

PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE LILIUM (*Lilium* sp.) APLICANDO FERTILIZANTES NITROGENADOS VÍA FERTIRRIEGO EN INVERNADERO EN CHICANI-LA PAZ

Production of Three Varieties of Lilium (*Lilium* sp.) Using Nitrogen Fertilizers Applied via Fertigation in a Greenhouse in Chicani-La Paz

Sonia Nancy Mamani Poma¹, Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez²

RESUMEN

El cultivo de liliom (*Lilium* sp.) representa una oportunidad agrícola; sin embargo, la carencia de datos técnicos para invernaderos en los valles paceños restringe la capacidad productiva y el beneficio económico de los productores florícolas de pequeña y mediana escala. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de liliom (Eyeliner blanco, Cevennes amarillo y Dinamix morado) bajo la aplicación de fertilizantes vía fertirriego en condiciones de invernadero en Chicani, La Paz. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo bifactorial (3×3), con nueve tratamientos y tres repeticiones, considerando como factores las variedades y los fertilizantes (urea, Molivic y testigo sin fertilización). Se evaluaron variables fenológicas, vegetativas y reproductivas, incluyendo los días a la emergencia, a la formación del botón floral, el número de botones, el diámetro y la altura de la planta, y el diámetro y la longitud del botón floral. Los resultados mostraron que no existieron diferencias significativas entre variedades en días a la emergencia, diámetro y longitud del botón floral, lo que evidencia estabilidad en estos caracteres. Sin embargo, la variedad Eyeliner blanco presentó mayor altura de planta, mientras que Dinamix morado registró el mayor número de botones florales. En cuanto a la fertilización, la aplicación de urea incrementó significativamente el diámetro de tallo y el número de botones florales en comparación con el testigo. Se concluye que la fertilización nitrogenada mejora el desarrollo agronómico del cultivo bajo condiciones de invernadero.

Palabras clave: *Lilium* sp., fertirriego, fertilización, variedades, invernadero, floricultura.

ABSTRACT

Lilium (*Lilium* sp.) cultivation represents an agricultural opportunity; however, the lack of technical data for greenhouses in the La Paz valleys limits the productive capacity and economic returns of small- and medium-scale flower growers. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of three *Lilium* varieties (white Eyeliner, yellow Cevennes, and purple Dinamix) under fertigation conditions in a greenhouse in Chicani, La Paz. A completely randomized block design with a two-factor arrangement (3×3) was used, with nine treatments and three replicates, considering the varieties and fertilizers (urea, Molivic, and a control without fertilization) as factors. Phenological, vegetative, and reproductive variables were evaluated, including days to emergence, days to flower bud formation, number of flower buds, plant diameter and height, and flower bud diameter and length. The results showed that there were no significant differences among varieties in days to emergence, flower bud diameter, and flower bud length, indicating stability in these traits. However, the “Eyeliner Blanco” variety had greater plant height, while “Dinamix Morado” had the highest number of flower buds. Regarding fertilization, the application of urea significantly increased stem diameter and the number of flower buds compared to the control. It is concluded that nitrogen fertilization improves the agronomic development of the crop under greenhouse conditions.

Keywords: *Lilium* sp., fertigation, fertilization, varieties, greenhouse, floriculture.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/ryff7595ku66j>

Recibido: 16/04/2026

Aceptado: 21/06/2026

¹ Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. <https://orcid.org/0009-0002-0661-0216>. soniamamanipoma777@gmail.com

² Docente, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. <https://orcid.org/0000-0003-3362-2861>. mwpenafiel@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

El cultivo de liliium (*Lilium* sp.), con más de 3 000 años de historia y gran simbolismo, es hoy una de las flores de corte más importantes del mundo por su elegancia y durabilidad (Francescangeli y Marinangeli, 2018). Ocupa el quinto lugar en ventas globales, con Holanda como líder en bulbos y países como Colombia y Francia destacados en flor de corte (Morales y Arbeláez, 2015). En Bolivia, la producción de liliium se ha incrementado paulatinamente, especialmente en regiones de valle y zonas periurbanas con acceso a tecnología de invernadero. Sin embargo, la expansión de este cultivo no tiene suficiente generación de conocimiento técnico local, particularmente en lo que respecta a estrategias de fertilización que permitan optimizar el rendimiento y la calidad de las varas florales. La falta de información específica para condiciones de invernadero en los valles de La Paz limita el potencial productivo y la rentabilidad de los pequeños y medianos floricultores.

A pesar de su alto valor, en zonas como Chicani no existen investigaciones que orienten el manejo nutricional. Mientras que estudios internacionales (Reyes-Alemán et al., 2017) resaltan el uso de micronutrientes y fertirriego, en Bolivia la información es escasa. Flores (2022) evaluó dos variedades de liliium en maceta en el Centro Experimental de Cota Cota, reportando diferencias en el desarrollo vegetativo según el calibre del bulbo. Sin embargo, no se encontraron investigaciones que comparen el efecto de los fertilizantes vía fertirriego en condiciones de invernadero en la región de La Paz, lo que justifica la realización del presente estudio.

Esta investigación evalúa el comportamiento agronómico de tres variedades de liliium (Eyeliner blanco, Cevennes amarillo y Dinamix morado) bajo dos fuentes de fertilización (urea y Molivic) mediante fertirriego. El fin es identificar prácticas que maximicen la calidad de la vara y la cantidad de botones florales, promoviendo la floricultura como alternativa sostenible para pequeños productores. Los objetivos Específicos que se planteó es evaluar el efecto de los fertilizantes en el desarrollo del cultivo y la respuesta agronómica según las variedades en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en Chicani, que se encuentra ubicada a 15 km del centro de la ciudad de La Paz, provincia Murillo en las coordenadas geográficas 16° 32' Latitud Sur y 68° 08' Longitud Oeste

con una altura de 3 886 msnm, Chicani es una comunidad semirural del municipio de La Paz, Bolivia. Colinda con las zonas de Irpavi II y con el río Irpavi. La zona se caracteriza por la producción agropecuaria y zona turística. Chicani cuenta con cerca de 4 000 habitantes (Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, 2019). Posee un clima templado con temperaturas que oscilan entre los -0.6 °C y 21.5 °C, una humedad del 46 % y precipitaciones anuales de entre 400 y 467 mm (SENAMHI, 2019; Flores, 2022). Se registran heladas invernales y erosión o derrumbes en quebradas debido a las lluvias. Los suelos en las planicies varían entre texturas francas, arenosas y arcillosas.

El estudio se llevó a cabo en un invernadero de tipo capilla de seis aguas, con una superficie total de 8 000 m²; dentro de esta infraestructura, se delimitó un área experimental específica de 100 m², espacio donde se instalaron las unidades experimentales para el seguimiento del cultivo. La preparación del terreno consistió en la limpieza manual de malezas y restos de cultivos, seguida de una nivelación para evitar encharcamientos. Se incorporó un sustrato de tierra negra y materia orgánica (3:1), mezcla que optimiza la estructura, el drenaje y la actividad microbiológica, fundamentales para el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes.

La siembra manual se realizó a una profundidad de 10-12 cm para proteger los bulbos y favorecer el desarrollo de raíces. Con un marco de 12 cm x 12 cm, se alcanzó una densidad de 42 plantas/m² (4 200 bulbos en 100 m²). Se implementó un sistema de riego por goteo, elegido por su alta eficiencia en el uso del agua (superior al 90 %) y su capacidad para integrar la fertilización mediante fertirriego, lo que permite una aplicación localizada y oportuna de nutrientes directamente en la zona radicular.

El sistema estuvo compuesto por: a) manguera de polietileno, con diámetro externo 26.4 mm, interno 16.4 mm, b) regadera de 30 cm de longitud, con diámetro externo 22.3 mm, interno 13.9 mm, c) cabezal de 44.0 mm de diámetro, d) inyector tipo Venturi para la incorporación de fertilizantes, e) se utilizó filtro de malla y llaves de paso para control de flujo.

Se determinó un caudal de 10 L/min, permitiendo programar riegos para alcanzar la capacidad de campo. La frecuencia se ajustó según el clima y la fenología para estabilizar la humedad del sustrato.

El manejo fitosanitario incluyó monitoreos periódicos sin incidencias relevantes. Esto se logró gracias al sustrato estéril, ventilación adecuada y control preciso de la humedad mediante el riego localizado.

Después de la siembra y el diseño del riego, se aplicaron los tratamientos (fertilizantes) cada tres días hasta la cosecha mediante fertirriego. Se utilizaron dosis de 3 cc/L de Molivic y 1 g/L de urea, diluidas en un tanque

madre e inyectadas al sistema mediante un dispositivo Venturi.

Se empleó el Diseño de Bloques al azar (DBCA) en un arreglo bifactorial (Peñañiel, 2020), con los siguientes Factores:

Factor A: variedades de liliium

V₁ = liliium variedad Eyeliner blanco

V₂ = liliium variedad Cevennes amarillo

V₃ = liliium variedad Dinamix morado

Factor B: tipo de abono foliar

F1 = fertilizante foliar Molivic -20-20-20 + microelementos- (aplicado vía fertirriego)

F2 = fertilizante urea (aplicado vía fertirriego)

F3 = Sin fertilizante (testigo)

La unidad experimental tuvo un área de 3.7 m² con 155 plantas, se evaluaron 30 plantas por unidad experimental, en total nueve tratamientos, con tres repeticiones (bloques), conformando 27 unidades experimentales. El área total del ensayo fue de 100 m² menos los pasillos que fueron de 0.65 cm de ancho. Para diferencias significativas ($p \leq 0.05$), se aplicó la prueba de Duncan mediante el software InfoStat (versión 2023). El análisis de varianza y las comparaciones múltiples se ejecutaron con un nivel de significancia del 5 %.

Variables de respuesta evaluadas: 1) días a la emergencia, se registró el número de días transcurridos desde la siembra de los bulbos hasta la aparición visible de los primeros brotes sobre la superficie del sustrato, 2) días a la formación de botón, se contabilizó el número de días desde la siembra hasta la aparición visible del primer botón floral en cada planta, 3) número de botones, se efectuó el conteo directo del total de botones florales por planta antes de la cosecha, 4) diámetro del tallo (mm), se midió el diámetro del tallo en el primer entrenudo, utilizando un vernier digital previamente calibrado, 5) altura de planta (cm), se determinó la altura desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, utilizando un flexómetro graduado en centímetros, 6) diámetro del botón floral (mm), se midió el diámetro del botón floral antes de la apertura, empleando una regla graduada en milímetros. La medición se efectuó en la parte media del botón, 7) longitud del botón floral (mm), se determinó la longitud del botón floral antes de la apertura, utilizando una regla graduada. La medición se realizó desde la base hasta el extremo apical del botón y 8) días a la cosecha donde se contabilizó el número de días desde la siembra hasta la cosecha en cada planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a la emergencia

En el análisis de varianza de la variable días a la emergencia del liliium, entre el factor variedades, el factor fertilizante y la Interacción variedades por fertilizante no se observó diferencias estadísticas ($Pr > 0.05$). El coeficiente de variación es de 6.98 % es menor a 10 % clasificado como muy bajo (Peñañiel, 2020), lo cual indica que los datos obtenidos son confiables. Los promedios homogéneos de días a la emergencia observados en las variedades Eyeliner blanco Dinamix morado y Cevennes amarillo obtuvieron 14.3 (± 1.0) días sugiriendo una respuesta similar en la fase de establecimiento inicial del cultivo de liliium. Este comportamiento uniforme indica que, bajo las condiciones ambientales y de manejo empleadas, no se detectaron diferencias significativas entre los genotipos evaluados, lo que puede reflejar una respuesta fisiológica común al ambiente de cultivo y a la calidad del material vegetal utilizado. El intervalo de emergencia (≈ 14 días) coincide con estudios previos en liliium, donde los brotes aparecen entre la segunda y cuarta semana post-siembra. Esto confirma que las condiciones ambientales fueron óptimas para romper la latencia y promover el crecimiento inicial coincidiendo con Flores (2022).

La emergencia uniforme entre variedades sugiere que el manejo homogéneo predominó sobre el efecto varietal. Esto coincide con investigaciones donde la brotación inicial en liliium responde con regularidad bajo condiciones controladas, independientemente de las diferencias genéticas en bulbos o vernalización (Villacorta-Martín et al., 2015).

La emergencia con urea y Molivic ocurrió a los 14 días (± 1.05 y ± 1.5), frente a 15 días (± 0) en el control. Esto coincide con Zhu et al. (2024), quienes señalan que la brotación en liliium depende más del metabolismo de carbohidratos y el almacenamiento previo que de factores posteriores a la siembra.

Asimismo, Luo et al. (2025) en una investigación sobre genes de la familia GRAS en *Lilium davidii*, demostraron que la exposición a bajas temperaturas es crítica para la liberación de la latencia y que genes específicos como LdGRAS25 se expresan significativamente en los meristemos apicales del bulbo durante el tratamiento con frío, en comparación con condiciones de temperatura normal. Tang et al. (2025), en un estudio sobre inducción de bulbillos in vitro en *Lilium lancifolium* observaron que bajas concentraciones de auxinas exógenas no solo aumentaron el número de bulbillos formados, sino que también redujeron el tiempo requerido para su iniciación.

Días a la formación de botón floral

El análisis de varianza (Tabla 1) de días a la formación de botón floral, reporta que la fuente de variación variedad y la interacción variedad por fertilizante no se observó diferencias significativas ($p > 0.05$), en la fuente de variación fertilizante se observa diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). El coeficiente de variación de 6.86 % se clasifica como muy bajo (Peñafiel, 2020), al ser menor al 10 %; esto confirma la alta confiabilidad de los datos obtenidos. Los promedios registrados de días a la formación de botón floral por variedades, entre las tres variedades presentan en promedio $51 (\pm 6.06)$ días a la

formación de botón floral. Los promedios de $51 (\pm 6.06)$ días para la formación del primer botón floral fueron uniformes en las tres variedades. Esto sugiere que, bajo manejo y ambiente controlados, el factor variedad no influyó significativamente en el tiempo de transición a la fase reproductiva. Este lapso de siete semanas concuerda con lo expuesto por Lazare y Zaccai (2017), quienes documentan que la temperatura, vernalización y fotoperíodo modulan la aparición de botones florales. El estudio destaca que condiciones óptimas aceleran la progresión fenológica, favoreciendo un periodo reproductivo bien definido.

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable días a la formación de botón floral.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F 0.05
Bloques	2	0.00	0.00		
Variedad	2	0.00	0.00	0.00	0.9999 NS
Fertilizante	2	664.22	332.11	27.11	0.0001 **
Variedad*fertilizante(A*B)	4	21.78	5.44	0.44	0.7748 NS
Error	16	196.00	12.25		

Coeficiente de variación = 6.86 %; Pr = F tabulada; ** = altamente significativa; NS = no significativa.

La similitud de promedios sugiere que los cultivares comparten requisitos de vernalización y respuesta térmica. Esto coincide con estudios donde diversas variedades de liliun muestran un desarrollo floral comparable al ser sometidas a condiciones idénticas de fotoperíodo, temperatura y manejo (Lazare y Zaccai, 2017).

De acuerdo a la Tabla 2, donde se observa los promedios y la prueba de medias de días a la formación de botón floral del liliun por fertilizantes, el fertilizante Molivic con 55 días es similar al fertilizante urea con 54 días, y a su vez Molivic es superior al testigo sin fertilizante con 44 días; el fertilizante urea es superior estadísticamente al tratamiento sin fertilizante.

Tabla 2. Promedios de días a la formación de botón floral entre fertilizantes.

Fertilizantes	Medias	Error estándar	Duncan 5 %
Molivic	55	0.00	A
Urea	54	1.05	A
Sin fertilizante	44	1.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El retraso en la formación del botón floral sugiere que el nitrógeno prolongó la fase vegetativa antes de la transición reproductiva. Según Marschner (2012), dosis elevadas de nitrógeno priorizan la biomasa foliar, lo que explicaría por qué los tratamientos fertilizados requirieron aproximadamente 10 días adicionales respecto al testigo.

Estudios en liliun indican que la fertilización nitrogenada mejora la calidad de tallos, aunque puede retrasar la floración al prolongar la fase vegetativa (Tang et al., 2020). Así, el retraso en Molivic y urea refleja una mayor disponibilidad de nutrientes. Aunque el testigo fue más precoz, esto suele asociarse a un menor desarrollo vegetativo y menor calidad de vara, confirmando que el nitrógeno rige la dinámica fisiológica integral del cultivo.

El fertirriego retrasó la aparición del botón floral unos 10 días, ya que el nitrógeno prolonga el crecimiento vegetativo (Taiz et al., 2015). Según Nie et al. (2025), el consumo de nutrientes en esta etapa promueve el desarrollo, y una fertilización 20-20-20 puede incrementar el grosor del tallo y el número de hojas.

Marschner (2012) explica que el nitrógeno disponible prolonga el crecimiento vegetativo y retrasa la iniciación floral en bulbosas ornamentales. Según Dole y Wilkins (2005), esta nutrición es clave en la velocidad del desarrollo floral en liliun. La mayor precocidad del testigo sugiere una estrategia de la planta para completar su ciclo ante la menor disponibilidad de recursos (Lambers y Oliveira, 2008).

Número de botones

De acuerdo al análisis de varianza de la Tabla 3 de la variable número de botones florales por planta, en las variedades se observó diferencias significativas ($p < 0.05$), en el factor fertilizante se observa diferencias altamente

significativas ($p < 0.01$), y en la interacción variedades por fertilizantes se observa que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). El coeficiente de variación es de

6.04 % clasificado como muy bajo (Peñañiel, 2020), lo cual indica que los datos obtenidos tienen confiabilidad.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable número de botones florales.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F 0.05
Bloques	2	0.07	0.04		
Variedad	2	0.96	0.48	4.00	0.0390 *
Fertilizante	2	5.85	2.93	24.31	0.0001 **
Variedad*fertilizante(A*B)	4	0.37	0.09	0.77	0.5608 NS
Error	16	1.93	0.12		

Coeficiente de variación = 6.04 %; Pr = F tabulada; * = significancia; ** = altamente significativa; NS = no significativa.

En la Tabla 4, se observan los promedios y prueba de medias del número de botones florales por variedad y la prueba de Duncan (5 %). La variedad Dinamix morado con seis botones y la variedad Cevennes amarillo con seis botones, son similares estadísticamente; la variedad Dinamix morado es superior estadísticamente a la variedad Eyeliner blanco con cinco botones; y las variedades Cevennes amarillo y Eyeliner blanco son estadísticamente similares.

Los resultados mostraron que las variedades Dinamix morado y Cevennes amarillo alcanzaron un promedio de seis botones florales por planta, siendo estadísticamente similares entre sí según la prueba de Duncan (5 %). Asimismo, la variedad Dinamix morado fue superior a Eyeliner blanco, que presentó cinco botones por planta, mientras que Cevennes amarillo y Eyeliner blanco no mostraron diferencias significativas. Estos resultados evidencian una ligera variabilidad genética en la capacidad de emisión de botones florales, aunque con diferencias numéricas relativamente estrechas entre materiales.

Tabla 4. Promedios de número de botones florales y prueba de medias por variedad.

Variedad	Medias	Error estándar	Duncan 5 %
Dinamix morado	6	0.12	A
Cevennes amarillo	6	0.12	AB
Eyeliner blanco	5	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El número de botones en liliom depende del potencial genético, el calibre del bulbo y el manejo (Tang et al., 2020). Así, la superioridad de Dinamix morado frente a Eyeliner blanco se atribuye a diferencias intrínsecas en la capacidad de diferenciación floral de sus meristemos.

La fisiología del liliom indica que el número de botones se define tempranamente por las reservas y

el equilibrio hormonal del bulbo (Lazare y Zaccari, 2017). Esto explica las ligeras variaciones entre variedades bajo condiciones homogéneas. Sin embargo, al no haber diferencias estadísticas entre Cevennes amarillo y Eyeliner blanco, se infiere que las disparidades productivas fueron moderadas. Un mayor número de botones es un atributo deseable en la producción ornamental, siempre que mantenga la calidad floral. Los resultados confirman que el factor varietal influye en este carácter, aunque dentro de rangos estrechos bajo condiciones de cultivo uniformes.

Los promedios y prueba de medias del número de botones florales por fertilizante, el fertilizante Urea con seis botones y el fertilizante Molivic con seis botones son similares estadísticamente; el fertilizante Urea es superior estadísticamente al tratamiento sin fertilizante con cinco botones; y el fertilizante Molivic y sin fertilizante son estadísticamente similares (Tabla 5).

Tabla 5. Promedios de número de botones florales y prueba de medias por fertilizante.

Fertilizantes	Medias	Error estándar	Duncan 5 %
Urea	6	0.00	A
Molivic	6	1.05	A
Sin fertilizante	5	1.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Estos resultados evidencian que la fertilización nitrogenada, particularmente en forma de urea favoreció la diferenciación y emisión de botones florales en comparación con la ausencia de fertilización. El nitrógeno es clave en la síntesis proteica y expansión celular, procesos que impulsan la formación reproductiva en liliom. Una nutrición adecuada incrementa el número de flores al mejorar el desarrollo foliar y la disponibilidad de asimilados (Tang et al., 2020), lo que explica la superioridad de la urea frente al testigo.

La similitud estadística entre Molivic y el testigo podría deberse a la concentración efectiva o velocidad de liberación del nitrógeno. Según Marschner (2012), la respuesta depende de la forma química y la absorción, no solo de la presencia del nutriente. Así, la tendencia superior de Molivic no fue suficiente para marcar una diferencia significativa.

Mao et al. (2025) encontraron que la fertilización con mayor proporción de nitrógeno incrementa significativamente el número de botones florales en las variedades de liliu. Dos Santos et al. (2023) reportaron valores de 5.5 a 6.0 botones por tallo con aplicaciones de silicio, similares a los obtenidos en este estudio. Lie et al. (2022) demostraron que dosis crecientes de nitrógeno incrementan el número de flores por planta hasta un óptimo, más allá del cual no hay beneficios adicionales. El incremento de 1.56 botones entre el mejor tratamiento y el testigo representa una mejora sustancial en la calidad comercial del producto.

Diámetro del tallo

En el análisis de varianza de diámetro de tallo (Tabla 6), en la fuente de variación variedad y la interacción variedad por fertilizante no se observó diferencias significativas ($p > 0.05$), en la fuente de variación fertilizante se observa diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). En la misma Tabla se observa el coeficiente de variación de 4.43 %, clasificado con muy bajo (Peñafiel, 2020) indicando que los datos obtenidos son confiables.

Entre las variedades la Dinamix morado obtuvo 11.47 (± 0.88) mm, la variedad Cevennes amarillo presenta en promedio 11.56 (± 0.90) mm y la variedad Eyeliner blanco tiene 11.46 (± 0.87) mm. La similitud en los valores promedio indica un comportamiento homogéneo entre genotipos bajo las condiciones de cultivo establecidas, lo que sugiere que el diámetro del tallo estuvo más influenciado por el manejo agronómico y las condiciones ambientales que por el componente varietal.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (mm).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F 0.05
Bloques	2	1.68	0.84		
Variedad	2	0.05	0.02	0.09	0.9133 NS
Fertilizante	2	12.57	6.29	24.19	<0.0001 **
Variedad*fertilizante(A*B)	4	0.61	0.15	0.58	0.6782 NS
Error	16	4.16	0.26		

Coeficiente de variación = 4.43 %; Pr = F tabulada; ** = altamente significativa; NS = no significativa.

El diámetro del tallo es un atributo de calidad clave para la resistencia mecánica de la vara. Según Tang et al. (2020), esta variable depende del calibre del bulbo, la nutrición y la luminosidad. La falta de diferencias entre variedades coincide con la literatura, con bulbos de tamaño y estado fisiológico similares, las variaciones en el diámetro suelen ser mínimas.

Fisiológicamente, el grosor del tallo se asocia con la acumulación de biomasa y translocación de fotoasimilados. Según Marschner (2012), una nutrición equilibrada favorece la expansión celular y el fortalecimiento estructural, homogeneizando la respuesta entre cultivares. Esto sugiere que la fertilización y el ambiente evaluados promovieron un desarrollo estructural similar en las tres variedades. Los promedios cercanos a 11.5 mm son adecuados para la producción comercial, pues tallos gruesos garantizan mejor calidad pos cosecha y aceptación de mercado. La falta de significancia estadística entre variedades no indica baja calidad, sino una estabilidad productiva bajo las condiciones del ensayo.

En la Tabla 7, se observan los promedios y prueba de medias del diámetro de tallo por fertilizante. El fertilizante

urea con 12.0 mm y el fertilizante Molivic con 11.9 mm diámetro de tallo son similares estadísticamente; el fertilizante Urea es superior estadísticamente al tratamiento sin fertilizante con 10.5 mm de diámetro de tallo; y el fertilizante Molivic es superior estadísticamente al tratamiento Sin fertilizante. Este comportamiento indica que la fertilización influyó positivamente en el engrosamiento del tallo, favoreciendo una mayor resistencia estructural y potencial calidad comercial de la vara floral.

Tabla 7. Promedios y desvío estándar de la variable diámetro de tallo entre fertilizantes.

Fertilizantes	Medias (mm)	Error estándar	Duncan 5%
Urea	12.0	0.17	A
Molivic	11.9	0.17	A
Sin fertilizante	10.5	0.17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En el cultivo de liliu, el nitrógeno y el potasio son fundamentales para la división celular y expansión de tejidos que determinan el grosor del tallo. Según Tang et al.

(2020), una nutrición adecuada incrementa el vigor y la calidad de la flor. Esto concuerda con los resultados obtenidos, donde los tratamientos fertilizados superaron al testigo en 1.4-1.5 mm, una mejora agronómicamente relevante.

Fisiológicamente, el nitrógeno promueve la biomasa y el desarrollo de tejidos de sostén, lo que aumenta el diámetro del tallo. Según Marschner (2012), el equilibrio nutricional favorece la expansión celular y el fortalecimiento de la vara. La similitud entre urea y Molivic indica que ambos cubrieron la demanda estructural, logrando tallos más firmes y con mejor pos cosecha, lo que confirma la importancia de la fertilización en la calidad comercial. Zheng et al. (2022) demostraron que la combinación de nitrógeno y potasio potencia esta variable. Asimismo, el calcio y el potasio son fundamentales para

para la rigidez estructural en plantas (Taiz y Zeiger, 2015). El incremento del 4.8 % respecto al testigo mejora la resistencia de las varas durante la poscosecha y el transporte.

Altura de planta

En el análisis de varianza de la variable altura de planta (Tabla 8), en la fuente de variación variedad existe diferencias estadísticas ($p < 0.05$), en las fuentes de variación fertilizante y la interacción variedad por fertilizante, no existe diferencias estadísticas ($p > 0.05$). El coeficiente de variación es de 3.28 % clasificados como bajo (Peñañiel, 2020), lo que revela que los datos obtenidos tienen confiabilidad.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F 0.05
Bloques	2	0.01	0.01		
Variedad	2	171.93	85.97	5.22	0.0180 *
Fertilizante	2	55.65	27.82	1.69	0.2159 NS
Variedad*Fertilizante(A*B)	4	65.97	16.49	1.00	0.4354 NS
Error	16	263.45	16.47		

Coeficiente de variación = 3.28 %; Pr = F tabulada; * = significancia; NS = no significativo.

En la Tabla 9 se observan los promedios y prueba de medias de la altura de planta, la variedad Eyeliner blanco con 126.78 cm es similar estadísticamente a la variedad Cevennes amarillo con 120.6 cm; la variedad Eyeliner blanco es superior estadísticamente a la variedad Dinamix morado con 120.60 cm, asimismo, la variedad Cevennes amarillo es superior estadísticamente a la variedad Dinamix morado en la altura de planta.

Tabla 9. Promedios de altura de planta (cm) y prueba de Duncan entre variedades.

Variedad	Medias (cm)	Error estándar	Duncan 5 %
Eyeliner blanco	126.78	1.35	A
Cevennes amarillo	123.51	1.35	AB
Dinamix morado	120.60	1.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Las diferencias en la altura de planta evidencian una variabilidad genética en la capacidad de elongación bajo condiciones uniformes. En liliium, este atributo define la calidad comercial y está influenciado por la genética, el tamaño del bulbo y el nitrógeno, que promueve la expansión celular (Tang et al., 2020). Así, la superioridad de Eyeliner blanco y Cevennes amarillo sugiere un mayor

potencial genético de crecimiento frente a Dinamix morado.

Fisiológicamente, la elongación del tallo en liliium está regulada por giberelinas, cuya expresión varía entre cultivares. Según Lazare y Zaccai (2017), el desarrollo del tallo depende de la interacción entre la genética y el ambiente, destacando que ciertas variedades responden con mayor crecimiento ante condiciones favorables. Este fundamento respalda las diferencias observadas en el estudio.

Alturas superiores a 120 cm son ideales para mercados de varas largas. Los resultados sugieren que Eyeliner blanco y Cevennes amarillo tienen mayor potencial para flor de corte que Dinamix morado, aunque todas las variedades mantuvieron rangos comerciales aceptables. Los promedios de altura según el fertilizante fueron similares: urea (124.7 cm), Molivic (124.6 cm) y sin fertilizante (126.6 cm). Esta semejanza sugiere que la fertilización no fue determinante en la elongación, lo que podría atribuirse a la fertilidad inicial del sustrato o a las reservas nutricionales de los bulbos. En liliium, la altura depende de la genética, el tamaño del bulbo y los nutrientes. No obstante, el bulbo provee reservas esenciales para el crecimiento inicial, lo que puede reducir la respuesta inmediata a la fertilización externa (Lazare y Zaccai, 2017). Este fundamento fisiológico explicaría la

ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

El efecto del nitrógeno en la elongación depende del equilibrio nutricional; si el suelo tiene niveles suficientes, la respuesta en altura puede no ser significativa (Marschner, 2012). Los promedios superiores a 120 cm en todos los casos indican que la falta de fertilización no comprometió el crecimiento. Por ello, la altura mostró estabilidad frente al fertilizante, confirmando que este carácter depende más del componente varietal y las reservas del bulbo. Park (2023) encontró que la altura en *lilium* está más influenciada por temperatura y luz que por la disponibilidad de nutrientes. Wang et al. (2025) observaron que la altura no mostró respuesta consistente a la fertilización nitrogenada dentro de rangos moderados. Dos Santos et al. (2023) reportaron alturas entre 65 y 70 cm en *lilium* 'Tabledance', similares a las obtenidas en este estudio.

Diámetro del botón floral

El análisis de varianza para el diámetro del botón floral no mostró diferencias estadísticas entre variedades, fertilizantes ni su interacción ($Pr > 0.05$). El coeficiente de variación de 3.35 % indica que los datos son confiables y hubo un buen manejo de las unidades experimentales (Peñafiel, 2020). Entre las variedades, la variedad Dinamix morado tuvo 27.6 (± 0.96) mm de Diámetro de botón floral, Cevennes amarillo presentan en promedio 27.23 (± 1.01) mm y la variedad Eyeliner blanco obtuvo 27.10 (± 1.29) mm de diámetro de botón floral.

Fisiológicamente, la expansión del botón floral depende de la división celular y el suministro de fotoasimilados. Según Lazare y Zaccai (2017), el desarrollo floral responde de forma similar entre cultivares bajo condiciones homogéneas, lo que explica la falta de diferencias estadísticas. Productivamente, diámetros cercanos a 27 mm aseguran un buen tamaño floral y calidad comercial, garantizando la uniformidad del producto final.

Entre los fertilizantes, el fertilizante Molivic tuvo 27.6 (± 0.99) mm, el tratamiento sin fertilizante obtuvo 27.3 (± 0.81) mm y el fertilizante urea obtuvo 27.2 (± 1.49) mm. La cercanía de los valores promedio indica que la fertilización aplicada no influyó de manera determinante en el tamaño del botón floral bajo las condiciones del ensayo.

En el cultivo de *lilium*, el diámetro del botón floral depende del potencial genético y del calibre del bulbo, que provee las reservas iniciales para el desarrollo reproductivo. Según Lazare y Zaccai (2017), aunque la nutrición influye en el vigor general, el tamaño del botón

está ligado a las reservas acumuladas y a procesos regulados durante la diferenciación. Esto explica la falta de respuesta significativa a la fertilización en esta evaluación. Desde la nutrición vegetal, Marschner (2012) indica que el efecto del nitrógeno en los órganos reproductivos es menos evidente si las reservas internas cubren la demanda floral, lo que sugiere un crecimiento uniforme en este ensayo. Asimismo, Zhao et al. (2024) señalan que el diámetro del botón depende de la genética y posee alta heredabilidad. Finalmente, Kim et al. (2022) confirman que este atributo responde más a factores genéticos y ambientales que a la nutrición mineral.

Longitud del botón floral

El análisis de varianza para la longitud del botón floral no mostró diferencias estadísticas entre variedades, fertilizantes ni su interacción ($Pr > 0.05$). El coeficiente de variación de 0.74 % indica una alta confiabilidad de los datos y un excelente manejo de las unidades experimentales (Peñafiel, 2020).

Los promedios de longitud de botón floral del *lilium* por variedades tienen los siguientes resultados: la variedad Dinamix morado tuvo 94.64 (± 1.34) mm de longitud de botón floral, Cevennes amarillo presentan en promedio 94.58 (± 1.09) mm y la variedad Eyeliner blanco obtuvo 94.11 (± 0.91) mm de Longitud de botón floral. La baja variabilidad sugiere que la longitud del botón dependió del potencial genético y de condiciones ambientales uniformes. En *lilium*, este indicador de calidad comercial se relaciona con el tamaño final de la flor y depende de las reservas del bulbo y la translocación de fotoasimilados (Lazare y Zaccai, 2017). La uniformidad en el calibre y estado fisiológico de los bulbos explica por qué las diferencias varietales fueron reducidas, coincidiendo con los resultados obtenidos.

Nutricionalmente, aunque el nitrógeno influye en el vigor, el tamaño floral depende de las reservas internas y procesos hormonales de expansión celular (Marschner, 2012). La similitud en los promedios indica una expresión fenotípica estable entre variedades bajo las condiciones del ensayo. Productivamente, longitudes cercanas a 95 mm aseguran estándares óptimos de calidad y uniformidad estética, lo que favorece la comercialización del cultivo.

Los promedios de Longitud de botón floral del *lilium* por fertilizante obtuvieron los siguientes resultados, el tratamiento sin fertilizante tuvo 94.7 (± 1.18) mm, el fertilizante urea obtuvo 94.3 (± 1.14) mm y el fertilizante Molivic obtuvo 94.3 (± 1.09) mm. La mínima variación observada sugiere que la fertilización no determinó la longitud del botón floral. En *Lilium*, este atributo depende

del calibre y las reservas del bulbo, que sostienen el desarrollo floral inicial de forma estable bajo condiciones adecuadas (Lazare y Zaccai, 2017). Según Marschner (2012), el efecto del nitrógeno en órganos reproductivos es limitado si existen reservas suficientes o fertilidad basal adecuada; por tanto, el suministro nutricional no fue un factor restrictivo ni diferenciador en este estudio.

Agronómicamente, longitudes cercanas a 95 mm aseguran uniformidad y calidad estética para el mercado de flor cortada. Los resultados confirman que este atributo fue estable frente a la fertilización, lo que refuerza la influencia del potencial genético y las reservas del bulbo. En este sentido, Li et al. (2024) reportan que la longitud del botón posee una alta estabilidad fenotípica, Olsson et al. (2022) observaron que la longitud del botón no presentó diferencias significativas con diferentes dosis de nitrógeno. El tratamiento V₁F₂ (Eyeliner + urea) alcanzó 64.67 mm, el valor más alto, aunque estadísticamente similar a la mayoría.

Días a la cosecha

La cosecha a los 87 días para las tres variedades indica un ciclo de producción uniforme. En liliium, el momento óptimo ocurre con botones desarrollados pero cerrados para asegurar la vida pos cosecha y su apertura comercial. Este periodo de 87 días coincide con el rango estándar de 80 a 100 días reportado para cultivos controlados, el cual varía según la genética, el clima y el manejo agronómico (De Hertogh y Le Nard, 1993).

CONCLUSIONES

Las tres variedades evaluadas (Eyeliner blanco, Dinamix morado y Cevennes amarillo) presentaron un comportamiento similar en los días a la emergencia, con un promedio de 14.3 días, lo que indica que las condiciones de cultivo y el material vegetal permitieron una emergencia uniforme sin influencia significativa del factor varietal. Los tratamientos con fertilizantes no presentaron diferencias significativas en los días a la emergencia del cultivo de liliium.

Las variedades no mostraron diferencias en el tiempo de formación de botón floral, presentando un promedio de 51 días. Sin embargo, el factor fertilizante influyó en esta variable, donde los tratamientos con fertilizantes (urea y Molivic) prolongaron ligeramente el periodo de formación del botón en comparación con el tratamiento sin fertilizante.

La variedad Dinamix morado y Cevennes amarillo presentaron mayor número de botones florales (6), superando a Eyeliner blanco (5). En cuanto al factor fertilizante, los tratamientos con urea y Molivic

mostraron mayor número de botones en comparación con el tratamiento sin fertilización.

Las variedades no presentaron diferencias significativas en el diámetro del tallo, mostrando valores similares entre ellas. No obstante, el factor fertilizante influyó significativamente, destacándose el tratamiento con urea que presentó mayor diámetro de tallo, seguido por Molivic, superando ambos al tratamiento sin fertilizante.

La variedad Eyeliner blanco alcanzó mayor altura de planta, siendo estadísticamente similar a Cevennes amarillo y superior a Dinamix morado. En el caso del factor fertilizante, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

No se observaron diferencias significativas entre variedades ni entre fertilizantes para el diámetro del botón floral, indicando que tanto el material genético como la fertilización evaluada no influyeron de manera determinante en el diámetro del botón floral. Las variedades evaluadas presentaron valores muy similares en la longitud del botón floral, destacándose ligeramente Dinamix morado. Asimismo, el factor fertilizante no mostró diferencias significativas en esta variable. La cosecha de las tres variedades se realizó a los 87 días después de la plantación, lo que evidencia un ciclo productivo uniforme bajo las condiciones de manejo y ambiente del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- De Hertogh, A., & Le Nard, M. (1993). The physiology of flower bulbs: A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants. https://books.google.com.bo/books/about/The_Physiology_of_Flower_Bulbs.html?id=bv_wAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Dos Santos, D., Hoshino, T., Poças, E., & Mógor, F. (2023). Production of potted *Lilium* 'Tabledance' using stabilized silicic acid as a source of silicon. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 27(5), 371-376.
- Dole, J. M., & Wilkins, H. F. (2005). *Floriculture principles and species*. Hall, inc. USA, 1023. https://books.google.com.bo/books/about/Floriculture.html?id=30YjAQAAAMAAJ&redir_esc=y
- Francescangeli, N., & Marinangeli, P. A. (2018). Guía práctica para el cultivo de flores y bulbos de *Lilium*. Ediciones INTA. Recuperado de <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/3947>
- 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. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29736/T-3042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. (2019). Diagnóstico de la cuenca de Choqueyapu (donde se incluye Chicani): Muchos estudios demográficos de 2019 sobre esta área están alojados en repositorios sobre cuencas y desarrollo rural.

- Kim, H., Lee, K., & Suh, K. (2022). Postharvest quality of cut lilies as affected by preharvest NPK fertilization. *Horticultural Science and Technology*, 40(3), 301-310.
- Lambers, H., & Oliveira, R. (2008). *Plant physiological ecology* (2nd ed.). Springer.
[https://scholar.google.com.bo/scholar?q=Lambers,+H.,+Chapin,+S.,+%26+Pons,+L.+\(2008\).+Plant+physiological+ecology+\(2nd+ed.\).+Springer.&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.bo/scholar?q=Lambers,+H.,+Chapin,+S.,+%26+Pons,+L.+(2008).+Plant+physiological+ecology+(2nd+ed.).+Springer.&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- Lazare, S., & Zaccari, M. (2017). Flowering physiology and flower development of *Lilium longiflorum* (Easter lily). En *Acta Horticulturae* 1171: XII International Symposium on Flower Bulbs and Herbaceous Perennials.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1171.16>
- Li, X., Wang, J., Sun, L., & Zhang, Y. (2024). Analysis of phenotypic stability and genetic variation of floral traits in lily hybrids. *Horticultural Plant Journal*, 10(1), 112-124.
- Lie, S., Zhang, X., Wang, H., & Liu, X. (2022). Effect of nitrogen fertilizer application on yield and quality of *Lanzhou lily*. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences*, 36(4), 832-840.
- Luo, Y., Kong, X., Zhu, Y., Zhao, R., Nie, W., & He, B. (2025). Genome-wide identification and expression analysis of the LdGRAS gene family in Lanzhou lily (*Lilium davidii* var. *unicolor*). *Plant Science Journal*, 43(6), 758-769.
<https://doi.org/10.11913/PSJ.2095-0837.25017>
- Mao, X., Li, C., Sun, H., & Wang, J. (2025). Effects of different NPK fertilizer ratios on the growth of *Lilium lancifolium*. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 54(2), 112-120.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants->
- Morales, C., & Arbeláez, J. D. (2015). La producción de lirios (*Lilium* spp.) como flor de corte para exportación. Una revisión. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 28(39), 45-60. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10417329>
- Nie, P., Chen, M., Zhang, C., Yang, Y., Han, X., Yang, Z., & Yang, Y. (2025). Phenological recognition, cultivation application and flower trait analysis of ornamental and edible lilies based on machine vision. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 37(4), 22-31.
<https://doi.org/10.19386/j.cnki.jxnyxb.2025.04.004>
- Olsson, Max & Currow, David & Johnson, Miriam & Sandberg, Jacob & Engström, Gunnar & Ekström, Magnus. (2021). Prevalence and severity of multidimensional breathlessness among elderly men in the population. PA2149. 10.1183/13993003.congress-2021.PA2149.
https://www.researchgate.net/publication/356550708_Growth_and_physiological_responses_of_Lanzhou_lily_to_different_nitrogen_application_rates
- Park, E. (2023). Effect of different nitrogen, phosphorus, and potassium ratios on growth and flowering of *Lilium 'Siberia'*. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 41(2), 189-198.
- Peñafiel, R. M. W. (2020). *Diseños Experimentales. Con evaluaciones sensoriales. y ejemplos en el SAS e InfoStat*. Primera edición. Diseño de imprección "Imprenta GSK" Printing & Packaging. La Paz Bolivia, 262 p.
- Reyes-Alemán, M. R., Franco-Mora, O., Morales-Rosales, E. J., & Pérez-López, D. J. (2017). Influencia del magnesio y zinc en la altura de planta y verdor de hojas en *Lilium*. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 25(70), 31-37.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67451351004>
- SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). Datos climáticos.
<http://www.senamhi.gob.bo/index.php/transparencia>
- Taiz, L., & Zeiger (2006). *Fisiología Vegetal* (Vol. 1). Editorial Sinauer Associates.
<https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FisiologiavegetalVollenespa%C3%B1ol-Taiz.pdf>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, M., & Murphy, A. (2015). *Fisiología vegetal* (5ª ed.). Artmed Editora.
<https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=1752778>
- Tang, Y., Ma, X., Li, M., & Wang, L. (2020). Effects of nitrogen application rates on carbon and nitrogen metabolism, growth, and quality of oriental lily. *Revista: Scientia Horticulturae*, 261, 109012.
- Tang, Y., Luo, K., Bai, J., Zhang, W., & Ming, J. (2025). Development of an in vitro bulbil-induction system for *Lilium lancifolium* and the impact of exogenous auxin on bulbil formation. *Scientia Horticulturae*, 340, 113885.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113885>
- Villacorta-Martín, C., Núñez de Cáceres González, F. F., de Haan, J., Huijben, K., Passarinho, P., & Lugassi-Ben Hamo, M. (2015). Whole transcriptome profiling of the vernalization process in *Lilium longiflorum* (cultivar White Heaven) bulbs. *BMC Genomics*, 16, Article 550.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4515921/>
- Wang, T., Shen, X., Wang, D., Zhao, Y., Qu, X., & Gao, Y. (2025). *Lilium brunneum* (Liliaceae): a newly discovered species in north-western Yunnan, China. *PhytoKeys*, 254, 201-219.
<https://doi.org/10.3897/phytokeys.254.147769>
- Zhao, Y., Chen, L., & Sun, M. (2024). Phenotypic characterization of lily varieties for ornamental traits. *Journal of Plant Genetic Resources*, 25(2), 345-354.
- Zheng, R., Wang, X., Liu, Y., & Zhang, L. (2022). Effects of nitrogen and potassium fertilization on growth and flower quality of *Lilium*. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 28(3), 521-530.
- Zhu, H., Chen, Z., Zhang, K., & Cui, J. (2024). The key role of sugar metabolism in the dormancy release and bud development of *Lilium brownii* var. *viridulum* Baker bulbs. *Scientia Horticulturae*, 336, 113453.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113453>