteriormente; de lo contrario, se corta al ras del suelo para obtener una mejor longitud. Se recomienda cortar las flores temprano en la mañana con tijeras, evitando las horas más calurosas del día (Chahín, 2006).

2.9.8.2. Post recolección de flores

El período en el que una planta florece es breve, posiblemente el más breve desde su germinación. Por lo tanto, mantener la calidad de la flor durante el mayor tiempo posible es una labor que demanda atención y esmero. La forma en que se corta, se trata y se mantiene la flor desde el empaque hasta la venta es crucial para ofrecer un producto duradero. Este aspecto es significativo, ya que es poco probable que alguien desee adquirir una flor que se marchite en solo 2 o 3 días una vez colocada en un florero en casa (abcAgro, 2012).

En el proceso de empaque de liliium, se retiran las hojas de los primeros 10 cm de la vara para mejorar la absorción de agua y por razones estéticas. Las varas se seleccionan por su longitud y número de botones florales, con un mínimo de 70 cm de longitud y al menos 3 botones para exportación. Clasificadas, se envuelven en grupos de 10 con papel celofán. Para ventas inmediatas, se hidratan en agua limpia por 2 horas antes de ser empaquetadas en cajas de cartón con orificios para liberar etileno. Para almacenamiento,

se colocan en cajas de cartón en cámaras frigoríficas a 3-4 °C, no más de 7 a 10 días para evitar pérdida de color y problemas en la apertura de los botones florales. (Chahín, 2006).

A su vez Cifuentes *et al.* (2000), señalan que después de ser clasificadas, se organizan en ramos de 5 unidades y se envuelven con papel de celofán perforado. Estos ramos se colocan en cajas de cartón que cuentan con aberturas para permitir la ventilación y la salida de etileno. Luego, se transportan en camiones refrigerados a una temperatura de 1-2°C hasta su destino final. En caso de requerirse almacenamiento, los productos.

2.9.8.3. Cosecha de bulbo

Montesinos *et al.* (2007), indican que la recolección comienza con la extracción cuidadosa de los bulbos del suelo. Si no se utiliza maquinaria, esta tarea se puede llevar a cabo con herramientas manuales como un azadón. Se levanta el suelo con los bulbos de manera completa, evitando dañarlos o dejar bulbillos en el suelo. Es recomendable eliminar la tierra adherida al bulbo recién cosechado, aunque se debe tener cuidado de no golpearlo contra superficies duras para evitar daños. Los bulbos deben protegerse del sol para prevenir la deshidratación, que podría afectar su capacidad de producción de flores. Por lo tanto, la recolección debe realizarse de manera rápida

Después de la extracción de los bulbos se lavan y desinfectan con una solución fungicida, y se colocan en cajas plásticas perforadas con un sustrato húmedo, como turba o aserrín descompuesto. Posteriormente, se almacenan en una cámara frigorífica a una temperatura de 2-4°C durante 8 a 14 semanas, dependiendo del tipo y la variedad de *lilium*. Es importante controlar periódicamente la humedad del sustrato para prevenir la deshidratación o la pudrición de los bulbos debido a un exceso o falta de humedad (Chahín, 2006).

2.9.9. Reguladores de crecimiento en plantas

Rodriguez (1998), cita a Cuba (2015), quien indica que los reguladores del crecimiento vegetal son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes que, en cantidades mínimas, estimulan, inhiben o alteran de alguna manera los procesos fisiológicos de las plantas. Estas sustancias se clasifican en cuatro grupos para su estudio: Auxinas, Giberelinas, Citocininas e Inhibidores. Las hormonas vegetales son reguladores producidos

naturalmente por las plantas mismas, que en concentraciones bajas controlan sus procesos fisiológicos.

Debido a la variedad de procesos bioquímicos y fisiológicos en los que intervienen los fitorreguladores, su aplicación práctica abarca todo el ciclo de crecimiento y desarrollo de la planta. Su uso ha permitido iniciar, acelerar o inhibir diversos procesos, alterando el hábito de crecimiento y mejorando la calidad de la planta durante su producción. Entre las aplicaciones más comunes se incluyen el enraizamiento y la propagación, la inducción de la floración, el control de la senescencia, la regulación del tamaño de la planta, el control del letargo de semillas, brotes o tubérculos, y la prolongación de la vida útil de las flores cortadas. Estos reguladores juegan un papel crucial en las plantas ornamentales, brindando una serie de beneficios que afectan positivamente su desarrollo y apariencia (Ortis & Larque, 1999).

2.9.9.1. Giberelina o ácido giberélico

El autor Pineda (2004), indica que las giberelinas conforman una familia de compuestos que se caracterizan por su estructura, que en la actualidad cuenta con 126 miembros conocidos, y este número continúa en aumento año tras año. Algunas de estas giberelinas son exclusivas del hongo *Gibberella fujikuroi*, donde fueron inicialmente identificadas. Además, señala que hay tres sitios principales de producción de ácido giberélico. Los frutos y semillas en desarrollo, las hojas jóvenes de las yemas apicales y los brotes en crecimiento, así como las regiones apicales de las raíces.

Muchos ensayos biológicos se basan en la capacidad de las giberelinas para estimular el alargamiento de los hipocotilos, coleóptilos o tallos, así como de las vainas de las hojas, en plántulas de variedades enanas de arroz, lechuga, maíz o guisante, por ejemplo. En estos ensayos, se agrega giberelina (o un extracto vegetal del cual no se sabe si contiene giberelinas) a los extremos de las plántulas, y se observa si hay crecimiento en el órgano después de unos días. Si hay un aumento en el crecimiento, se infiere que la giberelina es una GA activa o uno de sus precursores. Otros bioensayos investigan diversas respuestas inducidas por las giberelinas, como la estimulación de la secreción y liberación de α -amilasa en la capa de aleurona de las semillas de cereales (Azcon-Bieto & Talon, 2008).

Las giberelinas son hormonas vegetales que promueven el crecimiento de la planta y suelen trabajar en conjunto con las auxinas. El ácido giberélico es la giberelina más

reconocida de este grupo de compuestos (Saavedra, 2008), aparte de su presencia en el floema, las giberelinas también se han identificado en los exudados de la xilema, lo que sugiere que la molécula puede moverse en la planta en direcciones tanto ascendentes como descendentes de manera más generalizada (Belmonte, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

La presente investigación se desarrolló en la comunidad Santa Ana del municipio de Coroico del departamento de La Paz, aproximadamente tiene una distancia de 56,6 km de la sede de gobierno. Geográficamente se encuentra entre 16°10'43.22" de latitud Sur, 67°43'6.29" Longitud Oeste y a una altura de 1.302 m s. n. m. (Google, 2024).

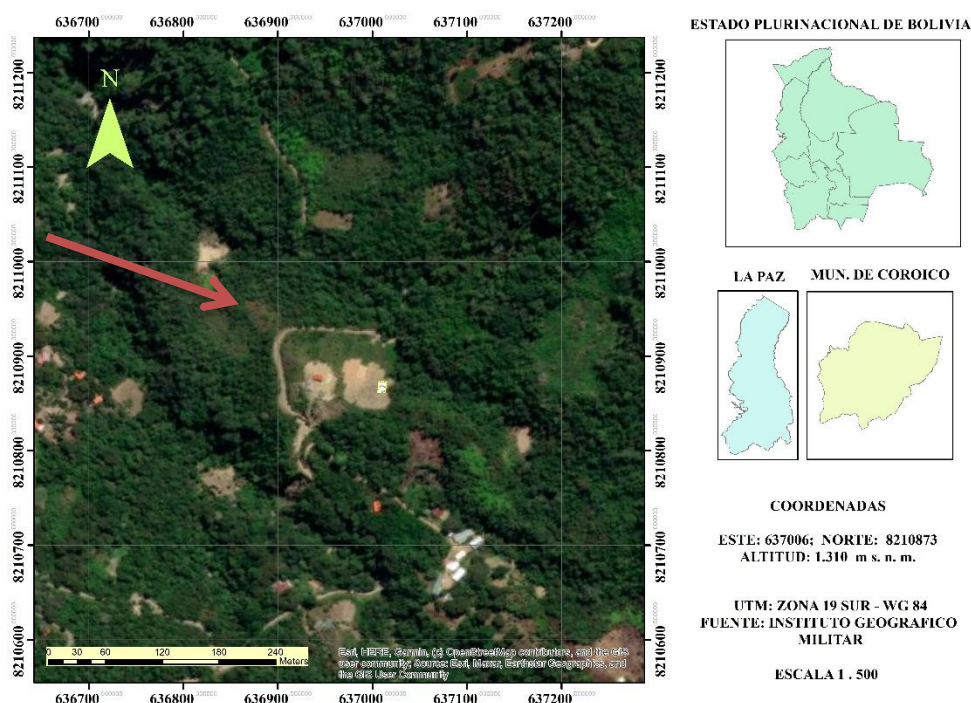


Figura 3. Ubicación de la investigación

3.2. Características Ecológicas

3.2.1. Clima

Coroico tiene un clima tropical húmedo de montaña, pero es notable que este clima cambia dependiendo de la altitud y la topografía de las distintas áreas, lo cual da lugar a microclimas específicos en las subcuencas del municipio. En términos generales, el clima varía desde tropical hasta subtropical y templado. De igual manera, en cuanto a la cantidad de lluvia y la humedad del ambiente, estas varían según la altitud, siendo más

abundantes en las regiones cercanas al Páramo yungueño. Esto da lugar a la formación de bosques húmedos pluviales en las zonas más altas y bosques subhúmedos con estación de lluvias en las zonas más bajas. La diferencia anual de temperatura entre los dos puntos es de 23 °C. En las áreas habitadas del municipio, situadas entre 900 y 1900 metros sobre el nivel del mar, hay una variación promedio de temperatura de 6 °C, mostrando así la diversidad térmica en la zona urbana. La precipitación pluvial varía notablemente según la altitud en el municipio. Según el informe climático del PN-ANMI Cotapata, las mayores precipitaciones se registran en la zona Ceja de Monte, entre 2,500 y 3,500 metros de altitud (sectores de Chuspipata y Unduavi), alcanzando 3,930 mm/año. En el valle de Huarinilla, la precipitación anual promedio es de 1,750 mm, mientras que en la zona subandina pluviestacional es de 1,100 mm en promedio (GAMC, 2016).

3.2.2. Suelo

El suelo en el Municipio de Coroico exhibe una variedad de tipos que influyen directamente en la diversidad de la vegetación presente. Desde el basamento rocoso en las pendientes más abruptas con una capa superficial delgada y diferente granulometría, hasta suelos moderadamente profundos en las laderas, cuya profundidad varía según la inclinación del terreno (GAMC, 2016).

3.2.3. Flora

El área presenta un bosque de altura media con una densidad arbórea significativa. En las zonas más elevadas, el bosque es más bajo con árboles de ramas retorcidas cubiertas de musgos, líquenes y otras epifitas como samambayas y orquídeas. En áreas más bajas, el bosque es más alto y denso, permitiendo el paso de luz que favorece el vigor del sotobosque. Este bosque es rico en especies como Achioté (*Bixa orellana*), cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), ambaibo (*Cecropia poliochaeta*), ceibo (*Erythrina falcata*) entre otros. La vegetación original se conserva en gran parte del área, especialmente en pendientes escarpadas, debido a su difícil acceso. También hay vegetación rastrera de gramíneas en las zonas altas entre las islas boscosas como sillu sillu (*Lachemilla pinnata*), paja (*Stipa sp*), y otras herbáceas como diente de león (*Taraxacum officinale*), sanu sanu (*Ephedra americana*), malva (*Malva silvestris*). La presencia de bosques secundarios, resultado del crecimiento tras actividades humanas como desmonte y abandono, es prominente, predominando vegetación arbustiva (GAMC, 2016).

3.2.4. Fauna

En la zona se encuentran diversas especies, incluyendo mamíferos como la carachupa (*Didelphys albiventris*), el vampiro (*Desmodus rotundus*), la mirikina (*Aotus trivirgatus*), el martín (*Cebus apella*), el marimono (*Áteles paniscus*), el tatú (*Dasypus novemcinctus*), el jucumari (*Tremarctus ornatus*), el tejón (*Nasua nasua*), el puma (*Felis concolor*), el tigrecillo (*Felis pardalis*), el Chanco de tropa (*Tayassu pecari*), el taruka (*Hippocamelus antisensis*), la pacarana (*Dinomys branickii*), y la capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Entre las aves y reptiles más destacados están el sucha (*Coragyps atratus*), el Cóndor real (*Sarcoramphus papa*), la Paraba roja (*Ara chloroptera*), la Guacamaya bandera (*Ara macao*), el alma de gato (*Piaya cayana*), la lechuza (*Tyto alba*), el guácharo (*Steatornis caripensis*), el gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*), el uchi (*Psarocolius decumanus*), y la peta de agua (*Podocnemis expansa*) (GAMC, 2016).

3.3. Materiales

3.3.1. Material biológico

- Se utilizaron 200 bulbos de liliun de la variedad Sorbonne, que se adquirió del vivero Heredia del departamento de Cochabamba.
- Se adquirió 200 bulbos de liliun de la variedad Profundo el cual se adquirió del vivero Heredia del departamento de Cochabamba.

3.3.2. Insumos

- Ácido Giberélico, que se adquirió de la agroveterinaria Todo Agro, el producto vino en su muestra de 20 ml.
- 4 sacos de abono Gallinaza que se obtuvo de los productores de gallinas de la comunidad.
- 1 bolsa de cal agrícola que se adquirió de las tiendas del municipio de Coroico.
- Arena fina 2 sacos que se obtuvo de los camiones areneros de la región.
- Suelo fértil del lugar este insumo se obtuvo cercano al vivero.

3.3.3. Material de campo

Los materiales que se emplearon en la parcela fueron: pala, picota, machete, malla sarán, manguera, clavos, mochila fumigadora, calibrador vernier, flexómetro, martillo, yutes, cinta

métrica, balanza digital, libreta de campo, cámara fotográfica, bolsas polietileno para macetas 12 cm de ancho y 28 cm de alto.

3.3.4. Material de gabinete

Se utilizaron: hojas bond 75g/m², Lapiceros, computadora personal, calculadora, libreta de campo, impresora.

3.4. Métodos

El presente estudio tiene aspectos de investigación experimental en campo conducido por un diseño experimental, en este tipo de investigaciones se toman aspectos como control y manipulación de variables, aleatorización, grupo de comparación (control o testigo), repeticiones, medición precisa y fiable y análisis estadístico.

La población del estudio son plantas florales de la especie liliun, el tamaño de muestra está determinada por la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población o universo (1000 plantas)

z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza NC (1.96)

e = Error de estimación máximo aceptado (0.04)

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0.5)

q = (1-0.5) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

n = 277

3.4.1. Acondicionamiento del vivero

Inicialmente se identificó la ubicación del espacio en el cual se implementó la investigación, las dimensiones del vivero fueron de 20 m de largo, 8 m de ancho, una altura de 2 m cubierta con red semisombra. Con estructuras de madera (listones) de 3

pulgadas. El espacio de investigación ocupada fue de 7,50 m de largo por 3,40 m de ancho, para el cual se desalojó todos los materiales que ocupaban el espacio.



Figura 4. Acondicionamiento del vivero

3.4.2. Adquisición de los bulbos

La adquisición de los bulbos de liliun de ambas variedades se efectuó mediante la compra directa del vivero “Heredia”. Ubicada en la ciudad de Cochabamba Quillacollo.



Figura 5. Canastillas de liliun

3.4.3. Preparación de sustrato

Seguidamente se dio una limpieza y desinfección del área con una solución de hipoclorito de sodio y agua con la ayuda de la mochila fumigadora, para eliminar las posibles plagas y agentes que puedan causar inconvenientes en la producción de flores.

Para la preparación del sustrato primeramente se procedió a la mezcla de Suelo del lugar con un 50 %, 15 % de cascarilla de arroz, 15 % de arena y 20 % abono gallinaza según (Quispe, 2011), la mezcla de los insumos que forman el sustrato se desarrolló de forma manual con la ayuda de una pala. Una vez realizado el preparado se procedió a embolsarlo.



Figura 6. Preparación de sustrato y desinfección

3.4.4. Siembra de bulbos

Para realizar la siembra de los bulbos se utilizó bolsa de polietileno de 28 cm de alto por 12 cm de ancho, en cual se llenará hasta formar una base, posteriormente se colocará el bulbo del lilium a una profundidad de 8 cm, y posteriormente se completó el llenado con el sustrato hasta llena la bolsa polietileno.



Figura 7. Siembra de bulbos de lilium

Este método de siembra se realizó en ambas variedades para posteriormente acomodar dentro del vivero y su posterior colocado de divisas.



Figura 8. Acomodado de las plantas de lilium

3.4.5. Preparación de ácido giberélico

Para la aplicación del ácido giberélico se procedió en desarrollar tres mezclas con diferentes dosis, 0 ppm, 20 ppm y 40 ppm según el croquis experimental. Estas dosis se prepararon en una solución con agua para una 10 L cada mezcla en una mochila de capacidad 20L, los cuales se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 1. Dosis de ácido giberélico para 10 litros

Determinación de cantidad de AG			
Nivel AG	mg/L	mg/10 L	3 aplicaciones
0 ppm	0	0	0
20 ppm	20	200	600
40 ppm	40	400	1200



Figura 9. Preparación de ácido giberélico

3.4.6. Aplicación de ácido giberélico

La aplicación de ácido giberélico se realizó en tres ocasiones los cuales fueron en distintas etapas, la primera fue la primera semana después de la emergencia, la segunda aplicación se realizó 15 días después de la primera aplicación y la tercera aplicación se repitió el intervalo de 15 días.



Figura 10. Aplicación del ácido giberélico

3.4.7. Labores culturales

Se realizó el desmalezado del área experimental de manera que no existan problemas de enfermedades en las plantas de liliun y sea un factor que incida en la propagación de plagas en el ambiente, también se realizó riego de manera que el sustrato mantenga una humedad adecuada.



Figura 11. Labores culturales

3.4.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó para conducir la investigación fue, diseño en bloques completos al azar (DBCA), con arreglo de parcela dividida de 2x3, con tres repeticiones (bloques), obteniendo un total de 18 unidades experimentales. La parcela mayor se designó a la variedad de liliun y la parcela menor corresponde al nivel de ácido giberélico Ochoa (2009). Para el análisis de varianza se aplicó el software Infostat versión 2016. Para la prueba de promedios se aplicó Duncan ($p < 0,05$).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Media general del ensayo.

β_k = Efecto de la k-ésimo bloque.

α_i = Efecto del i-ésima variedad.

ε_{ik} = Error de la variedad.

γ_j = Efecto debido al j-ésimo nivel de ácido giberélico.

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Efecto de interacción entre la variedad y el nivel del ácido giberélico.

ε_{ijk} = Error experimental

3.4.1.1. Factores de estudio

Factor A: variedades

Cuadro 2. Factor A

	Variedades
a1	Sorbonne
a2	Profundo

Factor B: dosis del ácido giberélico

Cuadro 3. Factor B

Niveles de AG	
b1	0 ppm
b2	20 ppm
b3	40 ppm

3.4.1.2. Distribución de los tratamientos

Cuadro 4. Distribución de los tratamientos

Factor A	Factor B	Combinación	Tratamientos
Sorbonne	0 ppm	a_1b_1	T_1 = Sorbonne con 0 ppm de AG
	20 ppm	a_1b_2	T_2 = Sorbonne con 20 ppm de AG
	40 ppm	a_1b_3	T_3 = Sorbonne con 40 ppm de AG
Profundo	0 ppm	a_2b_1	T_4 = Profundo con 0 ppm de AG
	20 ppm	a_2b_2	T_5 = Profundo con 20 ppm de AG
	40 ppm	a_2b_3	T_6 = Profundo con 40 ppm de AG

3.4.1.3. Croquis del experimento

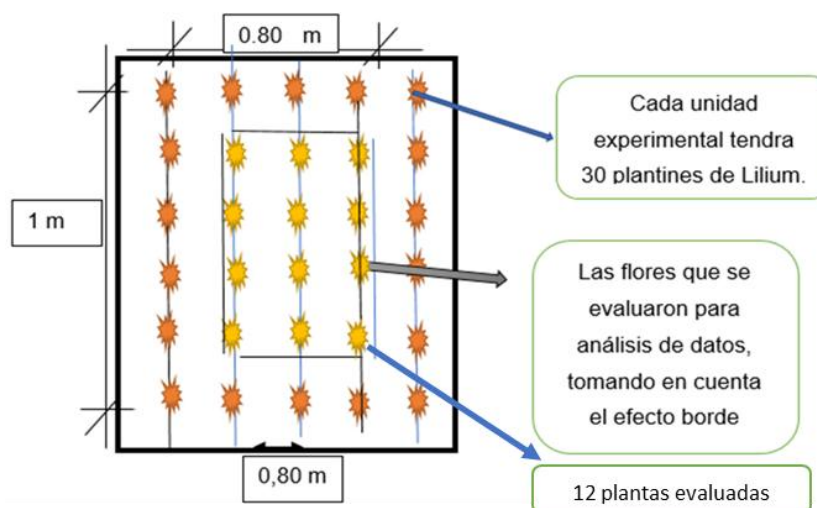


Figura 12. Características de la unidad experimental

Factor	Variedad	Factor B	Nivel de AG	
a1	Sorbonne	b1	0 ppm	
a2	Profundo	b2	20 ppm	
		b3	40 ppm	

7,50 m						3,40 m	Superficie total: 25,50 m ² Largo de bloque: 7,50 m Ancho de bloque: 1,00 m Número de bloques: 3 Unidades exp.: 18
BLOQUE I	a2b3	a2b1	a2b2	a1b2	a1b1	a1b3	
BLOQUE II	a2b2	a2b1	a2b3	a1b3	a1b2	a1b1	
BLOQUE III	a1b2	a1b1	a1b3	a2b1	a2b3	a2b2	

Figura 13. Croquis del experimento

3.4.2. Variables de respuesta

3.4.2.1. Días a la emergencia

Los días a la emergencia se determinó desarrollando un conteo de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas emergieron (con dos hojas verdaderas). Este procedimiento se repitió para todas las unidades experimentales.



Figura 14. Días a la emergencia

3.4.2.2. Días a la floración

Para esta variable se procedió a contar los días después de la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada unidad experimental alcanzaron esta etapa fenológica que es la floración. Repitiendo el proceso para todas las unidades experimentales.



Figura 15. Días a la floración

3.4.2.3. Días a la cosecha

Se registró los días hasta la cosecha que tuvo cada tratamiento aplicado a las variedades de liliun, donde se tomó en cuenta hasta por lo menos 2 botones estén completamente coloreados, lo cual es un indicio para poder realizar la cosecha, esto facilita el transporte del mismo evitando que las flores se dañen ya que se encuentran aún en estado de botón floral, favoreciendo así la venta con una calidad adecuada. Este procedimiento se realizó para todas las unidades experimentales.

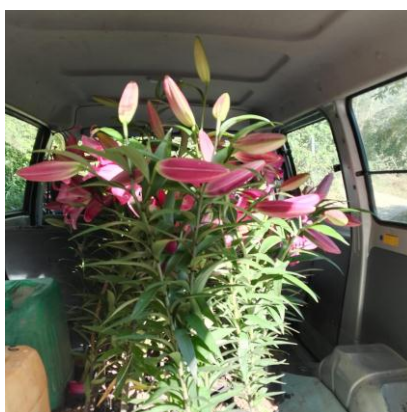


Figura 16. Botones coloreados

3.4.2.4. Altura de planta

La altura de planta se determinó tomando medidas de alturas con el apoyo de una regla y un flexómetro a partir desde el cuello del tallo hasta el ápice más alto de la planta, las unidades fueron en centímetros de cada unidad experimental.



Figura 16. Altura de planta

3.4.2.5. Diámetro de tallo

Se realizó la medición del tallo de la planta en centímetro con la ayuda de un calibrador de vernier, para esto se eligió la mitad de cada planta para poder realizar la toma de su medida correspondiente para determinar el grosor del mismo. Se tomó dos medidas de las cuales la más representativa corresponde a la última realizada antes de la cosecha juntamente con la toma de medidas de la longitud del botón floral.



Figura 17. Medición de diámetro del tallo

3.4.2.6. Número de botones florales por planta

Esta variable se determinó realizando un conteo simple de la cantidad de botones florales en una planta de cada unidad experimental para posteriormente sistematizarlas.



Figura 18. Conteo de botones florales

3.4.2.7. Longitud de botón floral

La variable se determinó midiendo el botón floral de las plantas de cada unidad experimental con la ayuda de un calibrador vernier, las unidades que se aplicaron para esta variable fueron los centímetros.



Figura 19. Medición de longitud del botón floral

3.4.3. Análisis económico

Para el análisis económico se realizó la comparación de costos parciales, que se tomó en cuenta las recomendaciones de CIMMYT (1988), los cálculos fueron:

Producción medio: se tomó todas las unidades experimentales que responden a un tratamiento en específico mediante la siguiente formula.

$$\text{rendimiento medio} = \frac{\sum \text{de rendimiento de parcelas de un tratamiento (kg/ha)}}{\text{numero de parcelas de un tratamiento}}$$

Beneficio bruto: este cálculo responde a la multiplicación del rendimiento medio por el costo del producto.

$$\text{beneficio bruto} = \text{Rendimiento (kg/ha)} * \text{precio (Bs/trat)}$$

Costos que varían: este cálculo se las realizó para cada tratamiento, expresa la cantidad adicional del costo Bs/ha según tratamiento.

Costo fijo: es la sumatoria de todos los gastos realizados durante toda la campaña agrícola, el costo es igual en todos los tratamientos

Beneficios netos: se obtiene al realizar la diferencia de beneficio bruto menos los costos que varían.

$$\text{beneficio neto} = \text{beneficio bruto (Bs/trat)} - \text{costos fijos (Bs/trat)} - \text{costos que varian (Bs/trat)}$$

Tasa de retorno marginal:

$$TRM = \frac{\text{aumento en beneficios netos}}{\text{aumento en los costos que varían}} * 100$$

La tasa de retorno beneficio neto marginal es el aumento en beneficios netos dividido por el costo marginal, expresada en un porcentaje, para cultivos de ciclos de 4 o 5 meses se debe utilizar un rango aceptable que va de 50% a 100% de tasa de retorno marginal. En este caso, la tasa de retorno marginal de haber cambiado del tratamiento 1 al 2.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación que se presentan a continuación fueron evaluados entre marzo y mayo de 2024 y corresponden a las variables fenológicas, agronómicas y económicas descritas a continuación.

4.1. Variables climáticas

Los datos registrados para las variables climáticas se adquirieron de la página principal del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología para el intervalo de los meses de febrero a mayo del 2024, de la estación climatológica Incapampa con coordenadas geográficas 16°11'36" de latitud Sur, 67°43'22" Longitud Oeste a una altura de 1.586 m s. n. m.

4.1.1. Temperatura

La Figura 20, muestra la variación de temperaturas máximas, mínimas y promedios que ocurrió en la etapa de la investigación, donde se aprecia un comportamiento casi homogéneo de temperatura máxima, siendo la temperatura más alta en los meses de febrero, abril y mayo con 28 °C, al contrario, las temperaturas mínimas ocurrieron en el mes de mayo con un valor de 15 °C.

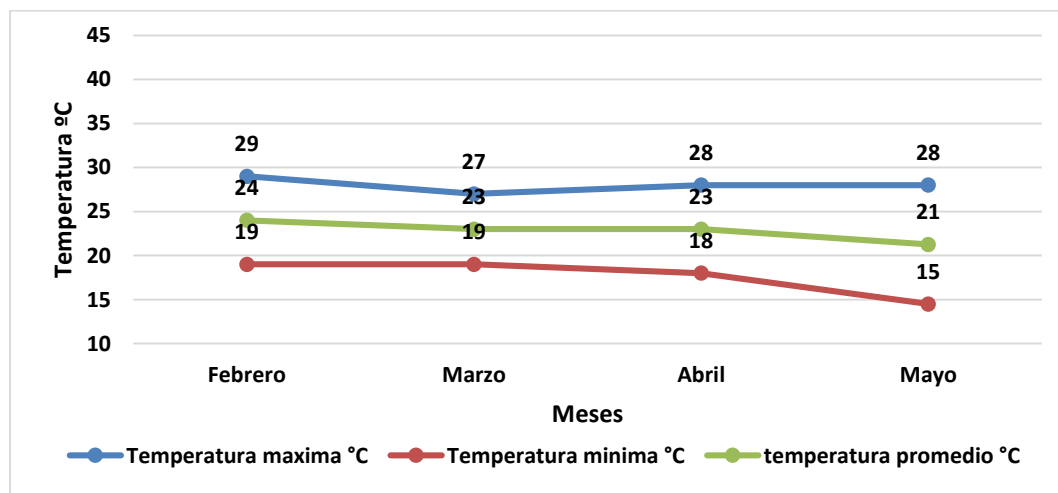


Figura 20. Registro de la temperatura

Al respecto InfoAgro (2024), manifiesta que las temperaturas nocturnas para la mayoría de los híbridos de liliun deben estar entre 12 y 15°C, mientras que durante el día

deberían mantenerse alrededor de 25°C. No obstante, las altas temperaturas combinadas con una baja intensidad de luz pueden afectar negativamente a las plantas. En base a lo mencionado el autor podemos indicar que las temperaturas no fue un factor que cause inconvenientes en el desarrollo de liliu, ya que se mantuvo en el margen de temperatura recomendada por el autor.

4.1.2. Precipitación

En la Figura 21, se puede apreciar la cantidad de precipitación que ocurrió en el tiempo de la investigación donde. El mes de febrero fue el mes que masa precipitación se registró no obstante en el mes de febrero la investigación no se implementó, lo cual podemos tomar en cuenta los datos desde el mes de marzo, por lo cual fue el mes que se toma como dato que pueda provocar efectos en el desarrollo de la investigación, en el mes de marzo hubo una precipitación de 145 mm, abril fue disminuyendo con 73 mm y el último mes del trabajo de investigación reportó un valor de 50 mm.

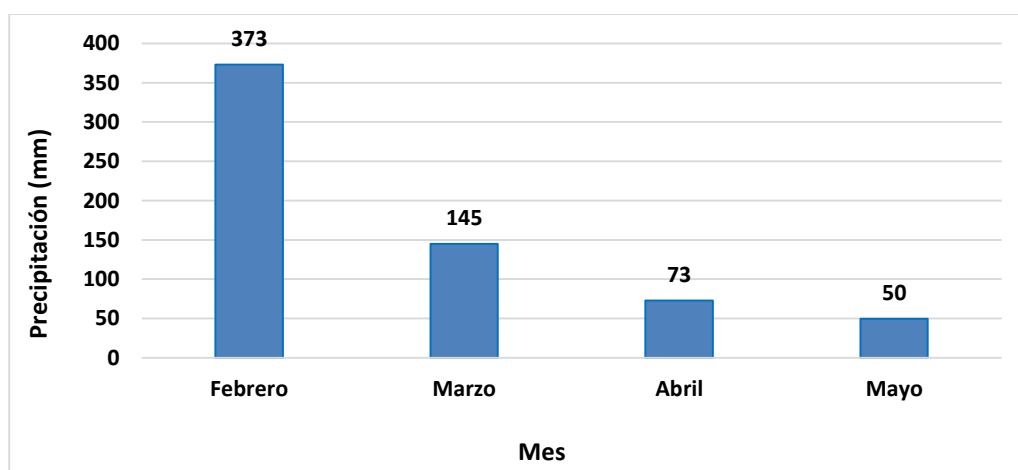


Figura 21. Registro de precipitación

La precipitación adecuada para la producción de liliu varía dependiendo de las condiciones climáticas de la región y el manejo del cultivo. Sin embargo, en términos generales, el liliu prefiere un entorno moderadamente húmedo, se considera que una precipitación anual de entre 600 y 800 mm es adecuada, siempre que esté bien distribuida a lo largo del año. El exceso de agua puede causar problemas como la pudrición del bulbo, mientras que la falta de agua afecta el crecimiento y la floración (Widiastoety, 2018). No obstante, los meses de marzo, abril y mayo las precipitaciones fueron reducidas, cabe señalar que como la investigación se desarrolló en un vivero este aspecto

del requerimiento de agua fue controlada suministrando el riego adecuado para la producción de liliu.

4.2. Variables agronómicas

4.2.1. Días a la emergencia

El Cuadro 5, muestra el análisis de varianza de la variable días a la emergencia, donde se evidencia que no hay diferencias significativas para variedad, nivel de ácido giberélico, tampoco así para la interacción de factores ($p > 0,05$). El coeficiente de variación registró un valor de 0,75 %, lo que indica que los datos relevados en campo son muy confiables. El promedio general de los tratamientos para el día a la emergencia es 4,94 días.

Cuadro 5. Análisis de varianza para días a la emergencia

FV	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	4,00E-03	2	2,00E-03	4,79	0,1727 N.S.	(Bloque*Variedad)
Variedad	2,90E-03	1	2,90E-03	6,96	0,1186 N.S.	(Bloque*Variedad)
Nivel de AG	0,01	2	4,10E-03	2,66	0,1301 N.S.	
Variedad*Nivel de AG	0,01	2	2,50E-03	1,66	0,2497 N.S.	
Error	0,01	8	1,50E-03			
Total	0,03	17				
CV (%)	0,75					
Media	4,94					

N.S.: No significativo

Los resultados de días a la emergencia determinado en la tesis de grado de Laura (2017), titulado “Comportamiento agronómico de dos variedades de liliu asiático (*lilium sp.*), en maceta bajo tres porcentajes de sombra en carpa solar en el centro experimental de Kallutaca”, registraron que no existen diferencias significativas entre variedades, porcentajes de sombra e interacción de factores mostrando una media de 6,67 días a la emergencia. La diferencia de días a la emergencia con nuestros resultados posiblemente se deba al factor climático ya que el trabajo del autor se realizó en una carpa solar en el altiplano de La Paz, padeciendo temperaturas extremas no recomendadas para el desarrollo de liliu.

4.2.2. Días a la floración

El Cuadro 6, nos muestra el análisis de varianza para días a la floración, en el cual se puede apreciar los siguiente; para el factor variedad se evidencia diferencias altamente significativas ($p<0,01$), para el factor nivel de AG se muestra diferencias altamente significativas ($p<0,01$), para la interacción de factores de la misma manera existe diferencias altamente significativas ($p<0,01$), los cual se precede a su respectiva prueba de promedios. El coeficiente de variación resulto un valor de 0,75 %, lo cual nos indica que los datos relevados se encuentran en un margen de muy alta confiabilidad.

Cuadro 6. Análisis de varianza para días a la floración

FV	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	2,00E-02	2	1,00E-02	0,12	0,8917	N.S. (Bloque*Variedad)
Variedad	5,12E+01	1	5,12E+01	613,06	0,0016	** (Bloque*Variedad)
Nivel de AG	445,14	2	2,23E+02	2521,63	<0,0001	**
Variedad*Nivel de AG	33,7	2	1,69E+01	190,93	<0,0001	**
Error	0,71	8	9,00E-02			
Total	530,91	17				
CV (%)	0,65					
Media	45,40					

N.S.: No significativo; **: Altamente significativo

En la Figura 22, se puede apreciar los resultados de la prueba de promedios Duncan ($p<0,05$), en el cual se evidencia que la variedad Profundo mostró ser más precoz, alcanzando en menos días la fase fenológica de días a la floración, con un promedio de 43,72 días. La variedad Sorbonne reportó un promedio de 47,09 días.

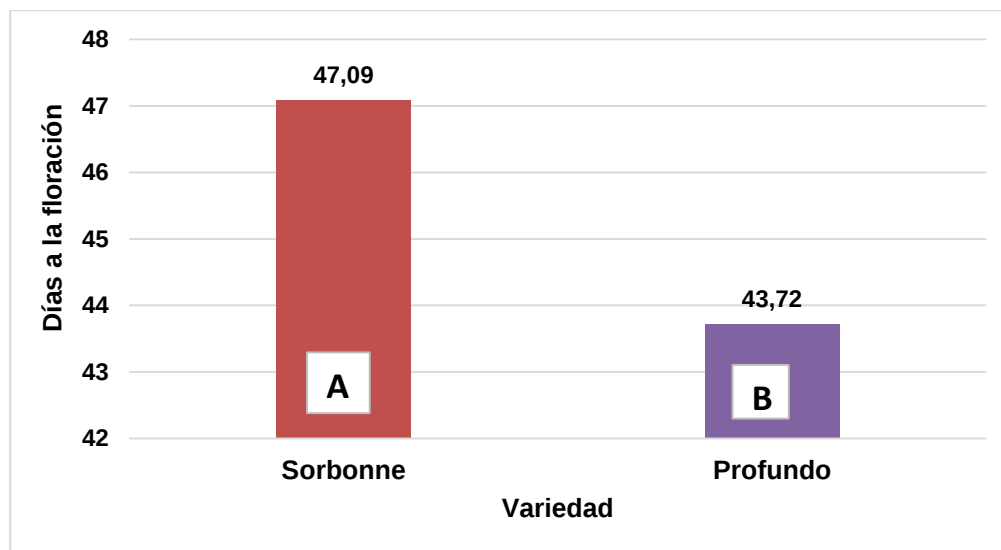


Figura 22. Promedios de días a la floración para variedad

Como se describió anteriormente que existen diferencias estadísticas en esta variable, esta diferencia estadística es debida al factor genético que define las características fenológicas de cada variedad, por lo cual es la razón que la variedad de *Lilium* profundo es más precoz respecto a la variedad Sorbonne. Imbago (2021), en su tesis de investigación titulada “Evaluación de grados día desarrollo en la fenología de variedades de *Lilium* sp., en la florícola Florisol, San José de Minas”, registró como resultado que la variedad Sorbonne llegó a la etapa de floración a los 52 días después de la siembra siendo la variedad que más demora en llegar a esta fase fenológica.

La Figura 23, nos muestra los promedios Duncan ($p < 0,5$), de días a la floración por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ácido giberélico, por lo cual se puede apreciar que tratamientos aplicados con 40 ppm de AG mostraron mejores resultados, ya que son las plantas que en menos días alcanzaron esta fase fenológica, seguido de 20 ppm de AG con un promedio de 42,34 días y finalmente los tratamientos testigo (0 ppm), reportó 52,42 días para la fase fenológica de días a la floración.

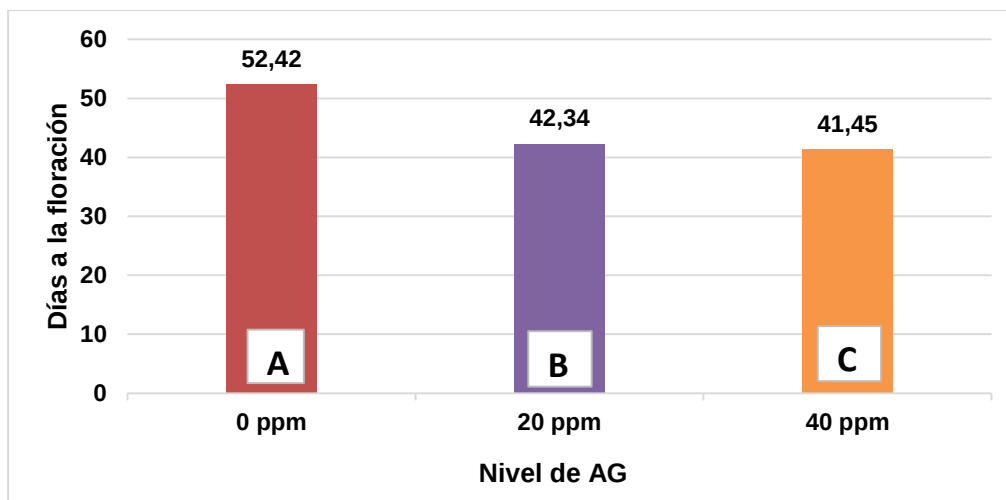


Figura 23. Promedios de días a la floración para nivel de ácido giberélico

La diferencia de días a la floración es debido al nivel de AG aplicado a cada tratamiento, ya que se nota que a mayor nivel de ácido giberélico mayor es la precocidad para acelerar la fenología. Las fitohormonas cumplen su función de manera diferente en la fisiología de las plantas en este caso acelera los días a la floración. Por su parte, Rojas (2003), mencionado por Montalvo *et al.* (2018), menciona que las hormonas vegetales desempeñan un papel crucial en procesos como la producción de raíces, el desarrollo y la floración, aunque no se hayan realizado estudios sobre su interacción con el genoma de la planta. A su vez Blanquéz (2000), citado por Zapata (2013), señala que la aplicación externa de giberelinas acelera el proceso de floración. Parte de esta promoción de la floración mediante la vía facultativa podría realizarse a través de la activación de la síntesis de giberelinas. Esto se sugiere por el hecho de que la actividad de las enzimas que sintetizan estas hormonas está controlada por el reloj circadiano.

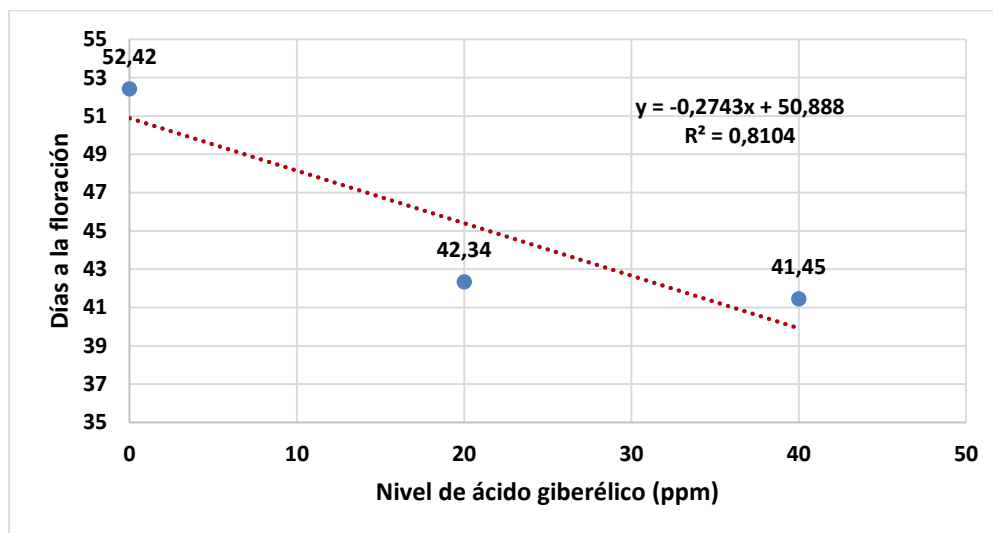


Figura 24. Regresión lineal para días a la floración – nivel de AG

La Figura 24, muestra la regresión lineal de la variable días a la floración respecto al nivel de ácido giberélico, donde podemos apreciar los días a la floración es inversamente proporcional al nivel de AG, por tanto, señalamos que a mayor nivel de AG llegan a esta fase fenológica en menos días. R^2 que indica la proporción de la variabilidad total tiene un valor de 81 % de la variación de días a la floración se debe a la variación de los niveles de ácido giberélico. La aplicación de ácido giberélico induce a la a la floración, Azcon-Bieto y Talon (2008), señalan que los efectos que la aplicación de giberelinas aumenta la actividad mitótica, especialmente en las zonas laterales del meristemo donde se desarrollan los nuevos primordios. Sumando que el estímulo floral provoca un cambio de identidad en los primordios que, en lugar de meristemos axilares y hojas, se generará meristemos florales. De tal manera que si se aplica mayor concentración de ácido giberélico hay más probabilidad en estimular meristemos florales adelantando los días a la floración. Asimismo señalamos que por cada 20 ppm de ácido giberélico los días a la floración reduce en 0,27 días.

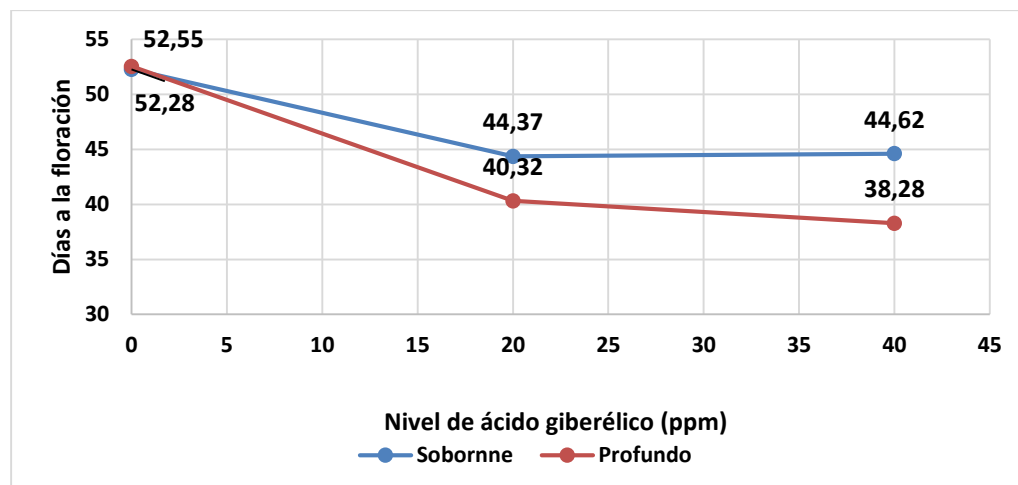


Figura 25. Interacción variedad – nivel de ácido giberélico para días a la floración

La variedad Profundo registró 52,55 días en llegar a la floración con el nivel de 0 ppm de AG, no obstante, cuando el tratamiento pasa al nivel 20 ppm de AG, los días a la floración de esta variedad redujo a 40,32, sin embargo, al incrementar el nivel de AG a 40 ppm los días a la floración disminuyó aún más hasta alcanzar 38,28 días en promedio.

La variedad Sorbonne denotó un promedio de 52,28 días en llegar a la floración, al aplicar 0 ppm de AG, pero al aplicar 20 ppm de AG los días a la floración disminuyó mostrando una media de 42,37, con 40 ppm de AG los días a la floración ligeramente se incrementó mostrando un valor promedio de 44,62 días.

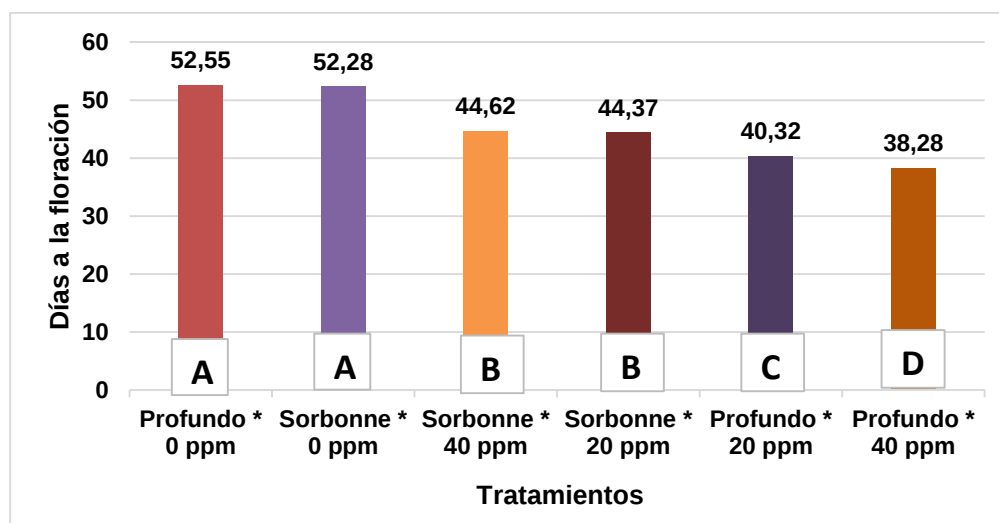


Figura 26. Prueba de Duncan para los tratamientos (Variedad*nivel de AG)

En la Figura 26, muestra los promedios Duncan ($p < 0,05$), de los tratamientos (interacción de variedad * nivel de AG), en el cual se aprecia que los tratamientos con una letra en común no son significativamente diferentes entre sí ($p > 0,05$).

4.2.3. Días a la cosecha

En el Cuadro 7, se aprecia el análisis de varianza de días a la cosecha en el cual se evidencia diferencias altamente significativas para variedad, nivel de AG y para la interacción entre variedad y nivel de AG ($p < 0,01$). Por el cual realizó su respectiva prueba de medias. El coeficiente de variación mostró un valor de 0,05 %, lo cual indica que los datos tomados en campo están en un rango de confiabilidad muy alto.

Cuadro 7. Análisis de varianza para días a la cosecha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	3,60E-03	2	1,80E-03	13	0,0714 N.S	(Bloque*Variedad)
Variedad	2,20E+02	1	2,20E+02	1585081	<0,0001 **	(Bloque*Variedad)
Nivel de AG	628,83	2	3,14E+02	226380	<0,0001 **	
Variedad*Nivel de AG	107,1	2	5,36E+01	38556,7	<0,0001 **	
Error	0,01	8	1,40E-03			
Total	956,1	17				
CV (%)	0,05					
Media	75,47					

N.S.: No significativo; **: Altamente significativo

La Figura 27, hace referencia a los resultados de la prueba de medias Duncan ($p < 0,05$), donde se aprecia que la variedad profunda mostró ser una variedad precoz alcanzando una media de 71,97 días para llegar a la cosecha. Por otra parte, la variedad Sorbonne reportó promedios de 78,97 días para la cosecha siendo la variedad que más demora en alcanzar esta fase fenológica.

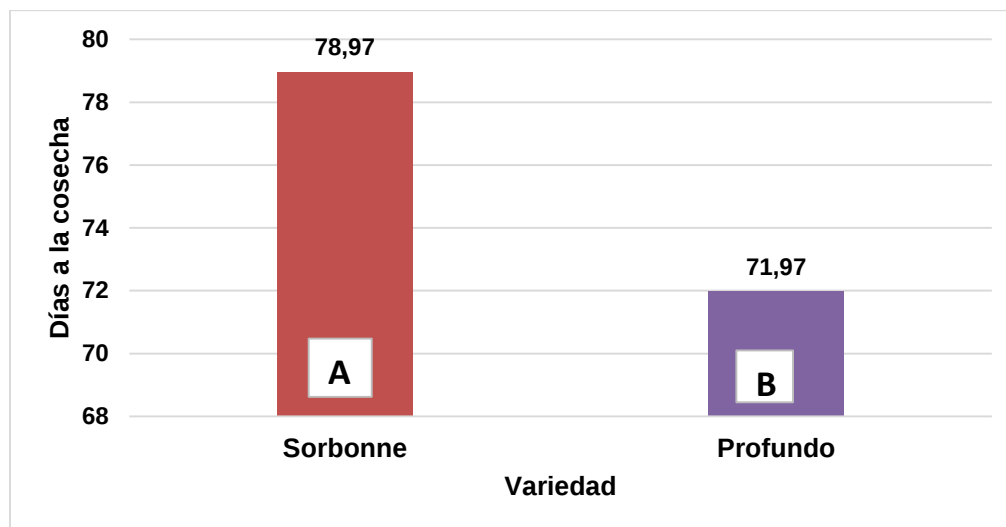


Figura 27. Promedios de días a la cosecha para variedades

Debido a las características de cada variedad se nota estas diferencias de días a la cosecha, siendo la variedad Sorbonne la que mostró fenológicamente un comportamiento tardío en relación a la variedad profundo. Pei *et al.* (2015), en su investigación titulada “Las limitaciones filogenéticas y climáticas impulsan los patrones fenológicos de floración en una reserva natural subtropical”, señala que las diferentes especies y variedades de plantas presentan patrones fenológicos específicos inherentes a su composición genética, lo que determina cuándo y cómo pasan por sus fases de desarrollo. Esta variabilidad se debe a la adaptación genética de cada planta a su entorno específico y a sus requerimientos evolutivos. Los genes responsables de la fenología influyen en eventos cruciales como la brotación, la floración y la fructificación, permitiendo a las plantas optimizar su ciclo de vida de acuerdo con las condiciones ambientales. Por lo tanto, esta diferencia de días a la cosecha se debe al comportamiento de cada variedad. Nuestros resultados podemos comparar con la investigación que desarrollo Imbago (2021), quien evaluó grados día de desarrollo en la fenología de variedades de liliun, donde mostró resultado de días a la cosecha para la variedad Sorbonne de 87 días en promedio. Los datos de nuestra investigación lograron menos días en alcanzar la cosecha lo cual posiblemente se deba al factor climático y topográfico en el cual se desarrolló la investigación de Imbago quien lo realizó en una etapa en el cual la temperatura mínima descendió hasta los 8 °C y su investigación estaba ubicado a una altura de 1.925 m s. n. m. Estos aspectos lograron tener un efecto en el desarrollo de esta variable ya que InfoAgro (2024), manifiesta que las temperaturas en la noche y mínimas para la mayoría

de los híbridos de liliun tienen que estar entre 12 y 15°C y en el día deberían oscilar alrededor de 25°C.

La Figura 28, se muestra los promedios Duncan ($p < 0,05$), del nivel de ácido giberélico para los días a la cosecha, donde observamos que el nivel de 40 ppm AG alcanzó 70,8 días para la cosecha siendo el nivel que mejor resultado mostró, seguido de tratamientos aplicados con 20 ppm de AG con 71,8 días a la cosecha. Por otra parte, se evidencia que tratamientos que no se aplicaron AG demoraron más días que los tratamientos que si se aplicaron AG, con una media de 83,81 días en alcanzar la cosecha.

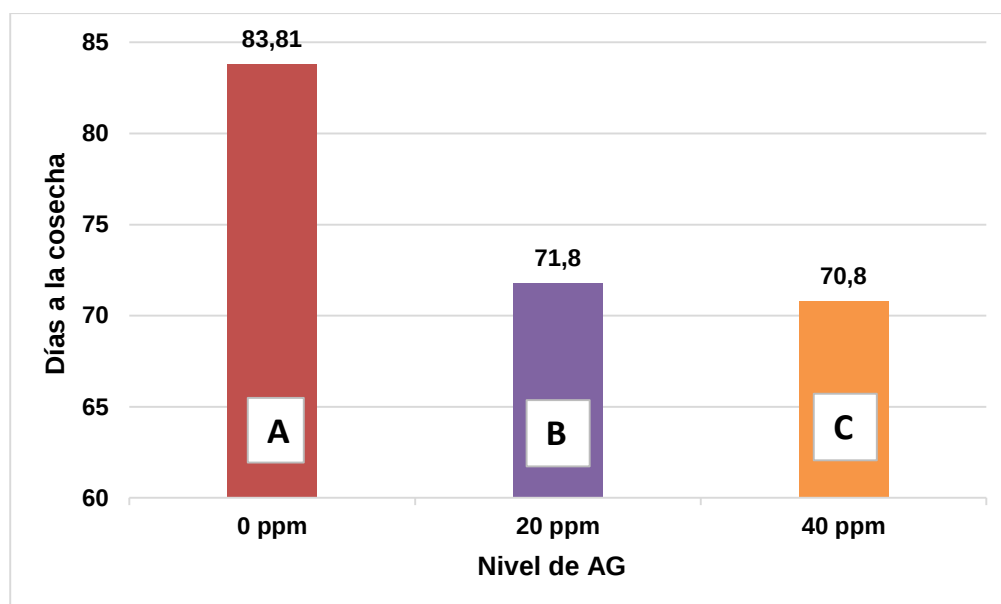


Figura 28. Promedios de días a la cosecha para nivel de ácido giberélico

Nuestros resultados podemos compararlos con los resultados de Calfuman (2012), quien desarrollo la investigación denominada “Efecto de la aplicación de AG (ácido giberélico) en una variedad de liliun híbrido LA, establecido bajo condiciones de invernadero en la región de Araucanía”, donde muestra que tratamientos aplicados con 50 ppm de AG lograron resultados estadísticamente diferente a los demás niveles logrando llegar al estado de cosecha 15 días antes que los tratamientos testigo (0 ppm de AG). Mostrando un promedio de 142 días a la cosecha. La diferencia de los resultados con la investigación del autor se debe a dos factores, la temperatura ambiental y el uso de una variedad de liliun tardía.

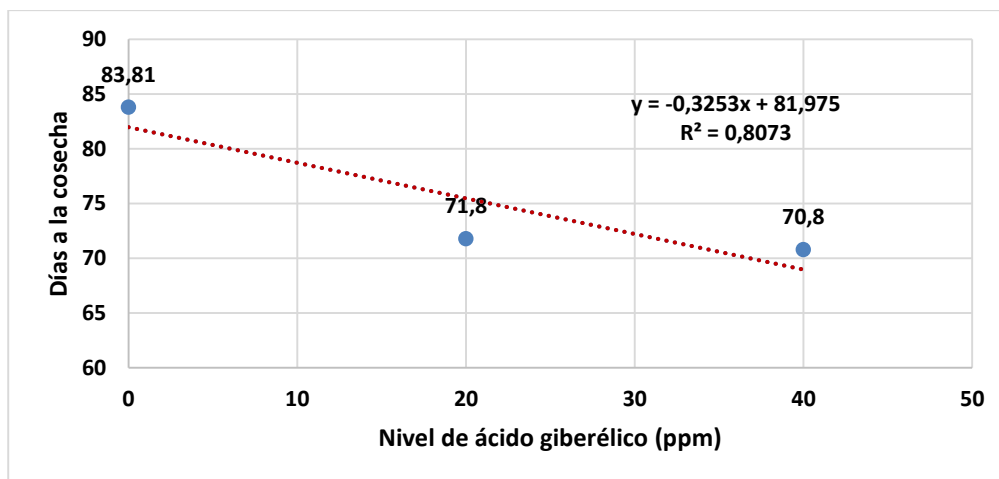


Figura 29. Regresión lineal de días a la cosecha – nivel de AG

La Figura 29, muestra la regresión lineal de la variable días a la cosecha respecto al nivel de ácido giberélico, donde podemos apreciar los días a la cosecha muestra un comportamiento inversamente proporcional al nivel de AG, por tanto, señalamos que a mayor nivel de AG menor días tomará en llegar a esta fase fenológica. R^2 que indica la proporción de la variabilidad total tiene un valor de 80,7 %. Estos resultados de días a la cosecha es consecuencia de la variable días a la floración, ya que se evidencio que aceleró la fenología, lo que a su vez acortó también el periodo de días a la cosecha. A su vez la Figura muestra una pendiente negativa, de tal manera señalamos que por cada 20 ppm de ácido giberélico los días a la cosecha se reduce en un 0,33 días.

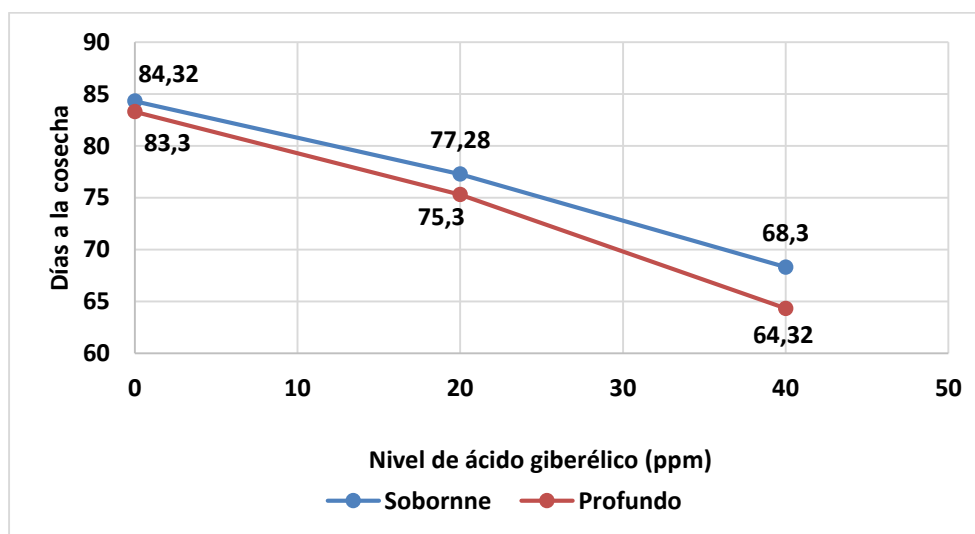


Figura 30. Interacción variedad – nivel de ácido giberélico para días a la cosecha

La variedad Sorbonne denotó un promedio de 84,32 días en llegar a la cosecha, al aplicar 0 ppm de AG, no obstante, al aplicar un nivel de 20 ppm de AG los días a la cosecha disminuyó mostrando una media de 77,28, con 40 ppm de AG los días a la cosecha redujeron gradualmente reportando un valor de 68,3 días.

La variedad Profundo registró 83,3 días en llegar a la cosecha en tratamiento sin aplicación de AG (0 ppm de AG) cuando el tratamiento es aplicado con 20 ppm de AG, los días a la cosecha de esta variedad redujo a 75,3, sin embargo, al incrementar el nivel de AG a 40 ppm los días a la cosecha disminuyó aún más hasta alcanzar 64,32 días en promedio.

En la Figura 31, se muestra los promedios de los tratamientos resultado por la interacción de los factores, por lo tanto, se puede interpretar que el T6 (Profundo*40 ppm de AG), se comportó de mejor manera ante los demás tratamientos registrando un promedio de 64,32 días en alcanzar la cosecha. En contraste los tratamientos T2 (Profundo*0 ppm de AG) y T1 (Sorbonne*0 ppm) mostraron ser los tratamientos que más demoraron en alcanzar la cosecha con una media de 83,30 y 84,32 días respectivamente.

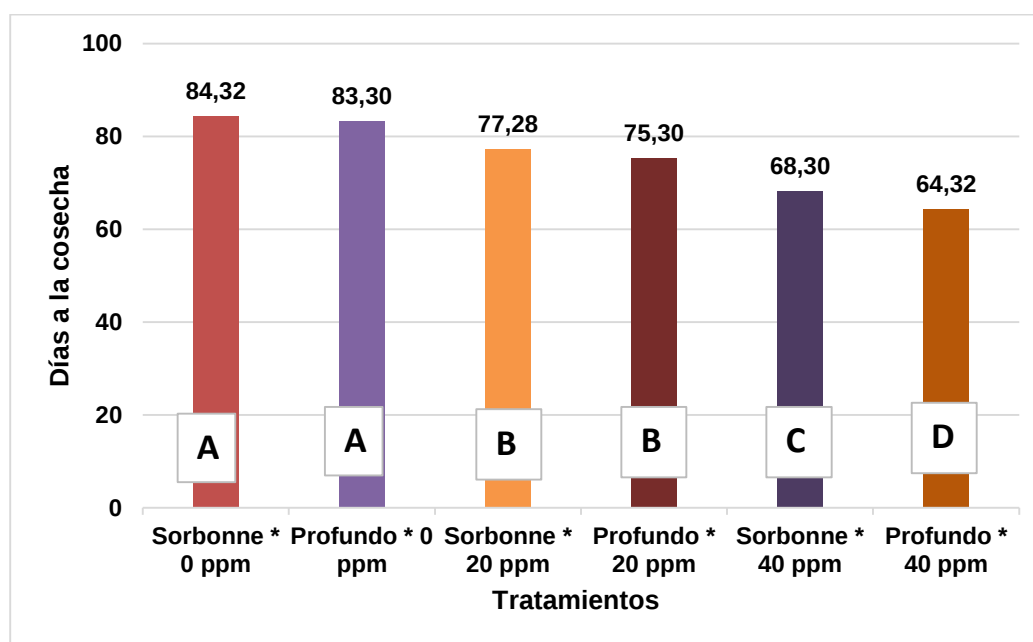


Figura 31. Prueba de Duncan para los tratamientos (Variedad*nivel de AG)

Los resultados de Laura (2017), quien determinó el comportamiento agronómico de dos variedades de lilium en el centro experimental de Kallutaca, donde obtuvo resultados

promedios de días a la cosecha que fluctúan de 91,25 a 98,55 días a la cosecha, nuestros resultados lograron un mejor comportamiento ya que el promedio más bajo tiene un valor de 64,32 días y el más alto de 84,32 días a la cosecha. Estos valores se deben al factor climático y a la fenología de las variedades que el autor empleo para la investigación.

4.2.4. Altura de planta

El Cuadro 8, muestra el análisis de la varianza para la variable altura de planta en cm, en el cual se aprecia que existe diferencias significativas ($p < 0,05$), para el factor de variedad, también se evidencia que hay diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), para el nivel de ácido giberélico. Para la interacción de variedad y nivel de AG existe diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). El coeficiente de variación mostró un valor de 1,94 % el cual hace referencia que los datos recolectados en campo son altamente confiables.

Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	1,24E+01	2	6,22E+00	2,86	0,2593 N.S.	(Bloque*Variedad)
Variedad	8,30E+01	1	8,30E+01	38,11	0,0253 *	(Bloque*Variedad)
Nivel de AG	687,14	2	3,44E+02	121,25	<0,0001 **	
Variedad*Nivel de AG	41,27	2	2,06E+01	7,28	0,0158 *	
Error	22,67	8	2,83E+00			
Total	850,87	17				
CV (%)	1,94					
Media	80,50					

N.S.: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo

En la Figura 32, se aprecia las medias Duncan ($p < 0,05$), de altura de planta para variedades, donde muestra que la variedad Profundo es diferente estadísticamente a la variedad Sobornne obteniendo mejores valores de altura de planta con un valor de 88,92 cm, la variedad Sorbonne registró un valor promedio de altura de planta de 84,83 cm.

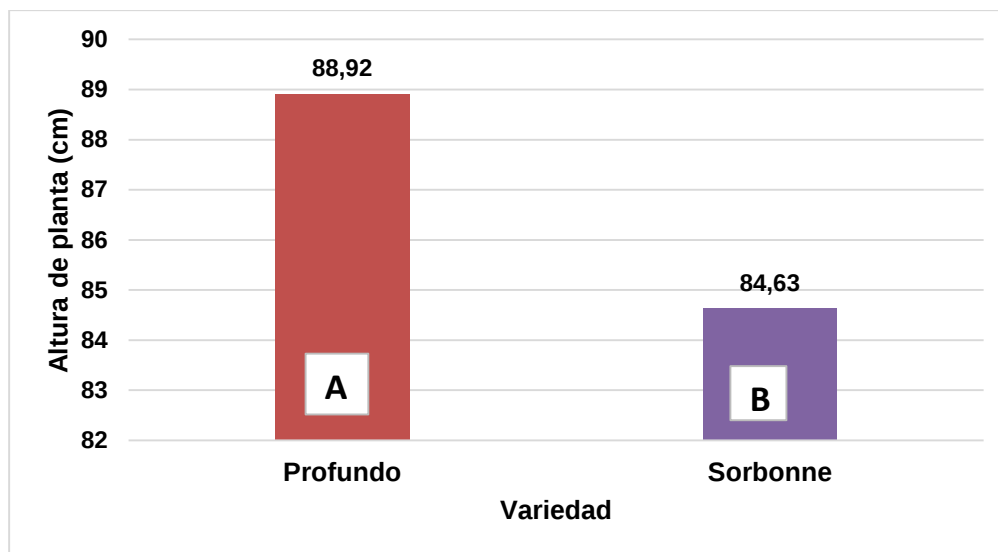


Figura 32. Promedios de altura de planta para variedades

Esta diferencia estadística que mostraron las variedades se debe a las características propias de cada variedad, siendo la altura de planta un factor genético. Sasha *et al.* (2023), señala en su estudio “Asociación del genoma completo identifica un gen OsPG3 asociado a la altura de la planta en una población de variedades comerciales de arroz”, señala que la altura de la planta es un rasgo influenciado significativamente por factores genéticos. Diferentes estudios han demostrado que existen genes específicos que regulan este rasgo en diversas especies de plantas. Este gen juega un papel crucial en la biosíntesis de la pared celular, lo que afecta directamente la altura de la planta.

A esto la empresa productora y comercializadora de flores VWS Export - Import of Flowerbulbs B.V. (2024), empresa internacional especialistas en la producción y comercialización de diferentes especies de plantas florales indica, que la altura de planta de la variedad Sorbone fluctúa de 90 a 100 cm, la misma empresa señala que para la variedad Profundo el rango de altura de planta es de 110 cm a 120 cm. En nuestra investigación logramos alturas inferiores a las descritas por el autor, no obstante, el comportamiento fue similar logrando que la variedad Sorbonne alcanzó valores menores y la variedad Profundo reportó valores mayores. La diferencia de valores podemos asumir que fue las condiciones ambientales ya que la empresa mantiene en óptimas condiciones el ambiente para el desarrollo de las plantas y en nuestra investigación el factor ambiental no fue controlado para un desarrollo óptimo de nuestras plantas sometidas a la investigación.

La Figura 33, hace referencia a los promedios Duncan ($p < 0,05$), de altura de planta en cm, debido a la aplicación de diferentes niveles de ácido giberélico, donde indica que los tres niveles de AG son estadísticamente diferentes, mostrando al nivel de AG de 40 ppm como el mejor nivel ya que alcanzó la mejor altura de planta con un valor de 93,06 cm, seguido del nivel 20 ppm de AG con un promedio de 87,49 cm de altura de planta. Los tratamientos que no se aplicaron AG (0 ppm de AG), reportaron promedios inferiores con un valor de 78,88 cm.

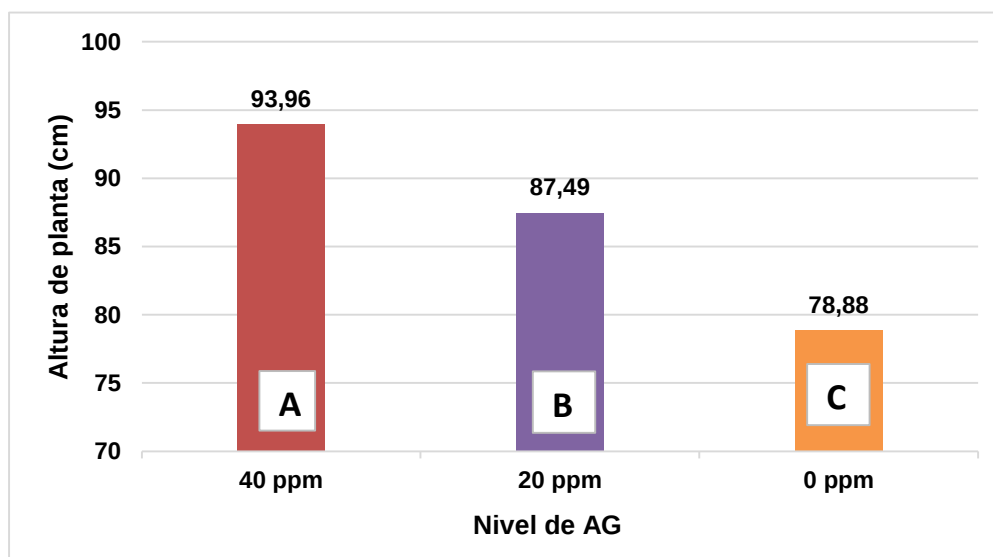


Figura 33. Promedios de altura de planta para nivel de ácido giberélico

Las diferencias de altura de planta son debido a la aplicación de los niveles de AG, ya que son fitohormonas que estimula al crecimiento del tallo de las plantas. Azcón – Bieto & Talón (2008), señalan que el ácido giberélico (GA) tiene un efecto significativo en la altura de las plantas. Esta fitohormona promueve la elongación celular y el crecimiento del tallo, lo que resulta en plantas más altas cuando se aplica exógenamente. A esto Shasha *et al.* (2023), afirma que el AG estimula la elongación de las células en los tallos, lo que conduce a un aumento en la altura de la planta. Este efecto se observa comúnmente en plantas de diversas especies, incluyendo cultivos agrícolas y ornamentales.

En su tesis de grado Calfuman (2012), obtuvo como respuesta al aplicar diferente niveles de ácido giberélico a una variedad de liliun que la variable longitud de vara (altura de planta), logro mostrar que tratamientos aplicados con 50 ppm de AG mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), respecto a otros niveles registrando un promedio de altura de planta de 100 cm. Nuestros datos son inferiores a los datos reportados por el autor esto

es debido a que en su trabajo de investigación el autor otorgó un ambiente sumamente controlado para el desarrollo del cultivo.

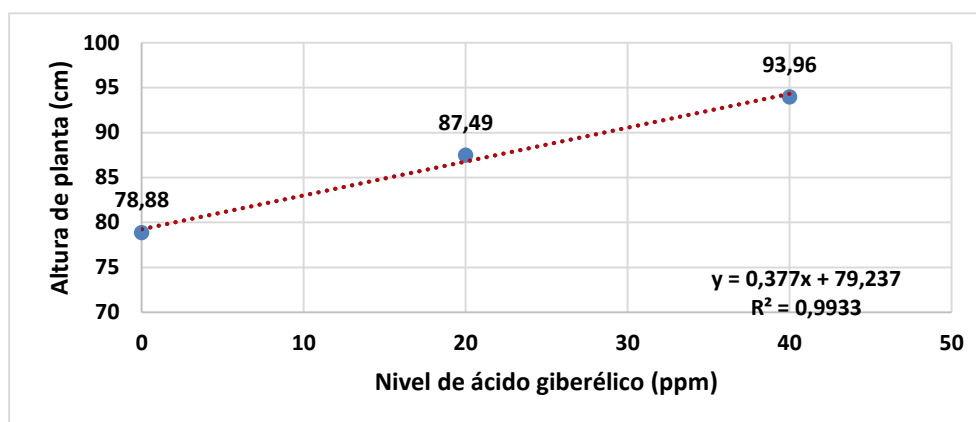


Figura 34. Regresión lineal de Altura de planta – nivel de AG

En la Figura 34, se puede apreciar la regresión lineal para la variable altura de planta – niveles de AG, en el cual se comprende que existe una relación directamente proporcional entre la variable y el nivel de AG, de tal manera podemos señalar que a mayor concentración de AG es mayor el desarrollo de la altura de la planta. R^2 que indica la proporción de la variabilidad total tiene un valor de 99%. Finalmente podemos indicar que por cada 20 ppm de ácido giberélico la altura de planta aumenta un 0,38 cm.

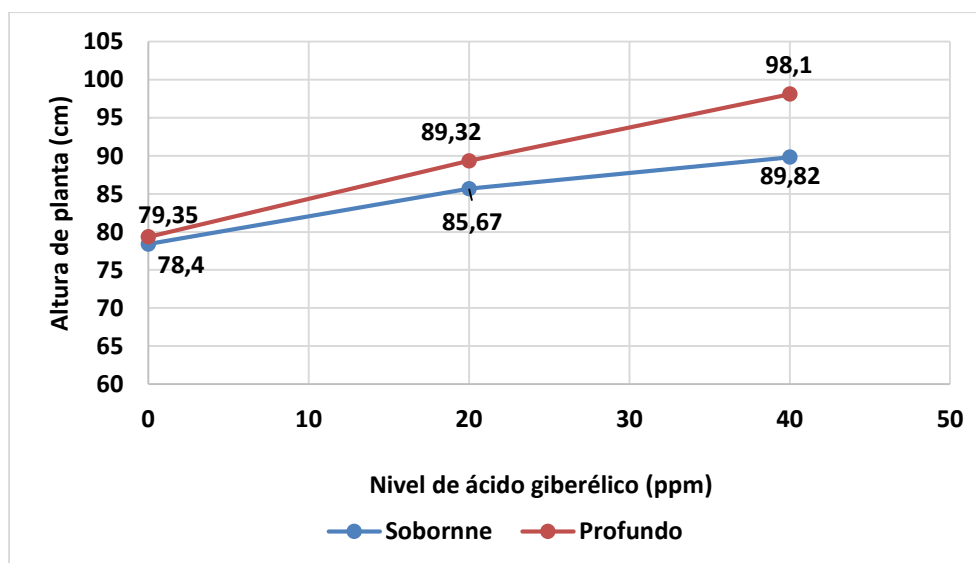


Figura 35. Interacción de variedad – nivel de ácido giberélico para altura de planta

La variedad Sorbonne mostró una media de altura de planta 78,40 cm con el nivel de 0 ppm de AG, no obstante, al aplicar 20 ppm de AG la altura de planta se incrementó hasta alcanzar un valor de 89,32 cm y con la aplicación del nivel de 40 ppm de AG la altura de planta aumento hasta reportar un valor promedio de 98 cm.

El comportamiento en la variedad profundo mostró altura de planta de 79,35 cm al aplicar un nivel de 0 ppm de AG, con la aplicación de 20 ppm de AG la altura de planta alcanzó hasta 85,67 cm y al aumentar el nivel de AG a 40 ppm la altura de planta incrementó hasta un valor promedio de 89,82 cm.

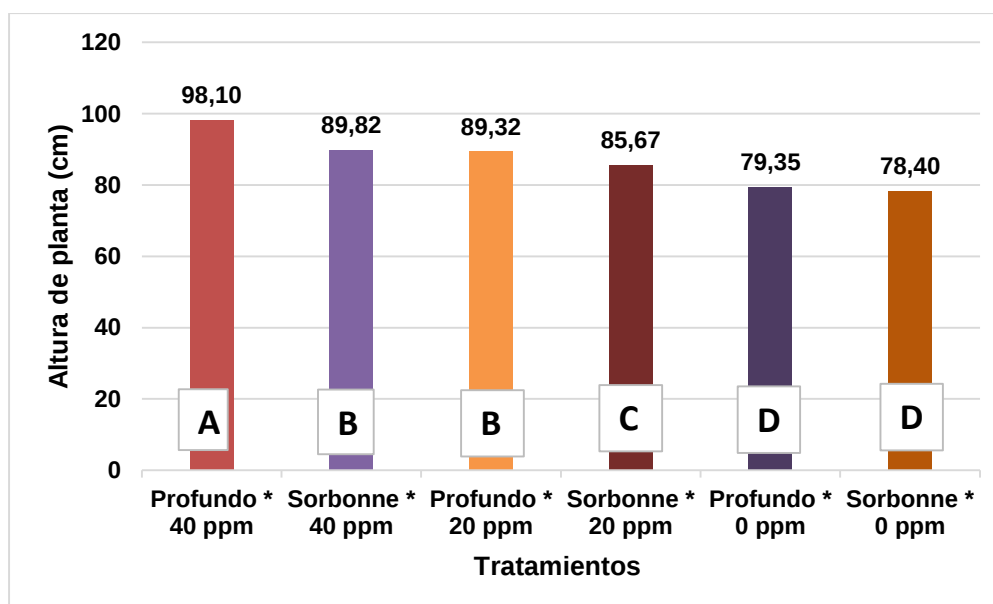


Figura 36. Promedios de altura de planta para interacción

Colque (2016), en su tesis de grado reportó en sus resultados promedios de alturas de planta de lilium que fluctúan de 115 cm a 130 cm por la aplicación de diferentes sustratos en dos variedades de lilium en la estación experimental de Cota Cota en cabecera de valle la diferencia de los resultados de altura de planta de nuestra investigación con el autor se debe a que el autor tomo más tiempo en llegar a la cosecha, evaluando un tiempo total de 85 días desde la siembra, por el contrario, nuestra investigación alcanzó 60 días a la cosecha.

Por su parte Laura (2017), en su investigación en el cual evaluó porcentajes de sombra en dos variedades de lilium, registró valores que fluctúan de 60 cm hasta 83 cm, nuestros valores de altura de planta lograron resultar mayores al reporte del autor, esto es debido

al factor climático en donde se desarrolló la investigación, ya que el autor desarrollo su investigación en un ambiente protegido en el altiplano de La Paz, en el cual las oscilaciones día – noche registraron ser no recomendadas para el cultivo del liliun y nuestra investigación se encontró en los rangos recomendados por Chahin (2006), para un buen desarrollo del cultivo de liliun.

4.2.5. Diámetro de tallo

En el Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza de diámetro de tallo en el cual se aprecia diferencias significativas ($p < 0,05$), para el factor nivel de ácido giberélico, para variedad e interacción de variedad con nivel de AG no se muestran diferencias significativas ($p > 0,05$). El coeficiente de variación nos dio un valor de 7,54 %, el cual es un indicador que los datos relevados en campo están dentro del margen de confiabilidad.

Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	1,40E-03	2	7,10E-04	1,23	0,4494	N.S. (Bloque*Variedad)
Variedad	1,10E-04	1	1,10E-04	0,19	0,7025	N.S. (Bloque*Variedad)
Nivel de AG	0,03	2	1,00E-02	4,98	0,0393	*
Variedad*Nivel de AG	1,80E-03	2	8,80E-04	0,31	0,7398	N.S.
Error	0,02	8	2,80E-03			
Total	0,05	17				
CV (%)	7,54					
Media	7,07					

N.S.: No significativo; *: Significativo

En la Figura 37, se muestra los promedios de diámetro de tallo debido a la aplicación de diferentes niveles de ácido giberélico. Por lo tanto, podemos indicar que los tratamientos que se aplicaron ácido giberélico tienen un efecto de manera positiva en el diámetro de tallo, no obstante, se puede señalar que el nivel aplicado no son diferentes estadísticamente.

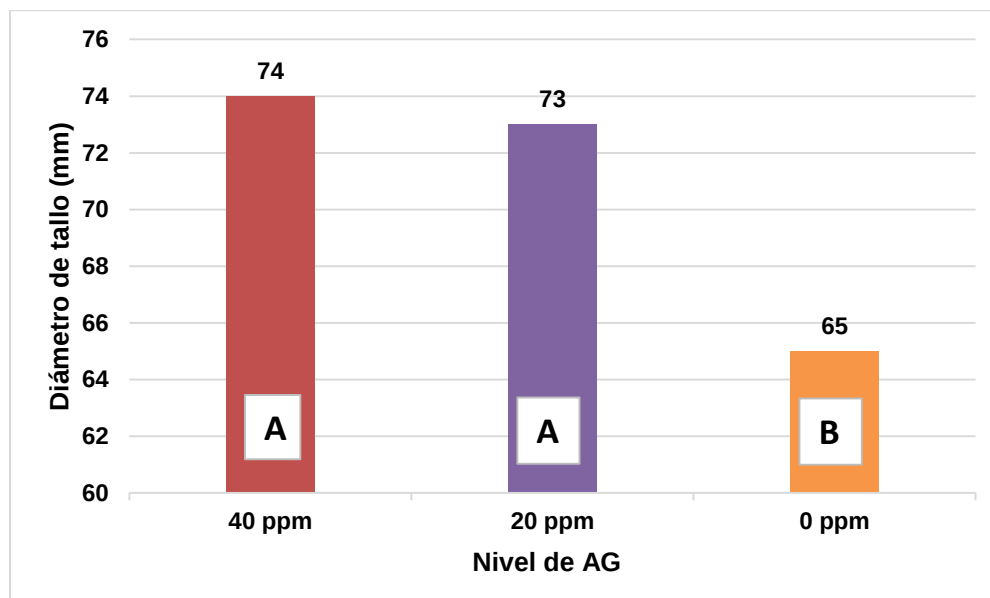


Figura 37. Promedios de diámetro de tallo para nivel de ácido giberélico

Los tratamientos aplicados con niveles de 40 ppm y 20 ppm de AG son similares estadísticamente, no obstante, los tratamientos que no se aplicaron AG reportaron los valores más bajos en diámetro de tallo como se observa en la Figura 43. De tal manera podemos indicar que la aplicación de ácido giberélico si tiene un efecto en el diámetro de tallo, asimismo el nivel de aplicación no tiene un efecto en el diámetro de tallo.

Esto se debe a la aplicación de AG ya que las giberelinas activas el proceso de división celular y provoca el desarrollo del tallo. En su libro Azcón-Bieto y Talón (2008), titulado "Fundamentos de fisiología vegetal", indican que las giberelinas tienen un efecto notable en el crecimiento del tallo de las plantas. Estas hormonas vegetales son esenciales para regular diversos procesos fisiológicos, incluyendo la elongación del tallo. La aplicación externa de ácido giberélico ha demostrado incrementar tanto la altura como el diámetro del tallo en diferentes especies de plantas. Las giberelinas estimulan la división y elongación celular, contribuyendo al crecimiento general de la planta. A su vez Bergmann *et al.* (2016), señalan que la aplicación exógena de ácido giberélico ha demostrado aumentar significativamente el diámetro del tallo en varias especies de plantas, incluyendo cultivos de importancia agrícola y ornamental. Estos estudios destacan la eficacia del AG en promover el crecimiento radial del tallo.

Laura (2017), mostró resultados de diámetro de tallo que fluctúan de 77 mm a 88 mm en promedios debido a la evaluación de distintos porcentajes de sombras en variedades

diferentes de liliun. Por su parte Ibáñez (2016), reportó resultados de diámetro promedios de oscilan de 10 mm a 11,7 mm en su tesis de grado en el cual evaluó distintos tipos de sustratos en dos variedades de liliun. Nuestros resultados son diferentes a los resultados reportados por los autores, esto se debe a que las variedades que usaron tienen esa característica. Por otra parte I.C.B. (2007), señala que para la comercialización de flores de liliun se considera un diámetro de tallo de 8 a 10 mm.

4.2.6. Número de botones florales

El Cuadro 10, muestra el análisis de varianza para número de botones florales, donde se puede apreciar diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), para el factor nivel de ácido giberelico. Para el factor variedad y la interacción entre variedad y nivel de AG no se muestran diferencias significativas ($p > 0,05$). El coeficiente de variación tiene un valor de 3,99 % el cual indica que los comportamientos de los datos están dentro del margen de confiabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para número de botones florales

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	6,00E-02	2	3,00E-02	0,51	0,6607 N.S.	(Bloque*Variedad)
Variedad	8,50E-01	1	8,50E-01	13,7	0,0659 N.S.	(Bloque*Variedad)
Nivel de AG	2,62	2	1,31E+00	46,29	<0,0001 **	
Variedad*Nivel de AG	2,40E-01	2	1,20E-01	4,29	0,0541 N.S.	
Error	0,23	8	3,00E-02			
Total	4,13	17				
CV (%)	3,99					
Media	4,22					

N.S.: No significativo; **: Altamente significativo

La Figura 38, muestra los promedios de números de botones florales por la aplicación de diferentes niveles de ácido giberelico, donde se observa que los distintos niveles de AG son diferentes estadísticamente entre sí ($p < 0,05$), donde, tratamientos aplicados 40 ppm de AG reportaron mejores valores en número de botones florales con un valor promedio de 4,67, las plantas que se aplicaron 20 ppm de AG registraron una media de 4,25 botones florales y las sin aplicación de AG (0 ppm de AG) alcanzaron 3,73 botones florales, registrando valores menores en botones florales.

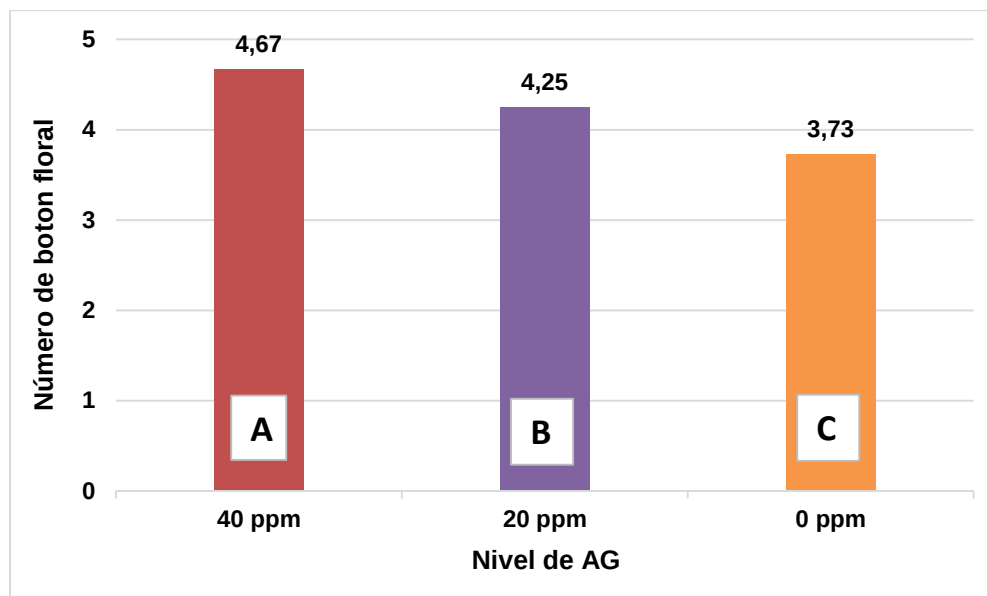


Figura 38. Promedios de numero de botón floral para nivel de ácido giberélico

Como se aprecia en la Figura 36, tratamientos con mayor nivel de AG lograron mayores números de botones florales, este comportamiento se debe a que el ácido giberélico promueve la división celular de tal manera que estimula a la planta para generar más tejidos florales, en cuando más alto sea el nivel más botones florales se mostrara en una planta. A esto AGROACTIVO (2024), señala que las giberelinas se producen en la zona apical de las plantas, frutos y semillas, una de sus propiedades en la planta es inducir botones florales y brotación de yemas, además promueve la floración. A su vez Azcón-Bieto & Talón (2008), señalan que las giberelinas interactúan con otras hormonas vegetales, como las auxinas y las citocininas, para regular el desarrollo floral. Estas interacciones pueden potenciar el efecto de las giberelinas en la promoción de la floración y aumentar el número de flores producidas por la planta.

Calfuman (2012), en su investigación mostró resultados que fluctúan de 5,3 a 6,5 número de flores por planta, debido a la aplicación de ácido giberélico en una variedad de liliun bajo condiciones de invernadero. Nuestros datos son menores a los mencionados por el autor esto es debido a la variedad seleccionada por el autor que muestra un mayor número de botones florales que las variedades que se usó para la presente investigación. No obstante, se mostró diferencias significativas por el nivel de AG aplicados. Flores (2022), obtuvo resultados de numero de botones florales valores promedios entre 4,67 a 8,67 por el efecto de diferentes calibres de bulbos de liliun. Nuestros valores son

inferiores ya que el autor utilizó variedades que tienen características con un mayor número de botones florales.

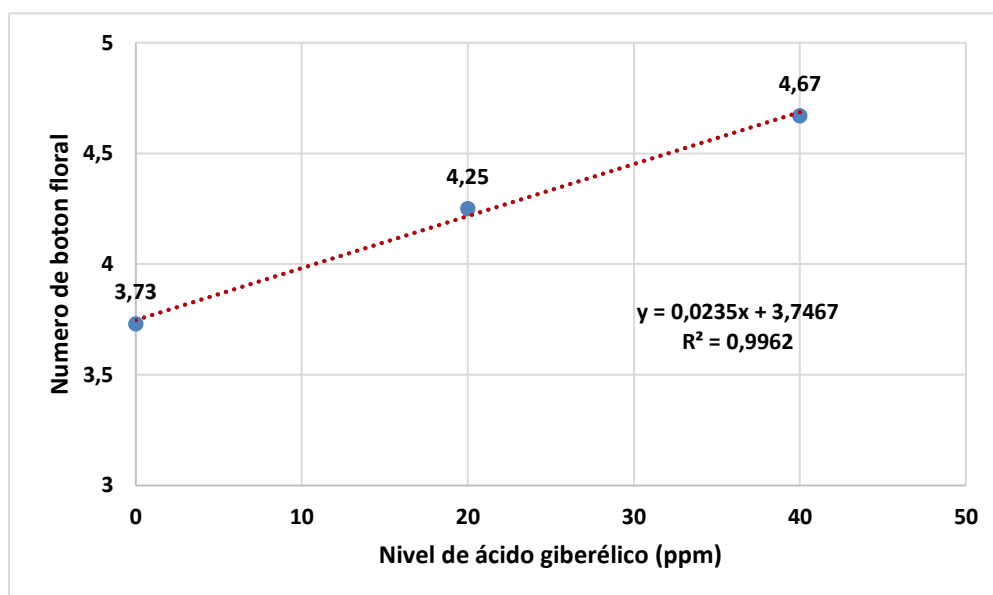


Figura 39. Regresión lineal de número de botón floral – nivel de AG

En la Figura 39, se aprecia la regresión lineal de número de botón floral por planta y nivel de ácido giberélico, en el cual se aprecia que el número de botón floral es directamente proporcional al nivel de AG. Ya que cuando se aplica mayor cantidad de AG aumenta el número de botones florales. A esto Azcón-Bieto (2008), menciona que el AG interactúan entre con otras fitohormonas para estimular a los primordios destinados a generar hojas y desarrollan meristemas florales, este cambio ocurre cuando las señales internas y externas activan ciertos genes de control, como los genes ABC responsables de la formación de las distintas partes de la flor (sépalos, pétalos, estambres y carpelos), de tal manera al aplicar un mayor nivel de AG se desarrolla mayor estimulación a los meristemas axilares para generar mayos número de meristemas florales. Nuestro valor R^2 tiene un valor de 99,3 % que indica la proporción de la variabilidad total. Por cada 20 ppm de ácido giberélico aplicado el número de botón floral incrementa un 0,024 botones florales.

4.2.7. Longitud de botón floral

El Cuadro 11, nos muestra el análisis de varianza de longitud de botón floral, en el cual se puede evidenciar que, para variedad, nivel de AG y para la interacción entre variedad con

nivel de AG no se muestran diferencias significativas ($p>0,05$). El coeficiente de variación que nos muestra el ANVA tiene un valor de 19,11 % lo que nos indica que los datos se encuentran en el rango de confiabilidad.

Cuadro 11. Análisis de varianza para longitud de botón floral

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Bloque	2,62E+01	2	1,31E+01	1,33	0,4288 N.S.	(Bloque*Variedad)
Variedad	2,99E+01	1	2,99E+01	3,04	0,2233 N.S.	(Bloque*Variedad)
Nivel de AG	26,54	2	1,33E+01	3,54	0,0792 N.S.	
Variedad*Nivel de AG	5,03E+00	2	2,52E+00	0,67	0,5375 N.S.	
Error	29,99	8	3,75E+00			
Total	137,25	17				
CV (%)	19,11					
Media	10,13					

N.S.: No significativo

4.2.8. Análisis costos parciales

La determinación de las variables económicas se desarrolló para un total de 60 plantas de liliun producidas por cada tratamiento, de tal manera que en los siguientes cálculos se mostrará datos de costos parciales para una producción de 60 plantas.

Cuadro 12. Rendimiento, beneficio bruto, beneficio neto, costos que varían.

Tratamiento		Cantidad producida	Precio de venta (Bs/unid)	Beneficio bruto (Bs)	Total costos variables (Bs)	Beneficio neto (Bs)
T1	Sorbone * 0 ppm	60	10,00	600,00	80,00	520,00
T2	Sorbone * 20 ppm	60	11,50	690,00	153,00	537,00
T3	Sorbone * 40 ppm	60	12,50	750,00	156,00	594,00
T4	Profundo * 0 ppm	60	12,00	720,00	85,00	635,00
T5	Profundo * 20 ppm	60	13,50	810,00	158,00	652,00
T6	Profundo * 40 ppm	60	15,00	900,00	161,00	739,00

Análisis de dominancia, “este proceso se realizó ordenando los tratamientos de menor a mayores totales de costos que varían, se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos” (CIMMYT, 1988). Siguiendo este proceso, se descartó 4 tratamientos (tratamientos 3, 4, 5 y 6), quedando los tratamientos 1 y 2. Con lo que se realizó la curva

de beneficios netos, para que se pueda observar gráficamente la diferencia existente entre los tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de tratamiento dominantes

Tratamiento	Costos totales (Bs)	Beneficios netos (Bs)	Dominancia
T1	80	520	*
T2	85	635	D
T4	153	537	D
T3	156	594	D
T5	158	652	D
T6	161	739	D

4.2.8.1. Tasa de retorno marginal

Curva de beneficios netos, donde cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de costos que varían. Los tratamientos que no son dominados se unen con una línea. Los tratamientos dominados también se han incorporado para mostrar la ubicación debajo de la curva (Figura 40). Según el CIMMYT (1988), la tasa de retorno marginal tiene el objetivo de revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Una manera sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal, que es el beneficio neto marginal dividido por el costo marginal expresada en un porcentaje.

$$TRM = \frac{935 - 820}{85 - 80} = \frac{115}{5} = 23 * 100 = 2300\%$$

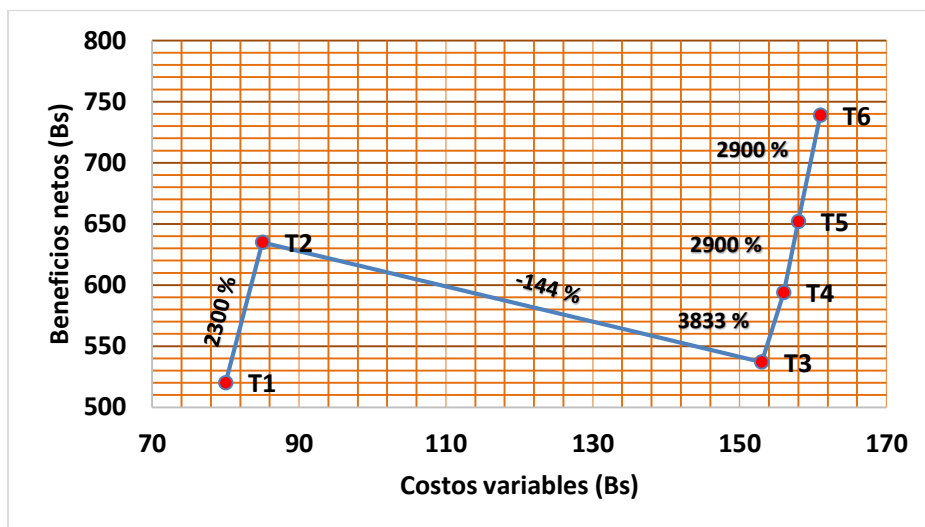


Figura 40. Curva de beneficios netos- costos variables

La tasa de retorno marginal obtenida entre los tratamientos dominantes es de 2300 %, lo que significa que, por cada Bs invertido, al optar por la aplicación de 0 ppm de ácido giberélico en la variedad Sorbonne, se recupera el Bs invertido y se obtiene un beneficio adicional de 23,00 Bs al cambiar al tratamiento 2 (Sorbonne * 20 ppm de AG). Cuando T2 pasa a T3 se aprecia una TRM negativa como se aprecia en la Figura 40, esto simboliza que no se genera ingreso más al contrario se entra en pérdida. Cuando la TRM pasa de T3 a T4 logra genera un valor de 3833 % lo cual indica que se genera una ganancia de 38,33 Bs por Bs invertido, posteriormente la curva muestra una uniformidad en TRM ya que cuando T4 pasa a T5 el valor es 2900 %, de la misma manera cuando T5 pasa a T6 el valor es de 2900 % indicando que por cada Bs invertido se logra generar 29 Bs.

4.2.9. Determinación de beneficio costo

Para el análisis de la relación beneficio costo se determinó los costos totales de cada tratamiento los cuales se realizaron la suma de los costos fijos y costos variables (Anexos 2 y 3), seguidamente se determinó la cantidad de lilium producida los cuales fueron 60 plantas por tratamiento, así también se determinó el precio de venta en el mercado local los cuales fluctúan según el tamaño y variedad que se produjo en la investigación. Con los datos obtenidos se determinó la relación beneficio costo como muestra el Cuadro 14.

Cuadro 14. Determinación de la relación beneficio costo

Trat.	Descripción	Cantidad	Precio de venta (Bs/unid)	Beneficio bruto (Bs)	Costos fijos (Bs)	Costos variables (Bs)	Total costos (Bs)	Beneficio neto (Bs)	Relación B/C
T1	Sorbone * 0 ppm	60	15,00	900,00	602,30	80,00	682,30	217,70	1,32
T2	Sorbone * 20 ppm	60	16,50	990,00	602,30	153,00	755,30	234,70	1,31
T3	Sorbone * 40 ppm	60	17,50	1.050,00	602,30	156,00	758,30	291,70	1,38
T4	Profundo * 0 ppm	60	17,00	1.020,00	602,30	85,00	687,30	332,70	1,48
T5	Profundo * 20 ppm	60	18,50	1.110,00	602,30	158,00	760,30	349,70	1,46
T6	Profundo * 40 ppm	60	20,00	1.200,00	602,30	161,00	763,30	436,70	1,57

El Cuadro 14, podemos apreciar el análisis para la relación beneficio costo de la investigación, en el cual señalamos que el T2 (Sorbone * 20 ppm AG), reportó el B/C más bajo con un valor de 1,31 Bs/Bs, contrariamente el T6 (Profundo * 40 ppm AG) mostro un valor de 1,57 Bs/Bs de relación beneficio costo, es decir que por cada boliviano invertido se tiene un ingreso de 0,57 Bs de ganancia.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

Las conclusiones en el comportamiento agronómico de dos variedades de liliun por el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico son las siguientes:

Variedad

- El efecto de la variedad en las variables agronómicas fue: la mayor altura de planta registró la variedad Profundo con 88,92 cm, para las variables diámetro de tallo, número de botones florales y longitud de botón floral no se mostraron diferencias significativas.
- En las variables fenológicas se presentaron diferencias estadísticas en días a la floración y días a la cosecha, la variedad Profundo fue la más precoz reportando promedios de 43,72 días a la floración y 71,97 días a la cosecha. Para los días a la emergencia las variedades no mostraron diferencias significativas.

Nivel de ácido giberélico

- Para las variables agronómicas el nivel de 40 ppm mostró mejor comportamiento estadísticamente respecto al nivel 20 ppm y 0 ppm, con valores promedios de 93,96 cm en altura de planta, 74 mm en diámetro de tallo, 4,67 números de botones florales y para la longitud de botón floral no se mostraron diferencias significativas.
- Para las variables fenológicas el nivel de 40 ppm de ácido giberélico logró reducir los días a la floración y días a la cosecha mostrando valores promedios de 41,45 y 70,8 respectivamente.
- La aplicación de ácido giberélico redujo 10,97 días en la fase floración y 13,01 días.

Interacción:

- En las variables fenológicas la interacción de la variedad profundo con 40 ppm de ácido giberélico mostró más precocidad registrando los 38,28 días en promedio en alcanzar los días a la floración. Para los días a la cosecha la combinación de la

variedad profundo con 20 ppm de ácido giberélico alcanzo un promedio de 64,32 días. En la variable días a la emergencia la interacción de variedad y nivel de ácido giberélico no mostraron diferencias significativas

- Para las variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, numero de botones florales y longitud de botón floral no se mostraron diferencias significativas.

Las conclusiones por el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la producción de liliun es la siguiente:

- Debido a los resultados de las variables altura de planta y días a la cosecha se concluye que el nivel de 40 ppm de ácido giberélico es la dosis más adecuada estadísticamente para la producción de liliun ya que mostró mejores alturas y menores días a la cosecha.

Para las variables económicas:

- El análisis económico realizado, nos permite visualizar la mejor opción a la hora de tomar decisiones, basadas en la tasa de retorno marginal; por lo que en este sentido la producción deja de ser un factor determinante, considerando que el costo de inversión debe ser inferior a los beneficios adicionales. Según el análisis de retorno marginal, la mejor opción es la variedad Sorbonne, que al pasar de 0 ppm a 20 ppm se tiene 2300 % TRM lo que significa que por cada Bs invertido se tiene un beneficio adicional de 23,00 Bs.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Para obtener liliu en menor día para el mercado se recomienda producir la variedad Profundo ya que es una variedad más precoz.
- Se recomienda hacer uso de ácido giberélico con un nivel de 40 ppm para que las plantas de liliu tengan buenas características agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo y número de botón floral, así también reduce los días para la cosecha.
- Para generar mejores resultados en el aspecto económico se recomienda la producción de liliu de la variedad Profundo con 40 ppm de ácido giberélico.
- Se recomienda realizar más investigaciones aplicando ácido giberélico en otros cultivos de importancia ya que en la presente investigación mostró efectos estadísticos de importancia en las variables agronómicas y fenológicas.
- Se recomienda que a la hora de establecer una parcela de investigación se debe tener en cuenta todos los protocolos de la investigación a través de una minuciosa revisión bibliográfica.
- Proseguir con investigaciones similares a esta, evaluando más niveles de ácido giberélico, así también más métodos de aplicación de AG en el cultivo de liliu.
- Se recomienda que a la hora de establecer una parcela de investigación se debe tener en cuenta todos los protocolos de la investigación a través de una minuciosa revisión bibliográfica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- abcAgro. (29 de Mayo de 2012). *Cultivo del Lilium*. Obtenido de <http://www.abcagro.com/flores/flores/lilium.asp>
- AGROACTIVO. (19 de Junio de 2024). *Funciones de las hormonas vegetales*. Obtenido de <https://agroactivocol.com/sin-categoria/funciones-de-las-hormonas-vegetales/>
- Azcon-Bieto, J., & Talon, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología vegetal*. Madrid, España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Belmonte, I. (2011). *Evaluación del efecto de dos distancias de siembra y tres dosis de ácido giberélico en el cultivo de coliflor híbrido (Brassica oleracea L. var. botrytis L.) en ambiente protegido*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Bergmann, B., Dole, J., & MacCall, I. (12 de Junio de 2016). *El ácido giberélico se muestra prometedor para promover la longitud del tallo floral en cuatro flores cortadas cultivadas en el campo*. Obtenido de Tecnología Hortícola: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/26/3/article-p287.xml>
- Buschman, J., & Soriano, G. (2004). *Cultivo del Lilium de calidad*. Horticultura internacional.
- Calfuman, G. (2012). *Efecto de la aplicación de AG (ácido giberélico) en una variedad de lilium híbrido LA, establecido bajo condiciones de invernadero en la región de Araucanía*. Temuco, Chile: Universidad de la Frontera.
- Canaza, J. (2016). *Evaluación agronómica de tres densidades de siembra con dos variedades de Lilium (Lilium sp.) del grupo L/A en ambiente controlado en la localidad de Achocalla*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Chahín, M. G. (2006). *Cultivo del Lilium*. Araucanía, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura.
- Cifuentes, R., Gonzales, B., & Fernandez, H. (2000). *Lilium: Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

- CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica*. Mexico D.F., México.
- Colque, N. (2016). *Efecto de tres tipos de sustratos en dos variedades de Liliun (Lilium sp) en la estación experimental de Cota Cota*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Cuba, J. (2015). *Aplicación de ácido giberélico a diferentes dosis en el botón floral en la producción de rosas de corte (rosa sp) bajo ambiente temperado en el centro experimental de Cota Cota*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Dutch-bulbs. (4 de Junio de 2024). *Lily (Lilium) Sorbonne*. Obtenido de <https://dutch-bulbs.com/es/lily-lilium-sorbonne/>
- Facchinwtti, C., & Marinangeli, P. (2008). *Avances en la producción nacional de bulbos de liliun*. Bahía Blanca, Chile: Universidad Nacional del Sur.
- Flores, m. (2022). *Evaluación de dos variedades de Lilium en maceta (Lilium sp.) empleando dos calibres distintos de bulbo en el centro experimental de Cota Cota*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Fundación Valles. (12 de Septiembre de 2022). *Flores de corte*. Obtenido de <https://fundacionvalles.org/programas-y-proyectos/flores-de-corte/>
- GAMC. (2016). *Plan Territorial de Desarrollo Integral Coroico 2016 - 2020*. La Paz, Bolivia: Gobierno Autónomo Municipal de Coroico.
- Gomez, A. (2011). *Efecto del calcio en el desarrollo de la planta y calidad de la flor de Lilium tiber L. tipo oriental*. Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Google. (10 de Junio de 2024). *Google earth*. Obtenido de https://earth.google.com/web/@-16.18083855,-67.71841505,2070.21699152a,0d,35y,-0.9525h,20.8616t,-0.0017r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Herreros, L. (2000). *Cultivo del liliun, Azucena híbrida*. Madrid, España: Servicio de Extensión Agraria.

- Ibañez, K. (2016). *Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de Lilium (Lilium sp.) en condiciones controladas ante diferentes sustratos en la localidad de Achocalla*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Imbago, J. (2021). *Evaluación de grados día desarrollo en la fenología de variedades de Lilium sp., en la florícola Florisol, San Jose de Minas*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- InfoAgro. (15 de Mayo de 2024). *AGRInova*. Obtenido de El cultivo del Lilium: <https://www.infoagro.com/flores/flores/lilium.htm>
- INTAGRI. (10 de Marzo de 2024). *www.intagri.com*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutrición-vegetal/bioestimulación-de-la-floración-en-cultivo-hortofructícolas?p=registro>
- International Flower Bulbs Centre. (12 de Septiembre de 2007). *Producción de bulbos de flor: Lilium*. Obtenido de <http://www.bulbosdeflor.org>
- Laura, T. (2017). *Comportamiento agronómico de dos variedades de lilium asiático (Lilium sp.) en maceta bajo tres porcentjes de sombra en carpa solar en el centro experimental de Kallutaca*. La Paz, Bolivia: Universidad Pública de El Alto.
- Loomis, J. (24 de Enero de 2011). *Incorporación de cuestiones distributivas en el análisis de costo-beneficio: por qué, cómo y dos ejemplos empíricos que utilizan la valoración no comercial*. Obtenido de <https://ideas.repec.org/a/bpj/jbcacn/v2y2011i1n5.html>
- Montalvo, A., Ortiz, E., Díaz, E., & Morales A. (2018). *Inducción floral en girasol (Helianthus annuus L.) con la aplicación foliar de ácido giberélico*. Puebla, Mexico: Universidad Tecnológica de Tehuacán.
- Montesinos, V., Chain, A., Marquez, J., Ferrada, N., & Ibañes , L. (2007). *Producción de flores cortadas: Cultivo de Lilium*. Santiago, Chile: Saviat Impresiones.
- National Inventory of Natural Heritage. (17 de Mayo de 2024). *Lilium bulbiferum L., 1753*. Obtenido de https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/105979/tab/taxo?lg=en
- Ochoa, R. (2009). *Dieños experimentales*. La Paz, Bolivia: SENAPI.

- Ortis, E., & Larque, A. (1999). *Revista Ciencia y desarrollo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Pañuelas, J., & Filella, I. (2001). *Responses to a warming world*. . Science`s Compass.
- Pei, N.-C., Kress, J., Chen, B.-F., Erickson, D., Wong, K., Zhang, J.-L., . . . Zhang, D.-X. (2015). *Phylogenetic and climatic constraints drive flowering phenological patterns in a subtropical nature reserve*. China: Journal of Plant Ecology, Volume 8 OXFORD ACADEMIC.
- Pineda, M. (2004). *Resúmenes de fisiología vegetal*. Córdoba, España: San Alvaro Imprenta.
- Quispe, M. (2011). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de Liliium (Lilium sp.) en diferentes mezclas de sustratos en tres comunidades del municipio de Combaya - departamento de La Paz*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Ruffoni, B., Mascarell, C., & Savona, M. (2011). *Estrategias para la propagación de Lilium*. Acta Horticulturae.
- Saavedra, S. (2008). *Estructuras de hormonas Vegetales*. Ríobio, Chile: Universidad de Concepción.
- Sanchez, C. (2019). *Estadísticas fenológicas de Lilium sp.*
- Sganzerla, M. (2005). *Flores de bulbo: como cultivarlas*. Barcelona, España: Editorial De Vecchi.
- Shasha, p., Yanchen, L., Xu, Y., Zhao, J., Gao, P., Liu, Q., Yan, S., Xiao, Y. Zuo, S. y Houxiang, K. (2023). *Un estudio de asociación del genoma completo identifica un gen OsPG3 asociado a la altura de la planta en una población de variedades comerciales de arroz*. China: MDPI.
- Torreblanca, G. (2004). *Lilium*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Tribulato, A., & Noto, G. (2011). *Forzando a los lirios orientales y asiáticos a cultivar sin suelo*. Acta Horticulturae.

Villalobos, R. (2013). *Efecto del Biol en el cultivo de liliium (Lillium sp) bajo carpa solar*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

VWS Export - Import of Flowerbulbs BV. (4 de Junio de 2024). *Sorbonne*. Obtenido de <https://www.vws-flowerbulbs.nl/bombilla/692/sorbonne>

Widiastoety, D. (2018). Cultivation of Liliium in Indonesia. *Indonesian Center for Horticultural Research and Development*.

Zapata, L. (2013). *Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberelico en la floración de árboles coffea arábica L. y su impacto frente al cambio climático*. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.

8. ANEXOS

Anexo 1. Determinación de cantidades y precios

Determinación de cantidad de AG				
Nivel AG	mg/L	mg/20 L	3 aplicaciones	g
0 ppm	0	0	0	0
20 ppm	20	400	1200	1,2
40 ppm	40	800	2400	2,4

Determinación de precio de variedades de lilium

Variedad	Precio U. (Bs)
Sorbonne	4,00
Profundo	4,25

Determinación de costo de ácido giberélico

Precio	10 g	1 g
Ácido giberélico (Bs)	25	2,5

Anexo 2. Costos fijos para la producción de 60 plantas de lilium

Item	Unidad	Cantidad	Costo Unit. (Bs)	Total (Bs)
Preparación del terreno				104,30
Acondicionamiento de vivero	Jornal	0,5	70,00	35,00
Preparado de sustrato	Jornal	0,3	70,00	17,50
Llenado de macetas	Jornal	0,5	70,00	35,00
Siembra de bulbos	Jornal	0,2	70,00	16,80
Labores culturales				455,00
Desmalezado	Jornal	2	70,00	140,00
Suministro de riego	Jornal	4	70,00	280,00
Cosecha	Jornal	0,5	70,00	35,00
Insumos				43,00
Ácido giberélico (10 g)	Unidad	0	2,50	0,00
Cascarilla de arroz	Saco	1	10,00	10,00
Arena	Bolsas	1	8,00	8,00
Gallinaza	Saco	1	10,00	10,00
Bolsas para macetas	Paquete	0,6	25,00	15,00
Total (A+B+C)				602,30

Anexo 3. Determinación de costos variables

Costos variables

Tratamiento 1

Sorbonne * 0 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sorbonne	Unid.	20	4,00	80,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	0	70,00	0,00
Ácido Giberélico	g	0	2,50	0,00
Total				80,00

Tratamiento 2

Sorbonne * 20 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sorbonne	Unid.	20	4,00	80,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	1	70,00	70,00
Ácido Giberélico	g	1,2	2,50	3,00
Total				153,00

Tratamiento 3

Sorbonne * 40 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sorbonne	Unid.	20	4,00	80,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	1	70,00	70,00
Ácido Giberélico	g	2,4	2,50	6,00
Total				156,00

Tratamiento 4

Profundo * 0 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Profundo	Unid.	20	4,25	85,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	0	70,00	0,00
Ácido Giberélico	g	0	2,50	0,00
Total				85,00

Tratamiento 5

Profundo * 20 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Profundo	Unid.	20	4,25	85,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	1	70,00	70,00
Ácido Giberélico	g	1,2	2,50	3,00
Total				158,00

Tratamiento 6

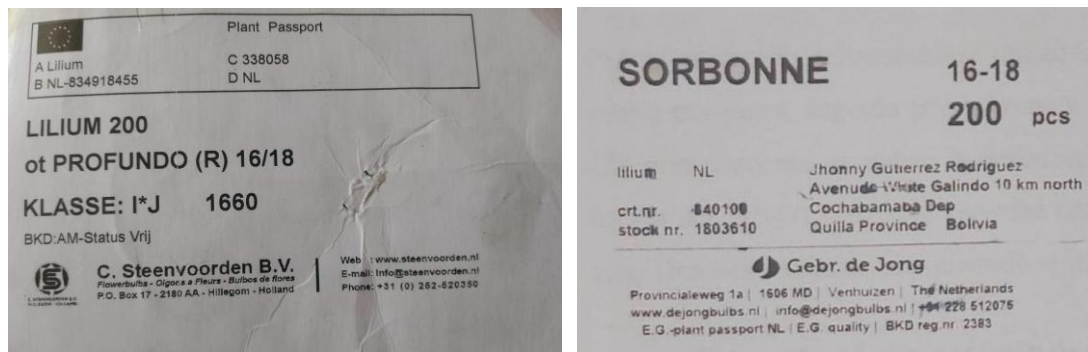
Profundo * 40 ppm

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Profundo	Unid.	20	4,25	85,00
Aplicación de ácido giberélico	Jornal	1	70,00	70,00
Ácido Giberélico	g	2,4	2,50	6,00
Total				161,00

Anexo 4. Bulbos de lilium



Anexo 5. Adquisición del material genético



Anexo 6. Desarrollo del cultivo



Anexo 7. Evaluación en parcela de investigación**Anexo 8. Embolsado de bulbos del lilium****Anexo 9. Ácido gibérelico**

Anexo 10. Labores culturales



Anexo 11. Toma de datos de número de botones florales



Anexo 12. Promedios de variables

ID	Bloque	Variedad	Nivel de AG	Días a la emergencia	Días a la floración	Días a la cosecha	AP 60d (cm)	N de Botones	DT (mm)	LBF (mm)
1	1	Sorbonne	0 ppm	4,86	52,40	84,30	76,5	3,50	6,30	9,76
2	1	Sorbonne	20 ppm	4,88	44,35	77,25	85,85	4,20	7,50	10,68
3	1	Sorbonne	40 ppm	4,96	44,25	75,30	87,85	4,20	7,30	10,97
4	1	Profundo	0 ppm	4,88	53,20	83,30	79,6	4,00	6,40	10,44
5	1	Profundo	20 ppm	4,99	40,30	64,30	87,75	4,30	6,40	10,97
6	1	Profundo	40 ppm	4,96	38,20	68,25	96,35	5,30	7,70	12,54
7	2	Sorbonne	0 ppm	4,93	52,25	84,30	80,00	3,60	6,30	9,89
8	2	Sorbonne	20 ppm	5,00	44,35	77,35	83,5	4,00	7,30	10,30
9	2	Sorbonne	40 ppm	4,93	44,80	75,30	89,55	4,40	7,50	10,97
10	2	Profundo	0 ppm	4,98	52,30	83,30	81,00	3,90	6,50	10,43
11	2	Profundo	20 ppm	5,00	40,25	64,35	89,45	4,50	7,70	12,30
12	2	Profundo	40 ppm	4,91	38,30	68,30	98,75	5,20	7,80	12,53
13	3	Sorbonne	0 ppm	4,89	52,20	84,35	78,7	3,50	6,60	0,68
14	3	Sorbonne	20 ppm	4,92	44,40	77,25	87,65	4,30	7,50	5,30
15	3	Sorbonne	40 ppm	4,97	44,80	75,30	92,05	4,30	7,30	11,03
16	3	Profundo	0 ppm	4,93	52,15	83,30	77,45	3,90	7,20	10,32
17	3	Profundo	20 ppm	4,99	40,40	64,30	90,75	4,20	7,30	11,96
18	3	Profundo	40 ppm	4,93	38,35	68,35	99,2	4,6	6,6	11,28