

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Evaluación del efecto de la densidad de siembra en el
crecimiento y calidad post cosecha en tres variedades de
Tulipán, en Machachi -Ecuador.**

Proyecto de investigación

José Esteban Andrango Brito

Ingeniería en Agroempresas

Trabajo de titulación de pregrado presentado como requisito
para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas

Quito, 16 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Evaluación del efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y vida post cosecha en tres variedades de Tulipán, en Machachi -Ecuador

José Esteban Andrango Brito

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Antonio León, Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 16 de mayo de 2017

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombre: José Esteban Andrango Brito

Código de estudiante: 00108998

C. I.: 1718198144

Lugar, Fecha Quito, 7 de Mayo de 2017

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que con su paciencia, dedicación y motivación han aportado al desarrollo de este experimento. Especialmente a mi familia, Elisa, Juan, Camilo y Johanna, quienes han un pilar fundamental en el desarrollo de mi carrera universitaria. Adicionalmente agradecer a todos los profesores que compartieron su conocimiento a lo largo de estos años de estudio, de manera especial a mi director de tesis Antonio León y a Mario Caviedes, quien me brindó su apoyo a lo largo del desarrollo del experimento. Finalmente de manera especial a Cristina, asistente que aportó en la recolección de los datos obtenidos en este ensayo.

Resumen

El tulipán es una de las flores más conocidas en el mundo y es emblema de la cultura holandesa. Los sistemas de cultivo de este ornamental son intensivos y se cree que la densidad de siembra afecta la calidad de las flores. Estudios han demostrado que a mayor densidad de siembra, se producen tallos de mayor tamaño y calidad. En esta investigación, se ha analizado parámetros de crecimiento y calidad en tres variedades de tulipán del grupo Triumph con dos densidades de siembra. Las variedades de tulipán fueron: Clearwater (Blanco), Gander's Rhapsody (Rosada) y Purple Flag (Morado); mientras que las densidades de siembra fueron: 50 bulbos/m² (D1) y 166 bulbos/m² (D2). Así, se obtuvo un total de seis tratamientos. Los parámetros analizados fueron: la altura de la planta, alto y ancho del tallo, alto y ancho de botón y vida en florero. De los seis tratamientos en estudio, los tratamientos con densidad de siembra D2 produjeron tallos de mayor tamaño y mayor altura de planta. Específicamente, la variedad Clearwater con la densidad de siembra D2 produjo los tallos con mayor tamaño, mientras que los tratamientos de la variedad Purple Flag con la densidad de siembra D1, produjeron los tallos de menor altura. Para la variable ancho del tallo no existió diferencia entre los tratamientos. En cuanto al botón de entre todos los tratamientos, la combinación de la variedad Purple Flag con densidad de siembra D2 presentó los botones más largos. Mientras que la variedad Clearwater demostró tener botones de ancho mayor. La variable "vida en florero" expuso diferencia entre las variedades, mas no demostró efecto entre densidades. Así, al analizar todas las variables la mejor variedad fue Purple Flag.

Palabras clave: Tulipán, densidad de siembra, "Triumph", bulbo, tallo, botón, vida en florero.

Abstract

The tulip is one of the most famous flowers in the world and it is believed that the density affects the quality of it. Studies have shown that at higher planting density, larger stems are produced. In this research it has been analyzed growth and quality parameters in three different tulips varieties from the group Triumph and with two planting densities. The tulips varieties were: Clearwater (White), Gander's Rhapsody (Pink) and Purple Flag (Purple), meanwhile the two planting densities were: 55 bulbs / m² and 155 bulbs / m². I analyzed the effect on the height of the plant, the height and width of the stem, high and width of button and life in vase. The result is statistically significant between the densities of the varieties: Clearwater and Purple Flag when considering the variables: plant height and stem length. In addition, there is statistical significance for the length of bud between densities of the Purple Flag variety. The variable "life in vase" showed difference between the varieties, but did not demonstrate effect between densities. Hence, the variety that presented the best results when considering all the variables was the Purple Flag.

Key words: Tulip, planting density, "Triumph", bulb, stem, bud, vase life.

TABLA DE CONTENIDO

© Derechos de Autor	3
Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract.....	6
1. Introducción	11
2. Antecedentes	17
Características Morfológicas del Tulipán y clasificación.....	17
Especies del grupo Triumph.....	18
Forzado del tulipán y la producción de flor de corte	18
Ventajas de usar gavetas para el forzado de bulbos.	19
Densidad de siembra.....	19
3. OBJETIVOS.....	23
Objetivo General	23
Objetivos Específicos.....	23
Hipótesis	23
4. Justificación	20
5. Metodología y diseño de la investigación.....	24
Localización del ensayo	24
Material experimental	24
Siembra	24
Sustrato	25
Fase de enraizamiento.....	25
Fase de invernadero	25
Fertilización.....	26
Método estadístico	26
Metodología de evaluación	27
Cosecha.....	27
Evaluación Post-cosecha	27

Vida en florero.....	28
Tabla 3 Nivel de marchitez en cuanto al aspecto del follaje.....	29
6. Resultados.....	30
Crecimiento de las tres variedades de tulipán.....	30
Crecimiento diferencial semanal de las tres variedades de tulipán	33
Largo del tallo en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra	35
Ancho del tallo en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra	36
Largo de botón en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra	37
Ancho del botón de las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra	38
Vida en florero.....	39
7. Discusión.....	42
8. Conclusiones.....	46
9. Recomendaciones.....	48
10. Referencias	49
11. ÍNDICE DE ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Densidad de siembra en gaveta 0,6x 0,4x 0,25m considerando follaje y tiempo de siembra.....	19
Tabla 2 Nivel de marchitez en cuanto apertura y calidad del botón	29
Tabla 3 Nivel de marchitez en cuanto al aspecto del follaje	29
Tabla 4 Resumen de las variables para definir la mejor variedad del ensayo.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Crecimiento hasta el día de cosecha de la variedad	31
Gráfico 2 Largo del tallo para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra...32	
Gráfico 3 Días a la cosecha de las tres variedades de tulipán	33
Gráfico 4 Crecimiento diferencial semanal de las tres variedades.....	34
Gráfico 5 Altura de planta para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra.....	35
Gráfico 6 Largo del tallo para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra.	36
Gráfico 7 Ancho del tallo para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra..37	
Gráfico 8 Largo de botón para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra..	38
Gráfico 9 Ancho de botón para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra..	39
Gráfico 10 Vida en florero de las tres variedades de tulipán	40

1. Introducción

El Tulipán (*Tulipa sp.*) es una planta herbácea perenne y sus flores son de las más conocidas a nivel mundial. Económicamente tiene gran importancia en el mercado mundial de flores, tanto en el comercio de bulbos, como en el comercio de sus flores. El tulipán pertenece a la familia Liliaceae, que contiene aproximadamente 100 especies y se clasifican en 15 grupos o cultivares, que son: tempranos simples, tempranos dobles, Triumph, Híbridos de Darwin, Simples tardíos, “Lily fowered”, Flecos, Viridiflora, Remblandt, Parrot, Dobles tardíos, “Kaufmanniana”, Fosterniana, Greigii y otros que se encuentra en el grupo denominado misceláneos (Craigmyle, 2003). Los cultivos de tulipán se encuentran en regiones desde el nivel del mar hasta los Alpes, igualmente hay presencia de este cultivo en Asia central, incluyendo el medio oriente, medio Este y Europa (Buchman, 2005).

El tulipán tiene una reproducción asexual, ya que se reproduce mediante los bulbillos producidos en la fase reproductiva (Cortez, 2014). En países de cuatro estaciones del hemisferio norte, los bulbos se siembran entre los meses de septiembre a octubre, hasta la fase reproductiva que ocurre en los meses de julio a septiembre durante el verano, con un total de 7 fases o etapas (Tulips.com, 2015). Durante estas siete etapas ocurre la inducción floral, diferenciación de las partes florales, alargamiento del tallo y floración. Para que ocurra la floración, los bulbos deben acumular horas frío y gracias a este estímulo, haber alcanzado el estado G , estado en el que al realizar una disección de los bulbos, el gineceo es claramente visible (Mukherjee & Dhyani, 2002) . Esta planta posee una inflorescencia terminal en forma de copa, formada por seis pétalos (acuminados), que surgen de un tallo erecto. Sus flores son actinomorfas y hermafroditas (Craigmyle, 2003). Las hojas son de color verde a verde

grisáceo y presenta una floración anual en la temporada de primavera (Mukherjee & Dhyani, 2002).

A lo largo de cada año los bulbos crecen y al cosecharlos, se separan según el tamaño o calibre, destinando aquellos que son menores a un calibre 10/11 denominados “Dry selling” a el mercado de la jardinería y producción de bulbos; mientras que los bulbos que han alcanzado un tamaño 11/12 o mayor se clasifican como “Forced” y se los destinan a la producción de flor cortada o en maceta (Martinez, 2003).

Teóricamente los tulipanes pueden producir flores durante todo el año, sin embargo requieren de un periodo de calor para la iniciación floral dentro del bulbo. Posteriormente deben pasar por un período de frío para alcanzar un largo de tallo adecuado y así poder florecer. Este proceso ocurre en condicionales naturales de campo en los países que cuentan con inviernos con temperaturas bajas (International Flower Bulb Centre, n.d.). Al ser tan sensibles a la temperatura, aquellos bulbos que reciben su período de frío de manera artificial antes del invierno, pueden florecer antes de primavera (Vidalie, 1992). Por otro lado, hoy en día se produce bulbos de tulipán en el hemisferio Sur, ej. Nueva Zelanda y Chile. Al ser bulbos que tienen seis meses de anticipación en su desarrollo permiten el forzado de la flor para el otoño, aumentando los meses de comercio del tulipán (Maryland Cooperative Extension).

El forzado de bulbos de tulipán y su tratamiento de frío debe realizarse en el momento preciso en que las flores se diferencien correctamente en el interior del bulbo. Para este tratamiento se utilizan temperaturas bajas, desde 9 °C a 5°C (Martinez, 2003). La aplicación de diferentes temperaturas dará como resultado diferencias en el tamaño del tallo, periodo de invernadero y crecimiento del tallo y raíces (Larson, 1998). El forzado del tulipán puede realizarse de varias maneras: bandejas con sustrato o suelo, bandejas con agua, macetas, bajo invernadero o bien sea en el campo para su posterior comercialización (Larson, 1998).

La densidad de un cultivo se define como la cantidad óptima de plantas sembradas en un área específica, en el caso del tulipán se mide la densidad en número de bulbos por metro cuadrado (bulbos/m²). La densidad de siembra permite al productor saber hasta qué número de plantas por área sembrada se obtendrá la mayor rentabilidad y calidad. Años atrás se han estudiado diferentes densidades de siembra y se ha observado que existen cambios significativos en el área foliar, crecimiento del bulbo y crecimiento de los tallos (A.Rees & Turquand, *Effects of Planting Density on Bulb Yield in the Tulip*, 1969).

Por otro lado, no se han realizado estudios sobre el efecto de la densidad de siembra en el tamaño del botón y la vida en florero; parámetros que son clave para producir flores de calidad para el mercado que exige calidad a menor precio. El mercado de flores, que incluye rosas y flores de verano, a nivel mundial mueve millones de dólares y la economía de ciertos países dependen mucho de este rubro. Según la BBC, en su artículo “Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo”, el valor estimado del comercio global de flores es de 100.000 millones de dólares al año.

El país con mayor participación en el mercado de las flores mundial es Holanda, pues además de ser productor, es comercializador con un 50,02% de participación hasta el año 2012 (Atlas, 2016). El 70% de la producción nacional de Países Bajos se destina a exportación, dirigida principalmente a países del mismo continente como Alemania, Reino Unido y Francia (BBC, 2016). Junto a Holanda como líderes en el mercado de flores Colombia y Ecuador, representan respectivamente una participación del 13,80% y 7,81% en el año 2012 (Pro Ecuador , 2013).

Dentro del grupo de las flores más populares a nivel mundial lideran las rosas, debido a su olor característico y sus colores. Por su parte, los geranios y tulipanes son utilizados con frecuencia como adornos y decoración en Europa (Expoflores, 2016). Los tulipanes han sido famosos a lo largo de la historia, ya que los persas cultivan esta planta hace más de 1000 años y en el año de 1624, su popularidad aumentó de tal manera que un tulipán de cultivar Rembrant llegó a costar \$2,250 (KLS, 2017).

Los tulipanes son producidos en 15 países principalmente, donde lidera los Países Bajos. Por lo tanto, el tulipán se ubica entre las diez flores más conocidas en el mundo y además ha sido la flor más exportada por muchos años en los Países Bajos (Mukherjee & Dhyani, 2002). La Sociedad Real de Flores de Bulbos (KAVB), estima que en el año 2017 la producción aumentará a una cantidad de 2 billones de tulipanes debido a la creciente demanda (The Netherlands and you, 2017); pues el comportamiento del consumidor ha sufrido un cambio. A pesar de que el consumo de plantas no ha aumentado, los consumidores prefieren hoy en día flores baratas que se puedan adquirir dentro de cadenas de supermercado (Rabobank, 2015).

Los avances tecnológicos y estudios realizados en agricultura, han permitido manejar gran parte de los cultivos a conveniencia de productores y exportadores. Un claro ejemplo es el tulipán, siendo la planta emblema de Holanda, se ha convertido en uno de los 20 rubros de exportación más importantes para este país (Workman, 2017). De tal manera que se subastan 7 billones de tulipanes en un día en el mercado de flores holandés, con un precio que bordea \$0,6 dólares (BBC, 2016). Además no solamente se exportan flores, sino también los bulbos de tulipán que es otro rubro importante para este país, con un precio que aproximado de \$177 dólares por cada 1000 bulbos (Haakman Flowerbulb B.V, 2016). Los principales productores de bulbos son Países Bajos, Nueva Zelanda y Chile. Solamente en Países Bajos existen 1500 productores de bulbos (ibulb, n.d.). Por otro lado, los principales importadores de bulbos a

nivel mundial son Estados Unidos con un total de 0,63 billones de bulbos en el año 2016, junto a varios países de la Unión Europea y Japón (Anthos, 2017).

El Ecuador es un país que tiene un gran potencial agroindustrial. Actividad que se ubica en el segundo lugar como rubro económico de ingreso de divisas después del petróleo. La producción de flores, desde su inicio en la década de 1980, se ha incrementado notoriamente y se ha convertido en una de las pocas industrias agrícolas con altos márgenes de exportación y rentabilidad (Pro Ecuador , 2013). Condición que ha favorecido a que las flores, específicamente las rosas ecuatorianas sean reconocidas a nivel mundial por su calidad, haciendo que el Ecuador se encuentre entre los primeros países exportadores del mundo. La flor con mayor importancia en la industria florícola ecuatoriana es la rosa, flor que varía los precios de exportación según el mercado, producto, variedad y calidad de tallo.

Debido a la diversidad climática que tiene el Ecuador la gama de flores ecuatorianas y su cantidad producida se ha incrementado. Este desarrollo acelerado de la industria florícola ha ocurrido principalmente a lo largo de toda la Sierra ecuatoriana, que gracias a sus condiciones agroclimáticas favorables y tecnificación, han permitido producir flores de calidad de exportación (Pro Ecuador , 2013).

Para el año 2012 el Ecuador contaba con aproximadamente 571 fincas florícolas, con un total de 4000 ha distribuidas en 13 provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Esmeraldas, Santo Domingo, Guayas, Los Ríos y Santa Elena. De todas las zonas florícolas del Ecuador, las de mayor relevancia son: Machachi, Lasso, Tabacundo y Cayambe. De todas las fincas, 62% eran de tamaño pequeño (6,2 ha de promedio), un 28 % de las fincas de tamaño mediano (13.9 ha promedio) y el restante 10% las fincas grandes (37,2 ha promedio) (Pro Ecuador , 2013). Además de la rosa, la exportación de flores incluye flores de verano con un 11%, gypsophila 6%, lirios 1% y claveles 1% (Expoflores, 2016).

El ingreso de divisas a lo largo del año es grande, pero fluctúa debido a las diferentes celebraciones como San Valentín, día de la Madre, día de la mujer. En la última temporada de San Valentín del año 2016, se exportaron principalmente rosas, flores de verano, gypsophila, lirios y claveles (Expoflores, 2016).

Durante el transcurso de tres años, entre el 2014 al 2017, el valor en dólares de las exportaciones totales han disminuido en un 11,81%, lo que indica que el Ecuador ha perdido parte de su porcentaje en el mercado internacional, debido a la coyuntura política nacional y a los costos de producción que han aumentado (PROECUADOR, 2017) . Los costos altos de producción han causado una pérdida en la competitividad del producto ecuatoriano frente a su más grande competencia: Colombia, lo que propone a los productores ecuatorianos a ponderar sobre nuevos cultivos y formas de producción más económicas y a la vez más competitivas. Por lo que es necesario diversificar los productos, así el mercado de los tulipanes se presenta como un nuevo territorio para invertir, tanto por su potencial local como internacional.

Para este estudio, se evaluó por el método de producción de tulipán en gavetas de 0,4x0,6x0,25 m, se evaluaron sistemas de siembra con densidades de 50 y 166 bulbos/m², con bulbos del calibre 11/12 de tres variedades de tulipán. Con el fin de determinar el efecto de la densidad de siembra en la calidad de las flores en las tres variedades en evaluación. De esta manera se obtuvo datos sobre la altura de planta, alto del tallo, ancho del tallo, largo de botón, ancho de botón y vida en florero.

2. Antecedentes

Características Morfológicas del Tulipán y clasificación

Los tulipanes (*Tulipa* sp.) pertenecen a la familia Liliaceae, a la que se le incluye otras plantas bulbosas como : lirios, jacintos, muscari, fritillaria etc (Larson, 1998). Una característica importante de esta familia es que todas las flores presentan seis pétalos, con seis estambres y que las semillas se producen después, encima de la base de la flor (Steinberg, 2008).

El tulipán es una planta bulbosa, esta se forma a partir de escamas que crecen desde la base del bulbo. Las escamas rodean el meristemo apical que se encuentra en el centro del bulbo. El meristemo apical crece de manera progresiva desde el verano, hasta su floración en primavera o antes, en caso de haberse dado el forzado de las flores (Steinberg, 2008).

Todas las plantas bulbosas han generado los bulbos como respuesta a condiciones climáticas adversas con el fin de subsistir. Es así que los bulbos se encuentran en una etapa de latencia. Etapa en la que parecen estar en reposo, pero morfológica y fisiológicamente se producen cambios internamente. En el caso del tulipán, el verano permite la formación floral, donde el tulipán pasa por 5 etapas, en las que se desarrollan los primordios foliares y primer grupo de periantos, como primera fase (Etapa P), hasta la yema floral en maduración (Etapa G) (Larson, 1998). Es importante el control de la temperatura para un adecuado crecimiento de la flor y evitar pérdidas de importancia económica (International Flower Bulb Centre, n.d.).

La clasificación varietal del tulipán se puede realizar de manera alfabética, pero de aquellos tulipanes que se utilizan para el forzado, se los encuentra agrupado en las siguientes clases o grupos: tempranos simples, tempranos dobles, Triumph, Híbridos de Darwin, Simples tardíos, "Lily flowered", Flecós, Viridiflora, Rembrandt, Parrot, Dobles tardíos,

“Kaufmanniana”, Fosterniana, Greigii y otros que se encuentra en el grupo denominado misceláneos (Craigmyle, 2003).

Especies del grupo Triumph

Los tulipanes Tirumph son el grupo más grande e importante de tulipanes y son el resultado del cruce de tulipanes pertenecientes al grupo tempranos simples, con variedades tardías. Son considerados el grupo con mejores respuestas al forzado, además de producir flor cortada de excelente calidad, con vida en florero duradera. El alto de las plantas es de 40-56 cm promedio y existe gran variedad de colores e incluso algunos tulipanes con fragancia. Presentan flores en forma de copa y tallos fuertes, que les permiten subsistir en climas adversos. (Steinberg, 2008)

Las variedades utilizadas en este experimento, pertenecen al grupo Triumph. La variedad Clearwater de color blanco, es de floración tardía y tiene un tamaño entre 45-50 cm. Por su parte, la variedad Ganders Rhapsody de color rosado, es de floración temprana y tiene un tamaño de tallo de 45-50 cm. Finalmente la variedad Purple Flag presenta una floración normal, tiene un largo de planta entre 40-42 cm y en cuanto a la vida en florero se afirma que es de 7 días, con una temperatura máxima de 18 °C (Haakman Flowerbulb B.V, 2016).

Forzado del tulipán y la producción de flor de corte

Los bulbos preparados sufren un tratamiento térmico al final de la latencia a bajas temperaturas, que puede ser a 9 °C o 5 °C. Dependiendo del tipo de preparación que se le ha dado a los bulbos, la técnica de forzado es totalmente disímil. Los procesos difieren principalmente en el tiempo y en el sitio en el que se realiza el forzado, pues en el caso de los bulbos tratados a 9 °C, se procede en una etapa inicial en la cámara de enraizamiento, mientras que los bulbos tratados a 5 °C se los planta directamente e en el suelo (Larson,

1998). En resumen, los bulbos preparados a 5 °C y 9 °C tienen un periodo de cultivo de 2 y 3 meses respectivamente. Existe una gran ventaja en los bulbos preparados a 9 °C, es que estos pueden recibir parte del tratamiento de frío directamente sin ser plantados (Vidalie, 1992).

Ventajas de usar gavetas para el forzado de bulbos.

El uso de gavetas para el forzado de bulbos es el tal vez el método más utilizado por los productores. Esto se debe a varias razones: un manejo adecuado del trabajo y control sobre el momento de la cosecha, sin depender de la variabilidad de las temperaturas del exterior, además menor cantidad de enfermedades presentes debido a las bajas temperaturas utilizadas en la fase de enraizamiento, menor consumo de energía por el menor tiempo dentro del invernadero y finalmente mayor cantidad de flores por metro cuadrado en la temporada de producción.(International Flower Bulb Centre, n.d.)

Densidad de siembra

El centro internacional de bulbos de flores (IFBC) describe que la densidad depende directamente del follaje producido por la variedad de tulipán y el tiempo en que se siembra. La recomendación de siembra tomando en cuenta los dos factores previamente mencionados, para gavetas 0,6x0,4x0,25 m (Largoxanchoxaltura) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1 Densidad de siembra en gaveta 0,6x0,4x0,25m considerando follaje y tiempo de siembra

Follaje	Forzado temprano			Forzado tardío		
	Denso	Normal	Escaso	Denso	Normal	Escaso
Calibre 12/+	85	100	110	75	85	100
Calibre 11/12	100	115	130	90	100	115

(International Flower Bulb Centre, n.d.)

Adicionalmente en estudios realizados en campo se ha comprobado que el aumento en la densidad de siembra muestra un incremento en el tamaño del tallo y la disminución del peso de la materia seca de las hojas de tulipán medidos en g/dm². Otros estudios han demostrado que existe un crecimiento de los tallos al aumentar la densidad de siembra, y esta afecta a la calidad en la producción de bulbos. Por lo que, se recomienda densidades de 65 y 45 bulbos/m² para un mayor rendimiento económico en la producción de bulbos para comercialización (Valk & Timmer, 1973).

3. Justificación

El Ecuador ocupa el tercer lugar entre los principales exportadores de flores a nivel mundial. Siendo sus más grandes competidores Colombia y los Países Bajos; el Ecuador ha logrado marcar una diferencia en calidad en la flor más conocida del mundo, la rosa. Dada la gran diversidad climática que ofrece el Ecuador le permite explotar su potencial productivo y diversificar la gama de flores con enfoque de exportación, así queda en mano de los floricultores explorar nuevos cultivos de reconocimiento mundial.

En el país existe la producción de ciertas plantas bulbosas como el lirio, pero específicamente del tulipán no existen datos concretos sobre la existencia de fincas destinadas para flor cortada o maceta. Al ser un cultivo de cuatro estaciones dificulta la planificación del cultivo en condiciones normales. Dadas las oportunidades tecnológicas, actualmente se puede realizar este tipo de cultivo mediante bulbos “preparados”. Es decir, bulbos que se han sometido a tratamientos de frío con el fin de acelerar los procesos de formación de flor y obtener tallos para la venta a lo largo del año. En el Ecuador la producción de flores se focaliza principalmente en la Sierra, siendo las provincias de Pichincha y Cotopaxi aquellas

con mayor cantidad de hectáreas destinadas para la floricultura. Esta sectorización se da debido a las condiciones climáticas que ofrecen estas zonas de la Sierra.

Para la producción de tulipán como flor cortada con bulbos preparados, se recomienda temperaturas ambientales no mayores a 16 C° y 13 C° en el suelo (Haakman Flowerbulb B.V, 2016). Este rango de temperaturas se puede encontrar a lo largo de la cordillera de la Sierra ecuatoriana mayores a los 3000 msnm, donde predominan las temperaturas bajas por las madrugadas, incluso llegando a producirse heladas en ciertas temporadas y alcanzando temperaturas máximas de 22 C° en el verano (GOB, n.d.). De esta manera, la producción de flores de tulipán es factible y puede ser una opción más para los floricultores ecuatorianos que buscan diversificar un mercado que sin duda está enfocado principalmente en la rosa. No obstante, a pesar de tener la rosa ecuatoriana fama mundial, ha perdido parte del mercado durante los últimos años debido a una fuerte competencia del mercado mundial de flores, por los costos de producción que se han incrementado en el Ecuador.

La popularidad del tulipán es mundial y en el Ecuador esta flor tiene reconocimiento similar, sin embargo esta demanda no es satisfecha y muestra ser un nicho de mercado interesante identificado por una pequeña empresa llamada Take a Bloom, que en el año 2016 logró vender alrededor de 4000 tulipanes a lo largo del año, entre flor cortada y macetas. La producción de este cultivo con un enfoque al mercado nacional parece ser más interesante al compararlo con un enfoque internacional, pues los costos de producción de los países productores de esta flor son muy bajos. Esto impide una competencia viable entre el Ecuador y países como Holanda o Chile, que dedican gran parte de su área a la producción de este cultivo.

La densidad de siembra de un cultivo puede ser un factor que afecte a la rentabilidad y a la calidad del producto final. De esta manera se evaluó dos densidades de siembra que se acoplen al sistema de producción en gavetas y permitan un balance entre calidad de flor y

optimización de espacio, con el fin de obtener la mayor ganancia posible. Estudios han demostrado que la densidad de siembra tiene un efecto positivo en la producción y calidad de bulbos, área foliar y el crecimiento de tallos de tulipán (A.Rees & Briggs, Optimum Planting Densities for Tulips Grown in Ridges in the Field, 1974). No obstante, no se han realizado este tipo de estudios para variables como: ancho del tallo, largo de la planta, calidad de botón y el efecto en la vida en florero. Adicionalmente, no se han realizado estudios de la cultivo de tulipanes en el Ecuador e incluso en zonas mayores a 3000 msnm.

Finalmente la importancia de este estudio radicó en evaluar el potencial de Machachi como zona para producción de tulipanes y además evaluar las características agronómicas importantes para cada una de las variedades. Como objetivos específicos, se evaluó el efecto de dos densidades de siembra, en tres variedades de tulipán, en la calidad de las flores producidas, tomando en cuenta el alto de la planta, largo y ancho del tallo, largo y ancho del botón y la vida en florero; con el fin de determinar la viabilidad y variabilidad de este cultivo dentro del Ecuador.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar dos densidades de siembra y su efecto en el crecimiento y vida post cosecha en tres variedades de tulipán (*Tulipa* sp.).

Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento diario y semanal en las tres variedades de tulipán.
- Cuantificar el tiempo de cosecha de cada variedad de tulipán.
- Estimar la calidad de las flores de cada variedad de tulipán.
- Evaluar la vida en florero de cada variedad de tulipán.
- Valorar la mejor variedad de tulipán, según los parámetros previamente evaluados.

Hipótesis

Las tres variedades de tulipán del grupo Triumph mostrarán diferencias positivas en su crecimiento y vida post cosecha al aumentar la densidad de siembra.

5. Metodología y diseño de la investigación

Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la hacienda ganadera “El Prado”, ubicada en la parroquia El Chaupi, perteneciente al cantón Mejía, en la provincia de Pichincha, Ecuador. Esta finca se encuentra a 3250 metros sobre el nivel del mar, por lo que presenta clima frío y abundantes lluvias en la época de invierno. Sus coordenadas son: -0.591031, (latitud) y -78.630639 (longitud). Esta zona en especial presenta lluvias durante los meses de noviembre a mayo y lo que resta del año es verano. Las temperaturas fluctúan con la misma variación durante todo el año con un rango entre 1,5 ° C a 22 °C.

Material experimental

Para el estudio se seleccionaron tres variedades de tulipán de la productora de bulbos holandesa Haakman B.V e importadas al Ecuador por medio de la empresa Flower & Bulbs B.V. Se obtuvo 208 bulbos de 3 variedades: “Clearwater” de color blanco (Variedad 1), “Gander’s Rhapsody” de color rosado (Variedad 2) y “Purple Flag” de color morado (Variedad 3); todos pertenecientes al grupo Triumph.

Siembra

Para poder sembrar los bulbos de tulipán se eliminó las cáscaras de los bulbos previamente antes de situarlos en las gavetas plásticas de 0,6x0,4x0,25 (Largo x ancho x altura) m. Se aplicó una capa de 7 cm de turba dentro de las gavetas y se hidrató con agua antes de sembrar los bulbos. Cada una de las gavetas se dividió en 2 mitades iguales y dentro de cada mitad se sembró un total de 26 bulbos. En un lado de la gaveta se sembró 20 bulbos a una densidad de 166 bulbos/m² y la otra mitad tan sólo seis bulbos a una densidad de 50 bulbos/m². Por cada variedad se realizaron 8 repeticiones, que permitió usar los 208 bulbos. Dando un total de 24 gavetas. Una vez sembrados los bulbos a las densidades respectivas, se aplicó una capa de 3 cm de arena de río, con el fin de impedir que las raíces de los bulbos

empujen hacia arriba y estos queden al aire libre. Finalmente se hidrató nuevamente con agua, dando paso a la fase siguiente, el enraizamiento.

Sustrato

El sustrato es importante para el desarrollo óptimo de las plantas. De las características el sustrato, el factor más importante es el pH, que permite una adecuada absorción e intercambio de agua y nutrientes entre la planta y el suelo. Se recomienda el uso de suelos ligeramente ácidos, con un pH entre 6,5 a 7. Por esta razón se optó por utilizar turba con un pH 6,5; que además permite mantener la humedad para un óptimo crecimiento de raíces en la fase de enraizamiento y un crecimiento óptimo en la fase de invernadero. La textura debe ser adecuada y permitir la presencia de oxígeno y el buen crecimiento de las raíces, de esta manera el tamaño de partícula debe ser mediano (Demir, Baskent, & Halloman, 2006).

Fase de enraizamiento

Una vez sembrados los bulbos se pusieron las 24 gavetas a un cuarto frío que se encontraba a una temperatura fija de 7 °C. Dentro de esta fase no se utilizó ninguna luz artificial y se mantuvieron los bulbos a una humedad relativa de 70%. Esta fase duró 15 días, en los cuales se realizó hidratación de las gavetas a diario con el agua suficiente para que estos puedan crecer. Durante la fase de enraizamiento, los bulbos crecen aceleradamente y se cree que el tamaño de brote adecuado para terminar esta fase es de 7 cm de alto que se obtiene en 15 días. En esta fase, las gavetas se situaron una sobre otra en tres grupos diferentes, cada grupo correspondía a una variedad diferente.

Fase de invernadero

La fase de invernadero comenzó cuando los bulbos salieron de la cámara de enraizamiento al invernadero, que se encontró a temperatura ambiente y se utilizó sombra al 60%. El cambio de fase se realizó a los 15 días desde la siembra de los bulbos. El invernadero donde se realizó el experimento la temperatura promedio fue de 13 °C, con

fluctuaciones desde 2 °C a 21 °C y sombra del 60%. El riego dentro de esta fase se realizó pasando un día, regando la suficiente agua para mantener la turba hidratada.

Fertilización

La fertilización se basó en la aplicación de nitrato de calcio pues es uno de los nutrientes que determinan la buena calidad de la flor y se debe realizar una aplicación con una concentración de 200 ppm, con una frecuencia de aplicación semanal. Además es importante aplicar preventivamente un abono completo con micro y macronutrientes (Vidalie, 1992).

Método estadístico

El diseño estadístico que se aplicó para este experimento fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial 3x2 (DBCA 3x2), variedad y densidad de siembra; con ocho bloques o repeticiones. Con este diseño se buscó determinar el efecto de variedad de tulipán y la densidad de siembra sobre la calidad de la flor y la vida en florero de las mismas. Este modelo permitió revelar el efecto de los tratamientos cuando las unidades experimentales no son homogéneas. Se dice que las unidades experimentales no son homogéneas cuando estas no pueden reaccionar de la misma manera. Además se utilizó el arreglo factorial, para determinar el efecto entre la densidad de siembra y las variedades en estudio. Esto no solamente permitió identificar y obtener información sobre cada uno de los factores en estudio de manera independiente, sino también permite obtener información sobre la posible interacción entre estos dos factores.

Este modelo permitió identificar la existencia de significancia estadística mediante el análisis de varianza (ANOVA) entre los tratamientos. Así, se analizó la siembra y la variedad en cada una de las variables que se midieron a lo largo del experimento: crecimiento, tamaño de planta, ancho de tallo, alto del tallo, alto de botón, ancho de botón. En aquellos análisis con significancia estadística se realizó la prueba de Tukey para determinar qué tan significativa

era la diferencia entre densidades, dentro de las variedades estudiadas. Todo se analizó en el software estadístico SPSS versión 22 en español.

Metodología de evaluación

Para evaluar los parámetros en estudio se realizaron medidas de las diferentes partes de la planta a lo largo del ciclo de cultivo. Para el caso del crecimiento diferencial diario, se midió el tamaño de la planta desde el día de siembra hasta el día de la cosecha durante todos los días. Se tomó la medida a 6 plantas de la densidad 1 (50 bulbos/m²) y 6 plantas de la densidad 2 (166 bulbos/m²) en cada una de las gavetas. En el caso de la densidad #1 se midieron todos los bulbos sembrados y en el caso de la densidad #2 se midieron los seis del centro; con el fin de evitar cualquier margen de error debido al efecto del borde. De cada variedad se midieron un total de 48 datos diarios por cada densidad, dando un total de 288 datos diarios. Una vez que se terminó de coleccionar todos los datos, se obtuvo un promedio diario de cada gaveta y cada densidad, y un promedio total final. Este promedio total diario se restó del día anterior para obtener la curva de crecimiento diario. Por otro lado, se realizó un promedio semanal del promedio total diario de cada variedad y se restó el valor del día anterior con el fin de determinar los valores y la curva de crecimiento semanal en los tulipanes.

Cosecha

La post cosecha de las flores de tulipán se realizó una vez que los botones han alcanzado el 40 por ciento del color del botón y estos aún se encuentran cerrados. Se arrancó la planta incluyendo el bulbo y se hidrató los mismos con agua a una temperatura de 4-5 °C, con el fin de conservar las flores en las mejores condiciones.

Evaluación Post-cosecha

Luego de la cosecha se realizó una simulación del transporte de las flores a una temperatura promedio de 7 °C y humedad relativa de 65% por aproximadamente una hora y

media, hasta el lugar donde se realizó la prueba de vida en florero. La vida en florero se realizó en una habitación con luz artificial, temperatura promedio de 17 °C y humedad relativa de 65 %. Para la medición de la calidad de las flores de tulipán, se esperó al día de la cosecha de cada variedad, y se tomó al azar tres plantas por variedad y por densidad, de cada una de las gavetas. Un total de 24 por densidad y 48 por variedad. A este grupo de plantas, se midió los diferentes parámetros en estudio: largo y ancho del botón, largo y ancho del tallo. Una vez tomados estos datos, se realizó promedios para poder realizar los cálculos estadísticos en cada una de las variables y definir si los resultados son significativos estadísticamente.

Vida en florero

La vida en florero se midió a través de una escala de marchitez del botón y estado de las hojas y el tallo. Se realizó esta prueba dentro de una habitación con luz artificial, con una temperatura promedio de 17 °C y una humedad relativa promedio de 65%. Para esta fase, se tomó los tallos utilizados para medir las demás variables en estudio y se los dispuso en floreros diferenciando entre densidad de siembra y variedad. El día de inicio fue el día en que se cosecharon las flores de tulipán y se finalizó con el análisis cuando las flores presentaban un aspecto deteriorado. Cada variedad tuvo un inicio de esta prueba diferente, pues el día de cosecha para cada variedad fue diferente. Para calificar la vida en florero se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 2 Nivel de marchitez en cuanto apertura y calidad del botón

Nivel de Marchitez	Características
0	Botón cerrado
1	Botón de tamaño grande y cerrado
2	Botón ligeramente abierto y grande
3	Botón abierto
4	Caída de los pétalos

Tabla 3 Nivel de marchitez en cuanto al aspecto del follaje

Nivel de Marchitez	Características
0	Tallo y hojas verdes de tamaño normal
1	Tallo y hojas normales
2	Tallo de mayor tamaño
3	Tallo grande y doblado/ligero amarillamiento de hojas
4	Amarillamiento de hojas y tallo

6. Resultados

Crecimiento de las tres variedades de tulipán.

El crecimiento de cada una de las variedades en estudio mostró tener diferencias importantes, tanto en el día de cosecha y picos de crecimiento (Ver gráfico 1). En el caso de la variedad blanca, tuvo un ciclo de 64 días desde su siembra; mientras que la variedad rosada tuvo un ciclo total de 51 y la variedad morada un ciclo de 67 días (Ver gráfico2). Tanto la variedad Clearwater como la variedad G.Rhapsody muestran un crecimiento similar, que arranca desde la fase de enraizamiento y continúa de manera ascendente hasta el día de cosecha. (Ver gráfico 1, A y B). La variedad morada no mostró crecimiento alguno en la fase de enraizamiento (Ver gráfico 1C), pero mostró un desarrollo del brote a partir del inicio de la segunda semana de la fase de invernadero. Desde ese punto las plantas de la variedad morada crecieron de manera ascendente hasta el día de la cosecha.

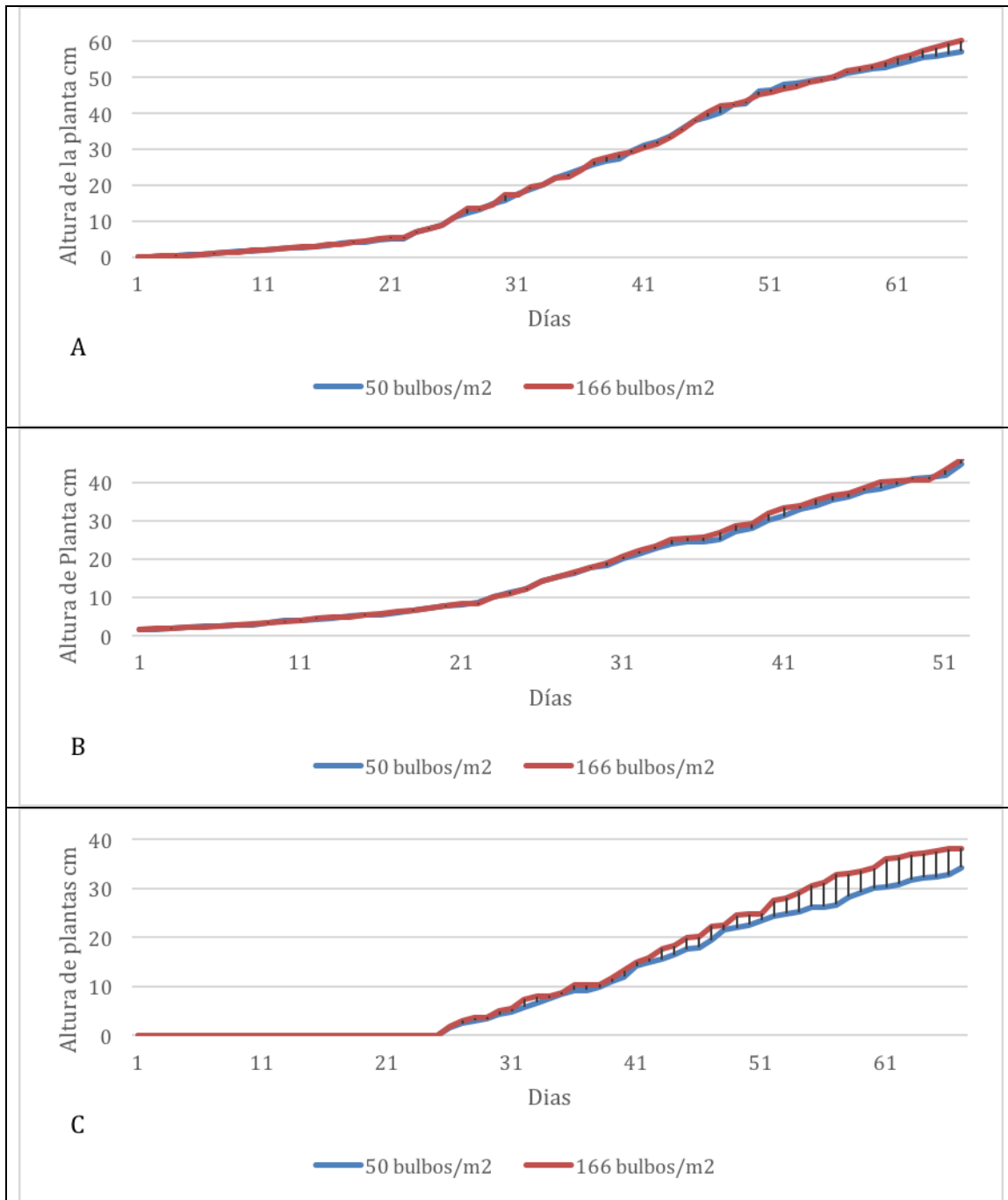


Gráfico 1 Curva de crecimiento hasta el día de cosecha de las tres variedades de tulipán en estudio, comparando las dos densidades de siembra (D1, 50 bulbos/m²) y (D2, 166 bulbos/m²). A) Clearwater. B) Gander's Rhapsody. C) Purple Flag.

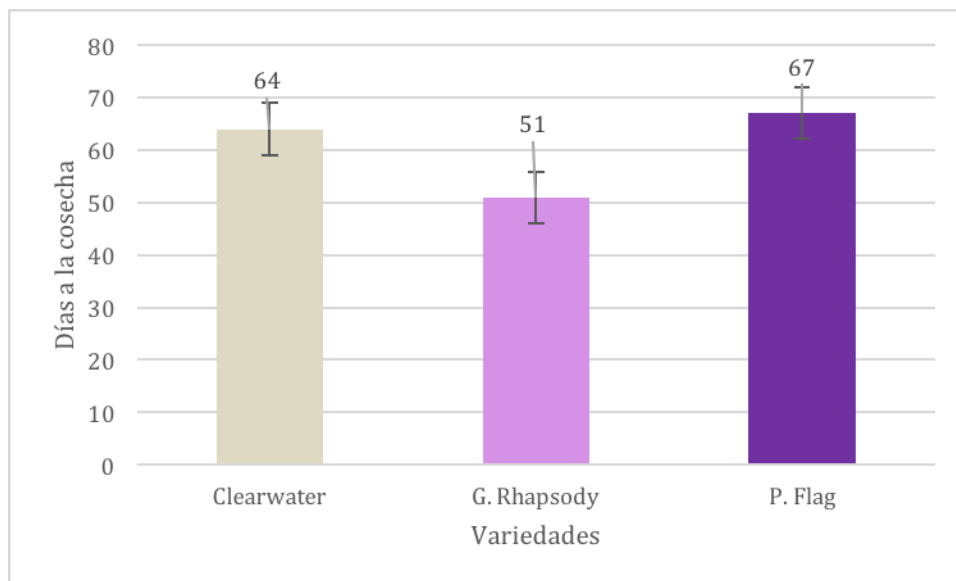


Gráfico 2 Días a la cosecha de las tres variedades de tulipán. Se cosechó cuando los botones se encontraban con 40% de color.

Altura de planta para las tres variedades de tulipán en dos densidades de siembra

Al comparar la altura de la planta entre las variedades de tulipán, se observó diferencia estadística significativa entre las variedades. Como se puede observar en el gráfico 3, la variedad Clearwater muestra un crecimiento mayor al comparar con la variedad G. Rhapsody y Purple Flag; aunque dentro de densidades, solamente la variedad Clearwater y Purple Flag muestran significancia estadística importante para la densidad 2 de 166 bulbos por metro cuadrado. La variedad Clearwater demostró diferencia estadística significativa entre sus dos tratamientos a densidades diferentes en las medidas tomadas en las plantas seleccionadas para la variable altura de planta. Siendo que la densidad de 166 bulbos/m², tuvo plantas de mayor tamaño. La variedad Gander's Rhapsody no mostró diferencia estadística significativa entre sus tratamientos, pues tanto la densidad 1 y la densidad 2 produjeron plantas de tamaños similares (Ver gráfico 3).

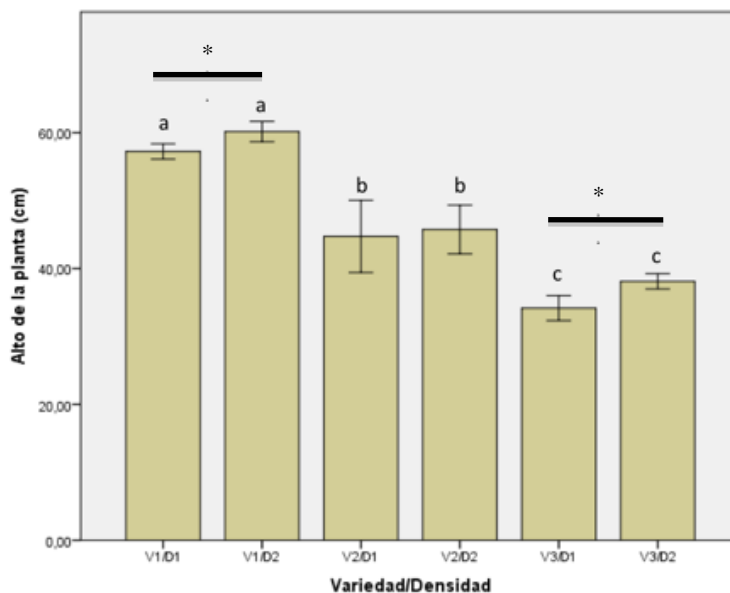


Gráfico 3 Alto de planta para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra. V1: Clearwater, V2: Gander's Rhapsody, V3: Purple Flag. D1: 50 bulbos/m², D2: 166 bulbos/m². Las letras sobre las barras representan medias iguales según el análisis ANOVA con la Prueba de Tukey 5%. El * sobre la barra horizontal representa diferencias significativas entre las dos densidades de una misma variedad usando prueba t de Student para muestras independientes. Se muestra una desviación estándar para cada medida.

Crecimiento diferencial semanal de las tres variedades de tulipán

El crecimiento diferencial semanal se muestra uniforme y similar para las dos primeras variedades. Existe un crecimiento ascendente hasta la semana 4 en la variedad Clearwater y hasta la semana 5 en la variedad G.Rhapsody (Ver gráfico 4 A-B). Posterior a esta semana el crecimiento por semana se estabiliza hasta la semana 7 y este empieza a decaer hasta el momento de la cosecha. Por su parte, la variedad Purple Flag, muestra un crecimiento nulo desde la semana 0 a la 3 (Ver gráfico 4 C). A partir de esta semana última semana, el crecimiento se vuelve ascendente pero sin llegar a una meseta y en la semana 7 presenta una diferencia importante entre el crecimiento de la densidad 1 y 2; pues las plantas de la densidad 2 reflejan un pico mayor. Desde esta semana, el crecimiento comienza a bajar hasta la semana 10 en la que se realizó la cosecha, demostrado en el gráfico 4C.

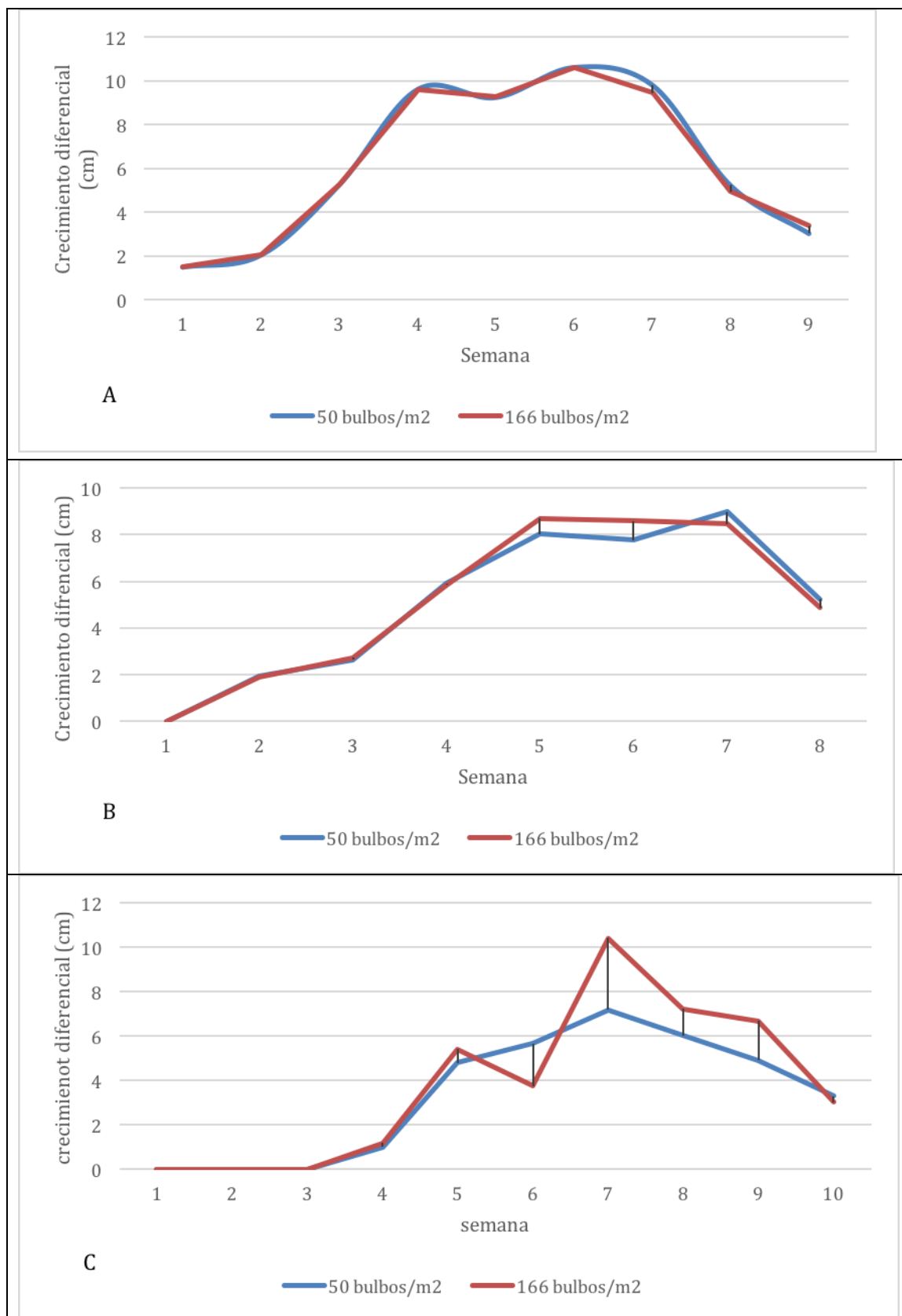


Gráfico 4 Curvas de crecimiento diferencial semanal de las tres variedades de las tres variedades de tulipán en estudio, comparando las dos densidades de siembra (D1, 50 bulbos/m²) y (D2, 166 bulbos/m²). A) Clearwater. B) Gander's Rhapsody. C) Purple Flag

Largo del tallo en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra

El largo del tallo en las tres variedades tuvo crecimiento distinto, existiendo significancia estadística entre variedades. En cuanto a la densidad de 166 bulbos/m², la variedad Clearwater y Purple Flag demostraron ser significativas estadísticamente, con tallos de mayor tamaño. Para la variedad Ganders Rhapsody, la altura de tallo entre las plantas no mostró diferencia estadística (Ver gráfico 5).

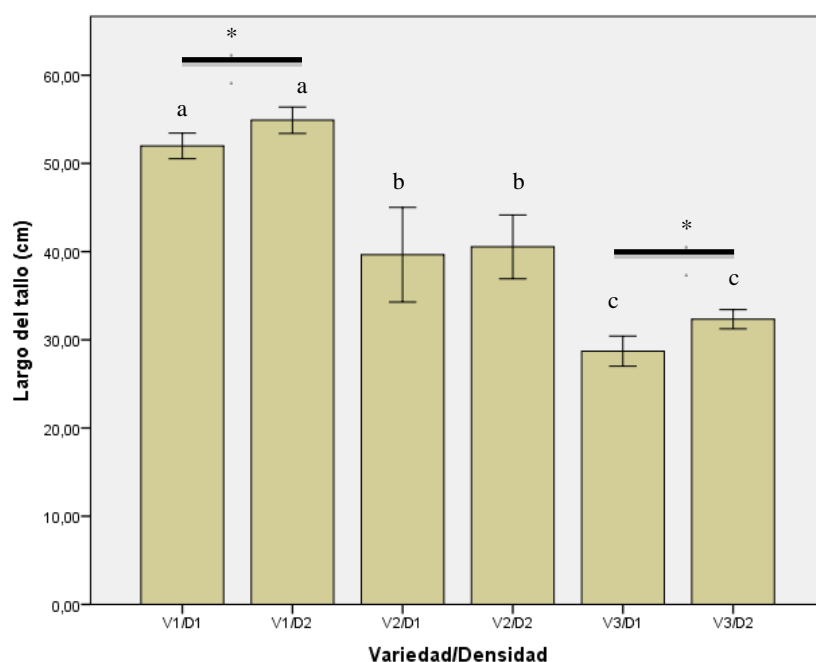


Gráfico 5 Largo del tallo para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra V1: Clearwater, V2: Gander's Rhapsody, V3: Purple Flag. D1: 50 bulbos/m², D2: 166 bulbos/m². Las letras sobre las barras representan medias iguales según el análisis ANOVA con la Prueba de Tukey 5%. El * sobre la barra horizontal representa diferencias significativas entre las dos densidades de una misma variedad usando prueba t de Student para muestras independientes. Se muestra una desviación estándar para cada medida.

Ancho del tallo en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra

Al comparar el ancho del tallo, no se encontró diferencia significativa entre las densidades y tampoco dentro de las variedades de tulipán (Gráfico 6). Demostrando ser una variable que no es afectada por la densidad de siembra.

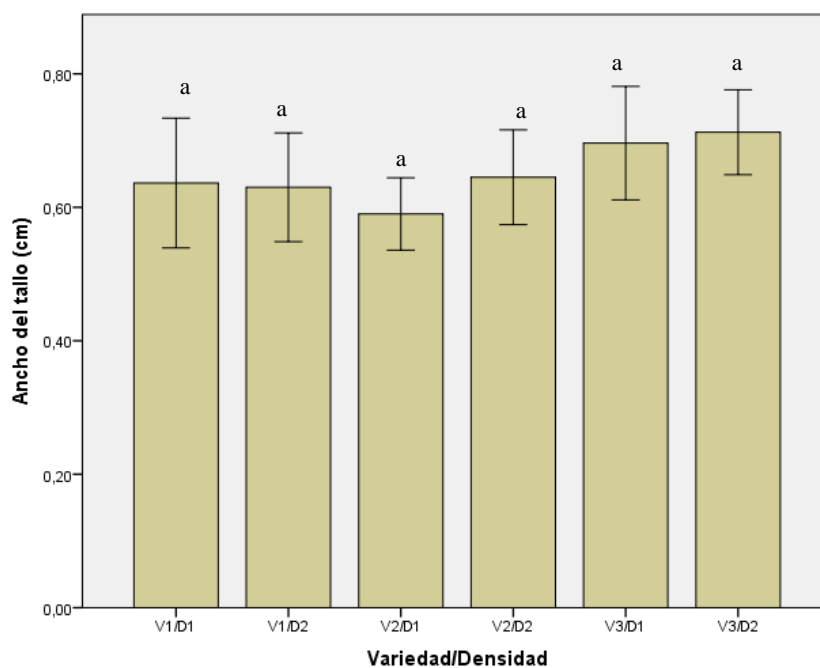


Gráfico 6 Ancho del tallo para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra. V1: Clearwater, V2: Gander's Rhapsody, V3: Purple Flag. D1: 50 bulbos/m², D2: 166 bulbos/m². Las letras sobre las barras representan medias iguales según el análisis ANOVA con la Prueba de Tukey 5%. El * sobre la barra horizontal representa diferencias significativas entre las dos densidades de una misma variedad usando prueba t de Student para muestras independientes. Se muestra una desviación estándar para cada medida.

Largo de botón en las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra

Al comparar el largo del botón no mostró diferencia significativa entre los seis tratamientos en estudio. Entre las densidades de la variedad Purple Flag, la densidad de 166 bulbos/m², demostró tener botnoes de largo mayor que la densidad de 50 bulbos/m² (Gráfico 7).

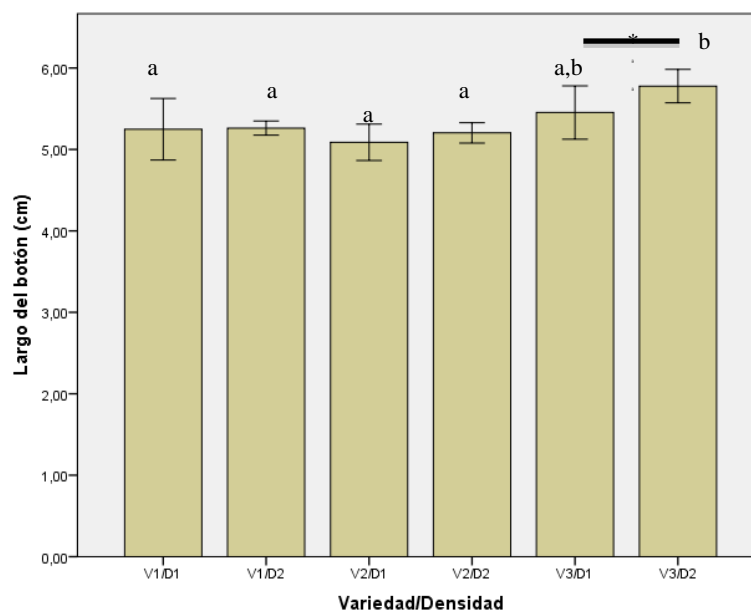


Gráfico 7 Largo de botón para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra. V1: Clearwater, V2: Gander's Rhapsody, V3: Purple Flag. D1: 50 bulbos/m², D2: 166 bulbos/m². Las letras sobre las barras representan medias iguales según el análisis ANOVA con la Prueba de Tukey 5%. El * sobre la barra horizontal representa diferencias significativas entre las dos densidades de una misma variedad usando prueba t de Student para muestras independientes. Se muestra una desviación estándar para cada medida.

Ancho del botón de las tres variedades de tulipán en las dos densidades de siembra

El ancho de botón demostró diferencia entre las variedades. Donde la el tratamiento V1D2 de la variedad Clearwater tuvo botones con un ancho mayor que los del tratamiento V1D1, aunque los resultados para esta variable no fueron significativos estadísticamente. Los botones de la variedad G.Rhapsody, tuvieron un ancho similar a los del tratamiento V1D1 de la variedad Clearwater. La variedad Purple Flag tuvo los botones con menor ancho a la cosecha (Gráfico 8).

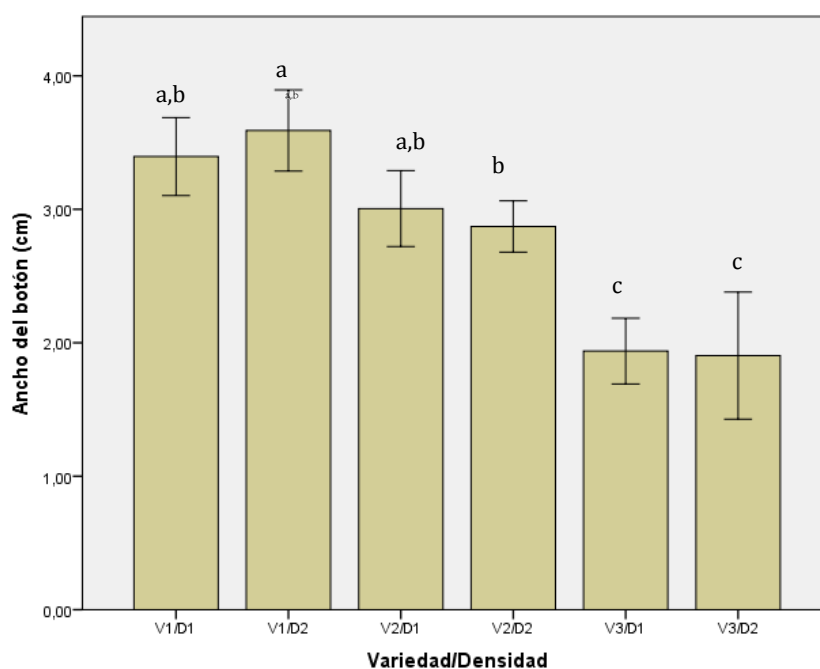


Gráfico 8 Ancho de botón para las tres variedades con sus diferentes densidades de siembra. V1: Clearwater, V2: Gander's Rhapsody, V3: Purple Flag. D1: 50 bulbos/m², D2: 166 bulbos/m². Las letras sobre las barras representan medias iguales según el análisis ANOVA con la Prueba de Tukey 5%. El * sobre la barra horizontal representa diferencias significativas entre las dos densidades de una misma variedad usando prueba t de Student para muestras independientes. Se muestra una desviación estándar para cada medida.

Vida en florero

La prueba de vida en florero se analizó en cada una de las variedades en estudio, cada una de ellas fueron cosechadas y recibieron un proceso post-cosecha y una simulación del transporte que se realizaría normalmente. No se encontró diferencia entre los días de vida en florero entre los tallos de la densidad de 50 bulbos/m² de los de 166 bulbos/m². Se pudo observar que las tres variedades no mostraron diferencia entre las densidades pero sí existió diferencia marcada entre las variedades a una temperatura promedio de 17 ° C y humedad relativa de 65%.

Las flores de las tres variedades no demoraron en obtener el color característico de la variedad después de tres días, como se puede observar en la Gráfico 9, A-B y C. En el caso de la variedad Clearwater, estas mostraron un alargamiento de los tallos exagerado y la apertura del botón muy notoria al final de la prueba que duró un total de 11 días (Gráfico 9). En el día 7 las flores mostraron estar erectas y con su mejor aspecto. Finalmente en el día 11, las flores se mostraron alargadas y los botones muy abiertos, como se puede observar en el gráfico 10-A. Determinándose que el grado de marchitez tanto del botón y del follaje/tallo era de 3.

La variedad Gander's Rhapsody, inició la prueba con el mismo punto de corte que las otras variedades y mostró tener un crecimiento del botón mediano y el momento en que se mostraron con mejor aspecto fue en el día 6, como se observa en el gráfico 10-B. El total de días en florero fue de 10 (Gráfico 9), donde las flores presentaron un estado de marchitez de 4 considerando el estado del botón. Esto se debe a que los pétalos se cayeron y en follaje/tallo un grado de marchitez de 3, ya que mostraron parte del follaje de color amarillo.

La variedad Purple Flag, tuvo un total de 12 días de vida en florero, mostrando un crecimiento normal del tallo, sin llegar a doblarse (Gráfico 9). El momento en que las flores mostraron mejor aspecto, fue en el día 9 (Gráfico 10-C). Sin embargo, al final el follaje estuvo muy amarillo, con un índice de marchitez de 4. En cuanto al botón, este mostró

crecimiento, pero se mantuvo cerrado hasta el final de la prueba, con un nivel de marchitez de

1. Adicionalmente, existió cierta decoloración del botón, sin pérdida de pétalos.

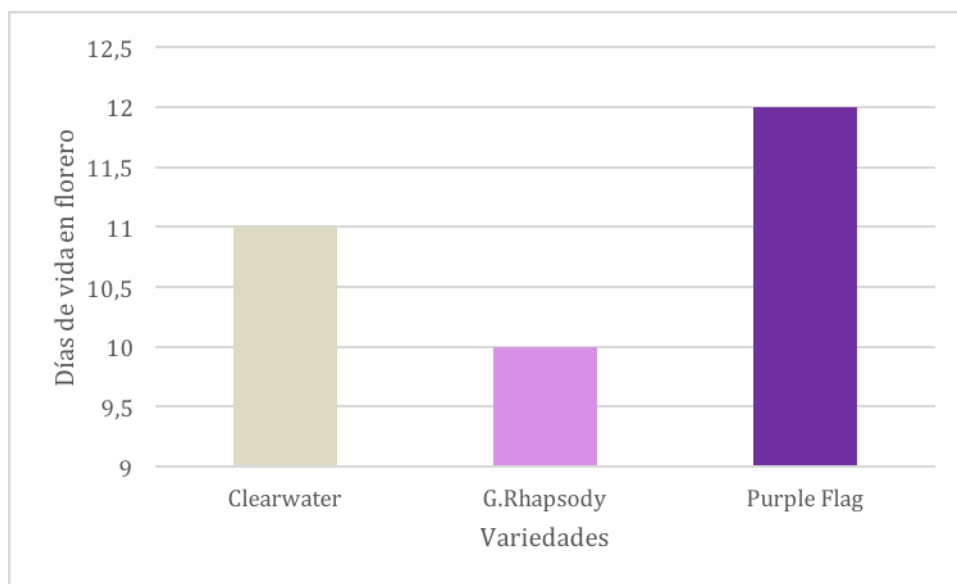


Gráfico 9 Vida en florero de las tres variedades de tulipán, a un Temperatura promedio de 17 C y 65% de Humedad Relativa

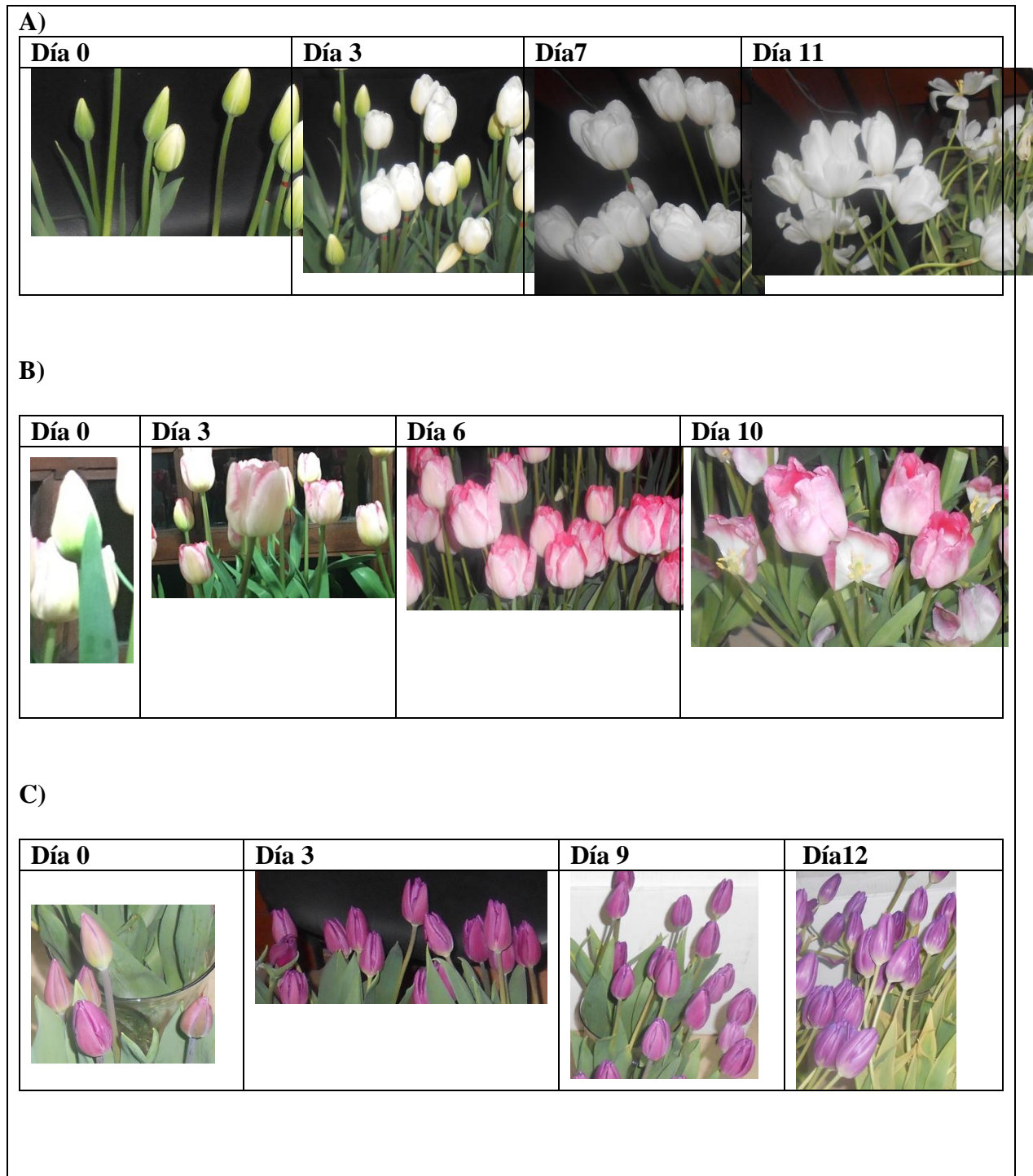


Gráfico 10 Imágenes de la vida en florero de las tres variedades de tulipán, desde el día de siembra; botón al 100% con color; mejor aspecto de la flor; día que se consideraron marchitas a las flores. A) Clearwater B) Gander's Rhapsody C) Purple Flag

7. Discusión

Los datos obtenidos permitieron encontrar diferencia en los dos factores de estudio, pues las tres variedades de tulipán demostraron diferencias importantes entre ellas a lo largo de todo el ciclo del cultivo. A pesar de pertenecer al mismo grupo o clase, estas variedades Triumph demostraron desigualdad en el tamaño de planta, ancho y alto del tallo, sus días a la cosecha y en la vida en florero. En la densidad, que fue el segundo factor en estudio, se encontró diferencia dentro de las variedades, en aquellos tratamientos con mayor densidad. Este hallazgo concuerda con los resultados obtenidos por Rees y Turquand (1969) y Timmer y Van der Valk (1973).

En cuanto al crecimiento a lo largo del ciclo, la blanca tuvo un mayor crecimiento desde la primera semana en la fase de enraizamiento. La variedad rosada tuvo un crecimiento similar, mientras la morada no presentó crecimiento notorio durante la primera fase del ciclo y el inicio de la segunda. A partir de la segunda semana de la etapa de invernadero, las tres variedades crecieron de manera lineal hasta el día de la cosecha. Un efecto similar ocurrió en el crecimiento diferencial diario, donde a partir del día 22 del ciclo, los picos de crecimiento aumentaron y de ese punto en adelante, las plantas alcanzaron su mayor tamaño. Es importante mencionar que la densidad sí marcó una tendencia creciente en el crecimiento diario, pues los picos promedio de las plantas con mayor densidad eran mayores a los de las plantas con densidad menor y al no haber estudios del efecto de la densidad en el crecimiento diario estos datos son de importancia.

Las curvas de crecimiento diferencial semanal muestran un crecimiento exponencial, desde el inicio del cultivo en la fase de enraizamiento hasta la segunda de la fase de invernadero. Pues a la tercera semana se forma una meseta y se produce una caída en el crecimiento de las plantas, ya que coincide con la aparición de los botones florales de las variedades blanca y rosada. Por otro lado, la variedad morada presentó un retraso en el

crecimiento que supo recuperar a partir de la semana 3, donde se produjo un crecimiento exponencial, sin formar la meseta como las demás variedades, pero existiendo la caída del crecimiento dentro de la semana 5, que coincidió con la floración. Posteriormente a la floración, se vuelve a dar un aumento en los picos de crecimiento durante la transición de semana 5 a 6, para posteriormente mostrar una caída en el crecimiento semanal hasta la semana de cosecha. Según el estudio de Aoki y Yoshino, no existió diferencia en los días de floración de los cultivares estudiados a diferentes densidades, lo que se evidenció dentro de las tres variedades estudiadas.

Los picos crecimiento semanal permiten identificar los momentos en los que se debería realizar mayores aplicaciones de nitrato de calcio para fortalecer el crecimiento acelerado de los tallos y la aplicación de potasio durante la semana que se produce la meseta, pues coincide con la aparición de los botones florales.

El largo del tallo fue mayor para la variedad blanca, seguido por variedad rosada y finalmente la variedad morada. A pesar de que las tres variedades entran en el rango del tamaño del tallo del grupo Triumph, estas sí mostraron diferencia entre las densidades de siembra de cada variedad. De esta manera, se confirma el resultado de Timmer y Van der Valk (1973), donde demuestran que el largo del tallo reacciona drásticamente con la densidad de siembra, al igual que el peso del tallo. Es así, que para las variedades Clearwater y Purple Flag existió significancia estadística para el largo del tallo, mientras que para la otra variedades no se identificó significancia estadística importante. Este efecto se pudo notar claramente entre los tratamientos V1D1- V1D2 y V3D1-V3D2, pertenecientes a la variedad Clearwater y Purple Flag respectivamente. No obstante, al igual que Timmer y Van der Valk (1973) establecen, el origen de esas diferencias no se puede atribuir directamente a la densidad, ya que se deberían incluir otros factores en el análisis como la calidad del suelo o las diferentes temperaturas del aire para determinar el origen de la causalidad.

Asimismo, se mostró un comportamiento similar para el alto de la planta, donde sí se encontró significancia estadística entre densidades para la variedad Clearwater y Gander's Rhapsody. A pesar de existir diferencia entre variedades del largo del tallo, y diferencias puntuales entre densidades de las mismas variedades, el ancho del tallo no tuvo diferencia significativa entre variedades y densidades dentro de las variedades. Esto confirma los resultados presentados por Aoki y Yoshino (1983), que muestra un estudio con tres densidades de siembra (Media, baja y alta), donde la densidad alta mostró una tendencia en el crecimiento de los tallos y altura de planta. El ancho del tallo está posiblemente relacionado con el calibre del botón, pues es comprobado que bulbos de mayor calibre producirán flores de mejor calidad de tallo y de botón tal como lo expone un informe de Maryland Cooperative Extension. Este informe resalta que los bulbos óptimos para producir presentan un calibre de 12/+cm, ya que bulbos pequeños generarán tulipanes con flores pequeñas y tallos cortos.

En cuanto al largo de botón, la variedad tres muestra un crecimiento ligeramente mayor en comparación a los demás tratamientos. Dentro de la variedad Purple Flag, el tratamiento V3D2, el de mayor densidad de siembra, tiene mayor tamaño de botón que el tratamiento V3D1. Lo que demuestra que el aumentar la densidad de siembra favorece a la calidad de la flor en contraste con los resultados obtenidos al estudiar densidades de siembra altas del cultivar Aplerdoorn, mientras en otros cultivares del mismo estudio la densidad no afecta la calidad del botón. De la misma manera se confirma los resultados de Aoki y Yoshino (1983), donde se expuso que no todos los cultivares son afectados por la densidad de siembra, pues los botones de los demás tratamientos no mostraron diferencia estadística de importancia. Por otro lado, el ancho de botón mostró tener diferencia significativa entre variedades, pero no entre las diferentes densidades. De esta manera, al observar que la densidad de siembra no afecta significativamente al tamaño del botón en la mayoría de variedades (solamente en una variedad de las tres estudiadas), es evidente entonces que el

aumentar la densidad de siembra o el número de tulipanes sembrados por metro cuadrado no afectará a la calidad de los tulipanes de ciertos cultivares. A diferencia de algunos estudios realizados en otras flores como el crisantemo donde la densidad de siembra sí afecta significativamente a la calidad de la flor. Prieto et al. (1986) tras analizar dos variedades de crisantemo evidenciaron que existe un costo de oportunidad entre la calidad y cantidad. Si bien existía mayores rendimientos en términos de producción con una mayor densidad de siembra, las flores no cumplía con los requisitos de diámetro de flor (Prieto, Escobar, & Posada, 1986).

Para la vida en florero, se observó un comportamiento diferente por variedad, pero no existió diferencia marcada entre las densidades. Para la variedad 1 o blanca, constó de un crecimiento de los tallos y botones, con un total de 11 días de vida en florero, día en el que se mostró claramente la marchitez de las flores. En el caso de la variedad 2, no existió un crecimiento notorio de los tallos y los botones crecieron. Sin embargo, es importante mencionar que se abrieron y los pétalos se cayeron al día 10. Asimismo esta variedad mostró cierto amarillamiento del follaje. La variedad tres mostró el mejor comportamiento con un total de 12 días de vida en florero. Los tallos no crecieron y los botones se mantuvieron cerrados hasta el final de la vida en florero. No obstante, en esta última etapa mostró amarillamiento del follaje y tallo. Este estudio de vida en florero se realizó a temperatura promedio de por las mañanas y temperaturas más bajas por las noches y con una humedad relativa de 65%. Estos parámetros permitieron aumentar en por lo menos 2 días a lo que la empresa proveedora de bulbos Haakman B.V recomienda, que es 7 días de vida en florero con una temperatura máxima de 18 C.

8. Conclusiones.

Este ensayo permitió aceptar la hipótesis planteada pues mayor densidad de siembra existió cambios en el tamaño de las plantas, lo que permitiría sembrar mayor cantidad de tulípanes por metro cuadrado ya que la densidad no afecta a la calidad de la flor.

La variedad Clearwater sembrada a mayor densidad produjo las plantas con mayor tamaño, mientras que la variedad Gander's Rhapsody tuvo el ciclo de cultivo mas corto. La variedad rosada muestra tener un crecimiento uniforme y además el tiempo a la cosecha es el más corto. Esto permitiría un mejor manejo y un costo menor, debido al menor tiempo dentro de la fase de invernadero.

El tiempo a la cosecha tuvo gran diferencia entre las tres variedades, siendo la variedad rosada aquella de ciclo más corto, ya que se cosechó al finalizar la semana 8, seguido por la variedad blanca y morada que se cosecharon en las semanas 9 y 10 respectivamente.

Se obtuvo tallos más largos en la densidad mayor (166 bulbos/m²), pero se demostró estadísticamente que solamente en la variedad Clearwater y Purple Flag, el efecto fue significativo.

En cuanto al largo de botón, no se observó diferencia entre las variedades. Así se determinó que no existe relación entre el tamaño del botón con la densidad de siembra, aunque existió significancia estadística para la variedad número tres al comparar las densidades. Existió el mismo efecto para el ancho del botón que mostró ser una variable dependiente de cada variedad y relacionada con el calibre del bulbo.

Asimismo, se logró evaluar la vida en florero de las tres variedades y se concluyó que no existe relación entre la densidad de siembra y vida en florero. La variedad Purple flag tuvo la mayor vida en florero. Esto debido a que la flor no se abrió y los tallos no crecieron como sucedió en las otras variedades en análisis.

El mercado de flores de corte se ha vuelto más exigente, la mejor variedad por la estabilidad en vida en florero es la Purple Flag. Esta variedad cumplió 12 días en florero sin presentar cambios importantes en el botón. A pesar de que esta variedad tuvo un crecimiento poco uniforme, produjo flores aptas para el corte, de tamaño medio y de buen aspecto para su comercialización.

Tabla 4 Resumen de las variables para definir la mejor variedad del ensayo

Variable	Categoría		
	1	2	3
Largo del tallo	Clearwater	G. Rhapsody	P. Flag
Ancho del tallo	-	-	-
Largo del botón	P. Flag	Clear water	G. Rhapsody
Ancho de botón	Clearwater	G. Rhapsody	P. Flag
Vida en florero	P. Flag	G. Rhapsody	P. Flag
Ciclo de cultivo (corto)	P. Flag	Clear water	G. Rhapsody

9. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar las variedades ya estudiadas preparadas en 5 °C y 9°C, con el fin de obtener el tratamiento óptimo para el cultivo de tulipán en el Ecuador.
- Realizar la evaluación de de diferentes porcentajes de sombra y su interacción con la densidad de siembra óptimos para el Ecuador.
- Evaluar diferentes dosis de aplicación de fertilizante en el cultivo de tulipán en gavetas.
- Medir la firmeza del tallo.

10. Referencias

- Craigmyle, M. (2003). *Perennials*. Cordwainers, Reino Unido: Colin Gower Enterprises.
- Buchman, J. (SF). *Flower bulb forcing potted plants and cut flower*. (W. Miller, Ed.)
Obtenido de https://www.netherlandbulb.com/_ccLib/attachments/pages/Service+Bulletin+Tulips+Daffodils+Hyacinths.pdf
- Cortez, P. (Marzo de 2014). *Bulbos de flor : Un potencial interesante*. Obtenido de ODEPA: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1395157496bulbosDeFlor.pdf
- Tulips.com. (2015). *Roozen Garden*. Obtenido de http://www.tulips.com/bulbs_life_of
- Mukherjee, D., & Dhyani, D. (2002). Bulb production in lilies and tulips. Obtenido de http://www.ihbt.res.in/TechBrochure/Lilies_n_Tulips.pdf
- Martinez, S. (2003). *Analisis de Mercado y estudio tecnico- Economico de produccion de bulbos de tulipan*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fam385a/pdf/fam385a-TH.5.pdf>
- Granneman, W. (s.f.). *The Forcing of Tulips*. Obtenido de <http://www.ruigrokflowerbulbs.com/wp-content/uploads/2016/05/Forcing-tulips.pdf>
- Vidalie, H. (1992). *Producción de flores y plantas ornamentales*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Maryland Cooperative Extension. (s.f.). *Production of tulips as cut flowers*. Obtenido de Fact Sheet: <http://www.wnc.edu/files/departments/ce/sci/04potacf.pdf>
- Larson, R. (1998). *Introducción a la floricultura* (1ra Edición ed.). (L. Westrop, Trad.) México, México.
- A.Rees, & Turquand, E. (1969). *Effects of Planting Density on Bulb Yield in the Tulip*. Obtenido de https://sci-hub.cc/https://www.researchgate.net/publication/271953834_Effects_of_Planting_Density_on_Bulb_Yield_in_the_Tulip
- Atlas, W. (2016). *World Atlas*. Obtenido de Global Leaders In Cut Flower Exports: <http://www.worldatlas.com/articles/global-leaders-in-cut-flower-exports.html>
- BBC. (2016). *Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo*.
- Pro Ecuador . (2013). *Analisis Sectorial de Flores*. Obtenido de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf

- Expoflores. (Febrero de 2016). *Expoflores*. Obtenido de <https://sway.com/Q4zfIRWo1flho5QJ>
- KLS. (2017). *Tulips in Holland or the Netherlands*. Obtenido de <http://www.ksl.com/?nid=359&sid=22443229>
- Buschman, J. (2005). *Globalization-Flower- Flower Bulbs- Bulb flowers*.
- The Netherlands and you. (2017). Obtenido de Tulip production op to 2 billion pieces: <https://www.netherlandsandyou.nl/your-country-and-the-netherlands/slovenia/news/2017/01/18/tulip-production-op-to-2-billion-pieces>
- Rabobank. (Enero de 2015). The Netherlands remains the largest player in floriculture worldwide. The Netherlands.
- Workman, D. (2017). *World's top exports*. Obtenido de <http://www.worldstopexports.com/flower-bouquet-exports-country/>
- Haakman Flowerbulb B.V. (2016). Obtenido de <http://www.haakman.com/>
- ibulb. (s.f.). *US ibulb*. Obtenido de <http://us.ibulb.org/275/the-flower-bulb-sector-within-an-international-perspective.html>
- Anthos, R. (2017). For and by the trade.
- PROEcuador. (2017). Obtenido de PROEcuador: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/>
- GOB, E. (s.f.). *Gobierno de la provincia de Pichincha- Caracterizacion Cantonal y Parroquial*. Obtenido de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/3mejia/79_cantonmejia.pdf
- A.Rees, & Briggs, J. (1974). *Optimum Planting Densities for Tulips Grown in Ridges in the Field*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/298729065_Optimum_Planting_Densities_for_Tulips_Grown_in_Ridges_in_the_Field
- Steinberg, A. (2008). *The plant expert*. Obtenido de <http://www.theplantexpert.com/springbulbs/Tulip3Triumph.html>
- Valk, G. V., & Timmer, M. (1973). *Plant density in relation to tulip bulb*. Obtenido de <file:///Volumes/NO%20NAME/PLANT%20DENSITY%20IN%20RELATION%20O T%20TULIP%20BULB%20GROWTH.pdf>
- Demir, K., Baskent, A., & Halloman, N. (2006). *EFFECTS OF DIFFERENT SUBSTRATES ON GROWTH OF TULIP BULBS UNDER RING CULTURE*. Obtenido de http://www.actahort.org/books/937/937_120.htm

- Leon, A., Prins, T., Empel, J. V., & Tuy, J. V. (s.f.). *Differences in epicuticular wax layer in tulip can influence resistance to Botrytis Tulipae*. Obtenido de Plant Research International: http://www.liliumbreeding.nl/Poster_Tuy11.pdf
- Floralife. (2016). *Floralife the art of flower care*. Obtenido de Floralife: <http://www.floralife.com/en/carehandling/flower/49>
- Exports, G. L. (2016). Obtenido de <http://www.worldatlas.com/articles/global-leaders-in-cut-flower-exports.html>
- Pro Ecuador Instituto de Promoción de Exportaciones E Inversiones. (2013). *Análisis Sectorial de Flores*. Obtenido de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf
- MINEP . (2005). Obtenido de http://www.inces.gob.ve/wrappers/AutoServicios/Aplicaciones_Intranet/Material_Formacion/pdf/ALIMENTACION/ELABORADOR%20DE%20PRODUCTOS%20CARNICOS%2021412131/CUADERNOS/ELABORACION%20DE%20CHARCUTERIA.pdf
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Comercio Exterior, Consultas totales por Nandina*. Obtenido de Banco Central del Ecuador: <https://www.bce.fin.ec/comercioExterior/comercio/consultaTotXNandinaPaisConGrafico.jsp>

11. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Prueba de Tukey para largo de tallo de las tres variedades	53
Anexo 2 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 1	53
Anexo 3 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 2	54
Anexo 4 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 3	54
Anexo 5 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán	54
Anexo 6 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 1	55
Anexo 7 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 2	55
Anexo 8 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 3	56
Anexo 9 Prueba de Tukey para el ancho del tallo en las tres variedades.....	56
Anexo 10 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 1	57
Anexo 11 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 2	57
Anexo 12 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 3	57
Anexo 13 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán	58
Anexo 14 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 1	58
Anexo 15 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 2.....	58
Anexo 16 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 3.....	59
Anexo 17 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán	59
Anexo 18 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 1	59
Anexo 19 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 2	60
Anexo 20 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 3	60
Anexo 21 ANOVA para la altura de planta para las tres densidades de tulipán (DBCA Factorial 3x2).....	61
Anexo 22 ANOVA para el largo del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2).....	61
Anexo 23 ANOVA para el ancho del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2).....	61
Anexo 24 ANOVA para el ancho del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2).....	62
Anexo 25 ANOVA para el ancho del botón para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2).....	62
Anexo 26 Curvas de crecimiento diferencial diario para las tres variedades de tulipán.....	60

Anexo 1 Prueba de Tukey para largo de tallo de las tres variedades

Subconjuntos homogéneos

Largo del tallo (cm)

HSD Tukey^a

Variedad/Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
V3/D1	8	28,7150		
V3/D2	8	32,3338		
V2/D1	8		39,6513	
V2/D2	8		40,5375	
V1/D1	8			51,9887
V1/D2	8			54,8987
Sig.		,148	,990	,354

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Anexo 2 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 1

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del tallo (cm) V1/D1	8	51,9887	1,44701	,51160
V1/D2	8	54,8987	1,50412	,53179

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	,646	,435	-3,944	14	,001	-2,91000	,73792	-4,49268	-1,32732
	No se asumen varianzas iguales			-3,944	13,979	,001	-2,91000	,73792	-4,49291	-1,32709

Anexo 3 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 2

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del tallo (cm) V2/D1	8	39,6513	5,36343	1,89626
V2/D2	8	40,5375	3,61645	1,27861

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	,950	,346	-,388	14	,704	-,88625	2,28706	-5,79150	4,01900
	No se asumen varianzas iguales			-,388	12,275	,705	-,88625	2,28706	-5,85698	4,08448

Anexo 4 Prueba T para largo de tallo entre las dos densidades de siembra la variedad 3

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del tallo (cm) V3/D1	8	28,7150	1,71011	,60462
V3/D2	8	32,3338	1,08926	,38511

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	6,168	,026	-5,048	14	,000	-3,61875	,71685	-5,15624	-2,08126
	No se asumen varianzas iguales			-5,048	11,877	,000	-3,61875	,71685	-5,18242	-2,05508

Anexo 5 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán

Subconjuntos homogéneos

Alto de la planta (cm)

HSD Tukey^a

Variedad/Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
V3/D1	8	34,1687		
V3/D2	8	38,1113		
V2/D1	8		44,7375	
V2/D2	8		45,7413	
V1/D1	8			57,2375
V1/D2	8			60,1625
Sig.		,086	,981	,337

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Anexo 6 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 1

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Alto de la planta (cm) V1/D1	8	57,2375	1,12496	,39773
V1/D2	8	60,1625	1,48895	,52642

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Alto de la planta (cm)	Se asumen varianzas iguales	2,807	,116	-4,433	14	,001	-2,92500	,65978	-4,34009	-1,50991
	No se asumen varianzas iguales			-4,433	13,028	,001	-2,92500	,65978	-4,35007	-1,49993

Anexo 7 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 2

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Alto de la planta (cm) V2/D1	8	44,7375	5,31641	1,87963
V2/D2	8	45,7413	3,59317	1,27038

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Alto de la planta (cm)	Se asumen varianzas iguales	,964	,343	-.442	14	,665	-1,00375	2,26867	-5,86957	3,86207
	No se asumen varianzas iguales			-.442	12,291	,666	-1,00375	2,26867	-5,93381	3,92631

Anexo 8 Prueba T para el alto de la planta entre las dos densidades de la variedad 3

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Alto de la planta (cm) V3/D1	8	34,1687	1,83128	,64746
V3/D2	8	38,1113	1,12932	,39927

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Alto de la planta (cm)	Se asumen varianzas iguales	5,204	,039	-5,183	14	,000	-3,94250	,76067	-5,57397	-2,31103
	No se asumen varianzas iguales			-5,183	11,651	,000	-3,94250	,76067	-5,60537	-2,27963

Anexo 9 Prueba de Tukey para el ancho del tallo en las tres variedades

Subconjuntos homogéneos

Ancho del tallo (cm)

HSD Tukey^a

Variedad/Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
V2/D1	8	,5900	
V1/D2	8	,6300	,6300
V1/D1	8	,6363	,6363
V2/D2	8	,6450	,6450
V3/D1	8	,6963	,6963
V3/D2	8		,7125
Sig.		,083	,282

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Anexo 10 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 1

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del tallo (cm) V1/D1	8	,6363	,09724	,03438
V1/D2	8	,6300	,08142	,02878

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	,014	,907	,139	14	,891	,00625	,04484	-,08992	,10242
	No se asumen varianzas iguales			,139	13,581	,891	,00625	,04484	-,09020	,10270

Anexo 11 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 2

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del tallo (cm) V2/D1	8	,5900	,05425	,01918
V2/D2	8	,6450	,07091	,02507

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	,118	,737	-1,742	14	,103	-,05500	,03157	-,12270	,01270
	No se asumen varianzas iguales			-1,742	13,103	,105	-,05500	,03157	-,12314	,01314

Anexo 12 Prueba T para el ancho del tallo entre las dos densidades de la variedad 3

Prueba T

Estadísticas de grupo

Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del tallo (cm) V3/D1	8	,6963	,08501	,03006
V3/D2	8	,7125	,06364	,02250

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del tallo (cm)	Se asumen varianzas iguales	1,337	,267	-,433	14	,672	-,01625	,03754	-,09678	,06428
	No se asumen varianzas iguales			-,433	12,971	,672	-,01625	,03754	-,09738	,06488

Anexo 13 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán

Subconjuntos homogéneos

Largo del botón (cm)

HSD Tukey^a

Variedad/Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
V2/D1	8	5,0873	
V2/D2	8	5,2034	
V1/D1	8	5,2481	
V1/D2	8	5,2623	
V3/D1	8	5,4535	5,4535
V3/D2	8		5,7777
Sig.		,052	,112

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Anexo 14 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 1

Prueba T

Estadísticas de grupo

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del botón (cm)	V1/D1	8	5,2481	,37794	,13362
	V1/D2	8	5,2623	,08625	,03049

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	4,106	,062	-,103	14	,919	-,01412	,13706	-,30808	,27983
	No se asumen varianzas iguales			-,103	7,727	,921	-,01412	,13706	-,33213	,30388

Anexo 15 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 2

Prueba T**Estadísticas de grupo**

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del botón (cm)	V2/D1	8	5,0873	,22304	,07886
	V2/D2	8	5,2034	,12474	,04410

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	3,555	,080	-1,285	14	,220	-,11610	,09035	-,30988	,07769
	No se asumen varianzas iguales			-1,285	10,989	,225	-,11610	,09035	-,31498	,08279

Anexo 16 Prueba T para el largo de botón entre densidades de la variedad 3**Prueba T****Estadísticas de grupo**

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Largo del botón (cm)	V3/D1	8	5,4535	,32704	,11563
	V3/D2	8	5,7777	,20559	,07269

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Largo del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	1,783	,203	-2,374	14	,032	-,32425	,13658	-,61718	-,03132
	No se asumen varianzas iguales			-2,374	11,785	,035	-,32425	,13658	-,62243	-,02607

Anexo 17 Prueba de Tukey para las tres variedades de tulipán**Subconjuntos homogéneos****Ancho del botón (cm)**HSD Tukey^a

Variedad/Densidad	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
V3/D2	8	1,9038			
V3/D1	8	1,9375			
V2/D2	8		2,8713		
V2/D1	8		3,0050	3,0050	
V1/D1	8			3,3950	3,3950
V1/D2	8				3,5900
Sig.		1,000	,954	,146	,809

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

Anexo 18 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 1

Prueba T**Estadísticas de grupo**

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del botón (cm)	V1/D1	8	3,3950	,29160	,10309
	V1/D2	8	3,5900	,30440	,10762

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	,052	,823	-1,308	14	,212	-,19500	,14903	-,51464	,12464
	No se asumen varianzas iguales			-1,308	13,974	,212	-,19500	,14903	-,51470	,12470

Anexo 19 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 2**Prueba T****Estadísticas de grupo**

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del botón (cm)	V2/D1	8	3,0050	,28460	,10062
	V2/D2	8	2,8713	,19194	,06786

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	5,632	,032	1,102	14	,289	,13375	,12137	-,12656	,39406
	No se asumen varianzas iguales			1,102	12,276	,292	,13375	,12137	-,13003	,39753

Anexo 20 Prueba T para el ancho del botón entre las dos densidades de siembra de la variedad 3**Prueba T****Estadísticas de grupo**

	Variedad/Densidad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Ancho del botón (cm)	V3/D1	8	1,9375	,24616	,08703
	V3/D2	8	1,9038	,47605	,16831

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Ancho del botón (cm)	Se asumen varianzas iguales	,289	,600	,178	14	,861	,03375	,18948	-,37264	,44014
	No se asumen varianzas iguales			,178	10,493	,862	,03375	,18948	-,38576	,45326

Anexo 21 ANOVA para la altura de planta para las tres densidades de tulipán (DBCA Factorial 3x2)

FUENTES	gl	SC	CM	FCAL	0,05	0,01
TOTAL	47	4567,709743				
TRATAM	5	4222,78544	844,557088	108,0981814	2,44	3,49
Bloques	7	71,47383652	10,21054807	1,306888183	3,22	3,19
A	2	4122,364676	2061,182338	263,8188295	3,22	5,15
B	1	82,59565052	82,59565052	10,57174197	4,07	7,27
AB	2	17,82511354	8,912556771	1,140753174	3,22	5,15
ERROR EXP	35	273,4504659	7,812870455			

Anexo 22 ANOVA para el largo del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2)

FUENTES	gl	SC	CM	FCAL	0,05	0,01
TOTAL	47	4682,579019				
TRATAM	5	4330,315634	866,0631269	108,6662237	2,44	3,49
Bloques	7	73,3155346	10,4736478	1,314144108	3,22	3,19
A	2	4240,908649	2120,454324	266,0565459	3,22	5,15
B	1	73,33244859	73,33244859	9,201130979	4,07	7,27
AB	2	16,07453673	8,037268367	1,008447971	3,22	5,15
ERROR EXP	35	278,9478496	7,96993856			

Anexo 23 ANOVA para el ancho del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2)

FUENTES	gl	SC	CM	FCAL	0,05	0,01
TOTAL	47	0,329266667				
TRATAM	5	0,081941667	0,016388333	2,94111866	2,44	3,49
Bloques	7	0,0523	0,007471429	1,340853737	3,22	3,19
A	2	0,068629167	0,034314583	6,15823826	3,22	5,15
B	1	0,005633333	0,005633333	1,010981498	4,07	7,27
AB	2	0,007679167	0,003839583	0,689067641	3,22	5,15
ERROR EXP	35	0,195025	0,005572143			

Anexo 24 ANOVA para el ancho del tallo para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2)

FUENTES	gl	SC	CM	FCAL	0,05	0,01
TOTAL	47	4,965792449				
TRATAM	5	2,412143001	0,4824286	7,263098059	2,44	3,49
Bloques	7	0,22888378	0,032697683	0,492272797	3,22	3,19
A	2	1,936879332	0,968439666	14,58013114	3,22	5,15
B	1	0,275392156	0,275392156	4,146106249	4,07	7,27
AB	2	0,199871513	0,099935757	1,504560883	3,22	5,15
ERROR EXP	35	2,324765668	0,066421876			

Anexo 25 ANOVA para el ancho del botón para las tres variedades de tulipán (DBCA Factorial 3x2)

FUENTES	gl	SC	CM	FCAL	0,05	0,01
TOTAL	47	24,645725				
TRATAM	5	20,5665	4,1133	42,95127045	2,44	3,49
Bloques	7	0,727391667	0,103913095	1,085065387	3,22	3,19
A	2	20,3382875	10,16914375	106,1866733	3,22	5,15
B	1	0,001008333	0,001008333	0,010529064	4,07	7,27
AB	2	0,227204167	0,113602083	1,186238253	3,22	5,15
ERROR EXP	35	3,351833333	0,095766667			

Anexo 26 Curvas de crecimiento diferencial diario para las tres variedades de tulipán

