



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**TESIS DE MAESTRÍA EN CULTIVOS INTENSIVOS**

**EVALUACIÓN DE TÉCNICAS PARA SUPERAR LAS LIMITACIONES IMPUESTAS  
POR LA TEMPERATURA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE  
LISIANTHUS [*Eustoma grandiflorum* Raf.(Shinn)]**

Tesista: Ing. Agr. Paola M. Gabriel

Directora: Ing. M Sc. Marcela A. Buyatti

Co-directora: Ing. M Sc. Norma Micheloud

**Esperanza, Octubre de 2020**

*“Dedico esta tesis a mi hijo Valentino y a mi compañero Mauricio por ser mis motores para finalizar este trabajo.. Los amo”*

*A mis padres...*

*A mis suegros Magdalena y Héctor por cuidar con tanto amor y dedicación a mi bebé en reiteradas ocasiones para que yo pueda concluir este trabajo.. gracias*

## AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a mis directoras, las Ing. Agr. *Marcela Buyatti y Norma Micheloud* por su dedicación, esfuerzo y enseñanzas, muchísimas gracias.

A Marce también un gracias más que especial por sus enseñanzas, consejos y por confiar siempre en mí y por todas las oportunidades brindadas desde el inicio de mi carrera profesional.

A mis compañeras Norma, Melina, Alejandra y Marianela por el apoyo e incentivo constante y a cada uno que me motivó para que finalice este trabajo.

A los alumnos que me acompañaron en el trabajo de campo y recopilación de datos Mariana, Agustina, Mirna, Martín y Pamela por hermosos momentos compartidos y de aprendizaje mutuo.

A todo el equipo de Cultivos Intensivos de la Facultad de Ciencias Agrarias y a cada uno que aportó su granito de arena para que este trabajo finalice.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, por permitirme formarme en este nivel a favor de una mejor formación académica y profesional.

*Simplemente gracias...*

---

# **INDICE GENERAL**

---

## INDICE

INDICE.....	V
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Características relevantes del cultivo de “lisianthus” .....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Importancia comercial del cultivo de “lisianthus” .....	15
1.1.2. Descripción morfológica y reproducción de <i>Eustoma grandiflorum</i> .....	15
1.1.3. Híbridos comerciales.....	16
1.1.4. Exigencias edafo-climáticas.....	17
1.1.5. Desarrollo y manejo del cultivo .....	19
<b>1.2. Panorama económico del sector florícola mundial, nacional y local .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Control del arrosetamiento .....</b>	<b>25</b>
1.3.1. Vernalización previa al trasplante.....	25
1.3.2. Aplicación de AG <sub>3</sub> posterior al trasplante.....	28
<b>1.4. Planteo del problema .....</b>	<b>31</b>
<b>2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>34</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Objetivo general .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>36</b>
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1. Localización de la experiencia.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2. Material vegetal.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3. Acondicionamiento de plantines .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4. Tratamientos.....</b>	<b>40</b>
<b>4.5. Manejo del cultivo y cosecha .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6. Condiciones de ambientales.....</b>	<b>43</b>

<b>4.7. Variables registradas</b>	44
4.7.1. Variables morfológicas	44
4.7.2. Variables fisiológicas	45
4.7.3. Variables fenológicas	48
4.7.4. Variables de calidad de la vara floral	48
<b>4.8. Diseño experimental y análisis estadístico</b>	49
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	51
<b>5.1. Efecto de distintos periodos y temperaturas de vernalización sobre parámetros morfológicos, fisiológicos, fenológicos y de calidad.</b>	51
5.1.1. Condiciones ambientales	51
5.1.2. Variables morfológicas	52
5.1.3. Variable fisiológica	55
5.1.4. Variables fenológicas	58
5.1.5. Variables de calidad	62
<b>5.2. Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes dosis de giberelinas (AG<sub>3</sub>), en distintas fases del desarrollo del plantín, sobre el arrosetamiento y la calidad final de la vara floral.</b>	71
5.2.1. Condiciones ambientales	71
5.2.2. Variables morfológicas	72
5.2.3. Variable fisiológica	78
5.2.4. Variables fenológicas	81
5.2.5. Variables de calidad	84
<b>6. CONCLUSIONES</b>	92
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	95
<b>ANEXO I</b>	113
<b>ANEXO II</b>	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
<b>Figura N° 1:</b> Vista de la calidad comercial correspondiente al material genético utilizado, perteneciente a la firma Takii Seed, serie Arena®. a- Blue (ciclo corto); b-Arena white II (Ciclo intermedio) y, c- Rose IV (Ciclo largo).	39
<b>Figura N° 2:</b> Temperaturas máximas (T MAX), medias (T MED) y mínimas (T MIN) registradas en la cámara de crecimiento donde fueron expuestos los plantines a altas temperatura (> 25 °C) para inducir arrosetamiento. a- Acondicionamiento de plantines que fueron sometidos posteriormente a tratamientos con diferentes concentraciones de AG3. b- Acondicionamiento de plantines que fueron sometidos posteriormente a tratamientos de vernalización.	40
<b>Figura N° 3:</b> Contenedores (bandejas multiceldas) de plantines de “lisianthus” utilizados en la aplicación de los tratamientos de vernalización. a-Testigo o control (sin vernalizar). b- Tratamientos a temperaturas de 10 y 15 °C.	41
<b>Figura N° 4:</b> a- Estado de los plantines de “lisianthus” al momento del trasplante, con 2 pares de hojas totalmente desarrolladas. b- Ubicación de los plantines al momento del transplante a una distancia de 12,5 cm x 12,5 cm.	42
<b>Figura N° 5:</b> Momento de cosecha: a- Varas con 1 flores abiertas y pimpollos tomando el color característico del híbrido. b- varas con 2 flor abierta mínimo estado de cosecha.	43
<b>Figura 6:</b> Planta de “lisianthus” sin alargamiento de los entrenudos del tallo	44
<b>Figura N° 7:</b> Determinación de carbohidratos no estructurales: a-Recolección de material vegetal. b- Almacenamiento del material recolectado. c- Trituración del material con molinillo d. Trituración con mortero.	46
<b>Figura N° 8:</b> Obtención del extracto, a. Extracto en baño maría (100°C) por 15-20 minutos. b. sobrenadante en vaso de precipitado.	47
<b>Figura N° 9:</b> a- Obtención de la reacción para la determinación de carbohidratos solubles por el método colorimétrico. a- Extracto. b- Espectrofotómetro digital Hitachi® utilizado para las mediciones.	48
<b>Figura N° 10:</b> Altura de planta (cm) a los 48 DDT en respuesta a la interacción de los factores temperatura (10 y 15°C), Periodo de vernalización (Testigo, 2 y 4 semanas) e Híbrido Blue, Arena	52

White II y Rose IV. Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias entre medias, test DGC ( $p < 0,05$ ).

**Figura N° 11:** Efecto de la interacción entre los factores períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 53 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV) sobre las Plantas arrosadas (%). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ).

**Figura N° 12:** Contenido foliar de carbohidratos solubles (mg glucosa/g MS) en respuesta a los 56 factores aplicados: a-Temperatura (10 y 15 °C) y períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) b-Temperatura (10 y 15 °C) y los híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.

**Figura N° 13:** Efecto de los tratamientos de vernalización aplicados al cultivo de “lisianthus” sobre: 59 a-Días a pimpollo visible b-Días a floración en respuesta a los factores temperaturas (10 y 15 °C), híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV) y periodos de vernalización (Testigo, 2 y 4 semanas). Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura N° 14:** Largo de vara (cm) a cosecha, en respuesta a la interacción de los factores periodo de 63 vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura N° 15:** Peso fresco (gr) a cosecha de la vara floral, en respuesta a los factores temperatura (10 65 y 15 °C), periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura N° 16:** Número de flores (FL) a cosecha en respuesta a los factores en respuesta a los factores 66 temperatura (10 y 15 °C), periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura N° 17:** Número de pimpollos a cosecha en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), 67 periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura N° 18:** Número de tallos secundarios a cosecha en respuesta a los factores periodo de 69 vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

- Figura N° 19:** Efecto de la interacción entre la dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos en estudio (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre la variable altura de planta (cm) a los 105 DDT (días desde el transplante). Referencia: Letras distintas indican diferencias significativas, test DGC ( $p < 0,05$ ). 76
- Figura N° 20:** a-Carbohidratos solubles (mg glucosa/ g MS) foliares correspondiente a las diferentes dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y del híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC. 79
- Figura N° 21:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre a- Días a PV y b-Días a Floración. Referencias: Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ). 82
- Figura N° 22:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue- ciclo corto, Arena White II-ciclo intermedio, Rose IV-ciclo largo) sobre el largo de vara. Referencia: Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ). 85
- Figura N° 23:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de flores/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ). 87
- Figura N° 24:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de pimpollos/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ). 89
- Figura N° 25:** Efecto del momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), las dosis de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de tallos secundarios/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ). 90

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
<b>Tabla N° 1:</b> Temperaturas (°C) mensuales medias máximas y mínimas correspondientes al ciclo del cultivo comprendido desde el momento del transplante (25 de Noviembre de 2015) hasta la cosecha (20 de Marzo de 2016) de todos los tratamientos de vernalización realizados.	51
<b>Tabla N° 2:</b> Altura de planta (cm) y Plantas arrosietadas (%) en respuesta al efecto de la temperatura, periodo de vernalización e híbrido, a los 48 DDT (días desde el transplante), y resultados del p-valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.	55
<b>Tabla N° 3:</b> Efecto de la temperatura (10 y 15 °C), períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV) sobre el contenido foliar de carbohidratos solubles (mg glucosa/g MS) y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.	58
<b>Tabla N° 4:</b> Días (D) a pimpollo visible (PV) y floración (FL) en respuesta a los factores aplicados: niveles de temperatura (10 y 15°C), periodo de vernalización (Testigo, 2 y semanas) y resultado del 'p' valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.	62
<b>Tabla N° 5:</b> Parámetros de calidad de la vara evaluados al momento de cosecha: largo de vara: LV (cm), peso de vara: P (g), N° Flores: FL (FL.vara-1), N° Pimpollos: PIMP (PIMP.vara-1), N° tallos secundarios (TS.vara-1), en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), periodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV; y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.	71
<b>Tabla N° 6:</b> Temperatura mensual media máxima y mínima obtenida durante el ciclo del cultivo bajo invernadero en la localidad de Esperanza (Santa Fe), en el periodo comprendido entre Agosto y Enero correspondiente a los tratamientos de aplicación de AG <sub>3</sub> .	72
<b>Tabla N° 7:</b> Variables morfológicas: Altura de planta (cm) y plantas arrosietadas (%), registrados a los 105 DDT, en respuesta a los factores: M, momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), D: dosis de AG <sub>3</sub> (Testigo, 50, 100 y 250 ppm) y H: híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV), y resultado del 'p' valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.	75
<b>Tabla N° 8:</b> Efecto del momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), dosis de aplicación de AG <sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y del híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV), sobre la variable Mg de glucosa, gMS-1 y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y	80

sus interacciones.

**Tabla N° 9:** Días a pimpollo visible (PV) y floración (FL) en respuesta a los factores Momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), dosis de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) e híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV) y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones. 84

**Tabla N° 10:** Parámetros de calidad de la vara floral de “lisianthus”: L: largo de vara (cm), P: peso (g), FL: número de flores, PIMP: número de pimpollos y TS: n° de tallos secundarios) evaluados al momento de cosecha en función del momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) e híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV), y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones. 91

## RESUMEN

Diversos factores afectan el crecimiento del cultivo de “lisianthus”, especialmente las altas temperaturas, que inducen a la formación de una “roseta” en el periodo comprendido desde la siembra hasta el estado de 4 pares de hojas verdaderas, esto afecta el ciclo de cultivo, la calidad de la planta y la vara floral. El objetivo del trabajo fue desarrollar técnicas que permitan superar el efecto negativo de las temperaturas altas, para lograr varas florales que alcancen los estándares de calidad comercial. Se utilizaron 3 variedades: Blue (ciclo corto), Arena White II (ciclo intermedio) y Rose IV (ciclo largo). Los tratamientos realizados fueron: 1) exposición de plantines a temperaturas de 10 y de 15 °C por un periodo de 2 y 4 semanas, y 2) aplicación de AG<sub>3</sub> en dosis de testigo (sin AG<sub>3</sub>), 50, 100 y 250 ppm antes y después del transplante. Se evaluaron variables morfológicas, fisiológicas, fenológicas y de calidad de la vara. Los tratamientos realizados a baja temperatura (10 y 15°C) y aplicaciones de 250 ppm de AG<sub>3</sub> incrementaron la altura de planta y contenido de glucosa y redujeron el porcentaje de plantas arrosadas y le ciclo del cultivo. Tanto el tratamiento a bajas temperaturas como la aplicación de giberelinas, resultan favorables para ser utilizadas en condiciones de altas temperaturas y así obtener varas florales que cumplan con los estándares comerciales.

**Palabras claves:** “lisianthus”, plantines, arrosamiento, vernalización, giberelinas

---

## ABSTRACT

Several factors affect the growth of the lisianthus crops, especially the high temperatures, which induce the formation of a “rosette” in the period from planting to the state of 4 pairs of true leaves. This affects the crops cycle, the quality of the plant and the floral stick. The objective of the work was to develop techniques to overcome the negative effect of high temperatures, to achieve flower sticks that meet commercial quality standards. Three hybrids were used: Blue (short cycle), Arena White II (intermediate cycle) and Rose IV (long cycle). The treatments carried out were: 1) exposure of seedlings to temperatures of 10 and 15 ° C for a period of 2 and 4 weeks, and 2) application of AG<sub>3</sub> in control doses (without AG<sub>3</sub>), 50, 100 and 250 ppm before and after transplantation. Morphological, physiological, phenological and quality variables flower stalk were evaluated. The treatments carried out at low temperature (10 and 15 °C) and applications of 250 ppm of AG<sub>3</sub> increased the plant height and glucose content and reduced the percentage of rosetting plants and the crop cycle. Both the treatment at low temperatures and the application of gibberellins, are favorable to be used in conditions of high temperatures and thus obtain flower stalk that comply with commercial standards.

**Keywords:** “lisianthus”, seedlings, rosetting, vernalization, gibberellins

---

# INTRODUCCIÓN

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Características relevantes del cultivo de “lisianthus”

#### 1.1.1. Importancia comercial del cultivo de “lisianthus”

*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery (Gentianaceae) conocida como “lisianthus”, es una planta ornamental, cuyo interés actual en la producción radica en la gran diversidad de colores de las flores, su alta productividad y prolongada vida poscosecha (Fox, 1998). Estas características la convierten en una de las diez especies de flores de corte más demandadas a nivel mundial, con un elevado potencial de comercialización en el mercado nacional Argentino y de exportación (Cacaya y Eliana, 2014; Hernández-Pérez *et al.*, 2015; Maldonado y Contreras, 2005).

Considerando que “lisianthus” es un producto competitivo en el mercado y, al mismo tiempo, de mayor rentabilidad que la producción de otras flores frescas de corte, resulta en una oportunidad de abrir nuevos espacios para el crecimiento y aprovechamiento de las bondades de este producto (Cajilema Vinuesa, 2006).

#### 1.1.2. Descripción morfológica y reproducción de *Eustoma grandiflorum*

*Eustoma grandiflorum* posee un ciclo de vida anual o bianual (Chittenden, 1981; Everett, 1981; Halevy y Kofranek, 1984; Roh y Lawson, 1984; Domínguez *et al.*, 2009; Özkan y Ozen, 2016). Es nativa de Norteamérica y habita en praderas húmedas que van desde Nebraska hasta Colorado y Texas (Azuka *et al.*, 2008; Ohkawa, 1987; Ohkawa *et al.*, 1991). Esta especie forma una roseta de hojas sobre la que se desarrolla un tallo que puede superar los 100 cm de largo, en cuyo extremo aparecen las flores largamente pediceladas de 6 a 9 cm de diámetro y de colores entre el azul y el púrpura en las variedades silvestres (Ohkawa *et al.*, 1991; Melgares de Aguilar, 2002).

El “lisianthus” crece muy lentamente durante el invierno, con varas florales alargándose en la primavera, y floreciendo en verano (Roh *et al.*, 1989). La planta forma un tallo monopodial que se ramifica apicalmente después de la aparición de varias hojas verdaderas. El tallo principal

produce una flor terminal, mientras que otras flores continúan desarrollándose (Zaccai y Edri, 2002).

### **1.1.3. Híbridos comerciales**

Los mejoradores realizan un gran esfuerzo por introducir nuevas formas y colores, pero lo más importante es la obtención de híbridos que presenten plantas vigorosas, tallos largos, diámetro ancho, uniformidad de floración y resistencia a enfermedades.

Según Verdugo *et al.*, (2007) los híbridos se pueden dividir en:

#### **➤ Híbridos de ciclo corto**

Las mismas son recomendadas para temporadas de días cortos y primaverales. En este grupo se menciona a ‘Heidi’, que presenta flores sencillas con un número aproximado de 10 nudos. Las flores son grandes de tipo spray y uniformes, con una variedad de colores entre el blanco, rosa, púrpura y blanco con bordes purpuras.

Se destaca también ‘Echo’, que es la primera que tiene todas sus flores dobles en forma de conos. Presenta tallos fuertes, con aproximadamente 10 nudos, y existen nueve colores entre tonos rosados, blancos y violetas (Croft y Nelson, 1998; Sakata, 2002). Alvarado (1997) indica que la variedad ‘Echo’ es la que presenta un menor porcentaje de arrosamiento y la más alta sobrevivencia al repique y al transplante, en ensayos realizados en Quillota.

#### **➤ Híbridos de ciclo largo**

Son recomendadas para temporadas de días largos y alta intensidad lumínica, lo que permite que sus tallos florales sean más largos. Las variedades de “Lisianthus” presentes en este grupo son: ‘Flamenco’, la cual es de flor sencilla con 13 nudos, son un poco más grandes que la variedad ‘Heidi’, pero más robusta; ‘Mariachi’, tiene flores dobles con 13 nudos, la planta presenta un hábito de crecimiento erecto produciendo una gran cantidad de flores muy uniformes; y, por último,

‘Balboa’ que presenta flores dobles con seis colores diferentes y demora entre 11 y 14 semanas entre siembra y cosecha (Sakata, 2002; Croft y Nelson, 1998). Ensayos realizados en Quillota, Chile indicaron que la variedad ‘Flamenco’ fue la que presentó mayor porcentaje de arrosetamiento (24%) con respecto al resto de las variedades evaluadas (Alvarado, 1997).

#### **1.1.4. Exigencias edafo-climáticas**

##### **➤ Suelo**

En general, requiere terrenos de textura suelta con un alto contenido de arena y materia orgánica (7%) (Verdugo *et al.*, 2016). El encharcamiento es indeseable debido a que suele favorecer la aparición de enfermedades producidas por *Rhizoctonia sp.*, *Phytophthora sp.* y *Fusarium sp.*

Según Mascarini y Amado (2009), las características óptimas que deben reunir el suelo son:

- ✓ Textura: Suelta.
- ✓ Estructura: Buena porosidad y drenaje.
- ✓ pH: entre valores de 6,5 a 7,5.
- ✓ Salinidad: conductividad eléctrica hasta 1,5 mmhos/cm.

##### **➤ Agua**

Un aspecto muy importante, es el manejo del agua (Domínguez *et al.*, 2009). No se debe exceder de agua a las plantas de “lisianthus” debido a que son muy susceptibles a las pudriciones de raíz y de corona, por lo que es preciso mantener el medio bien drenado (Dole y Wilkins, 2005). No obstante, durante los primeros 30 días la planta no presenta desarrollo vegetativo, por lo cual en esta etapa es muy importante tener una buena humedad del suelo, ya que este periodo puede afectar su crecimiento posterior.

Entre los 30 a 60 días, se produce el desarrollo vegetativo y el crecimiento del tallo; por lo cual es recomendable que el suelo presente suficiente humedad, evitando el mojado de las hojas. A partir de los 60 días, el desarrollo de la planta empieza a sombrear el cantero, por lo cual es

recomendable hacer un manejo apropiado del riego, ya que está en la etapa más susceptible y cualquier exceso de humedad (del suelo o del ambiente) ocasiona altos índices de mortandad. A partir de los 90 días la planta alcanza un buen desarrollo y se empiezan a formar microclimas con mucha humedad, por lo que es preciso reducir al mínimo los riegos, haciéndolos más espaciados, para mantener una buena humedad en el suelo y desarrollo del cultivo (Domínguez *et al.*, 2009).

➤ **Luz**

Las plantas de “*lisianthus*” son heliófilas, es por ello que debe crecer en lugares bien soleados para su mejor crecimiento. La intensidad de luz es un factor importante para la producción de flores y el desarrollo de las plantas, ya que determina la longitud y rigidez del tallo, así como el tamaño, número y color de las flores. Con baja irradiación, los tallos son largos con mayor número de nudos, pero con menos flores, finos, débiles y más sensibles a enfermedades (Dole y Wilkins, 2005).

La respuesta fotoperiódica es dependiente del cultivar (Zaccai y Edri, 2002). Según Melgares de Aguilar (1996), la calidad y cantidad de flores por planta es mayor en épocas de días largos en comparación a épocas de días cortos.

➤ **Temperatura**

El cultivo debe realizarse siempre en invernadero, para evitar los efectos negativos de las inclemencias meteorológicas. Temperaturas diurnas de 30-35°C y nocturnas de 20-25°C provocan la formación sistemática de rosetas, lo que causa un acortamiento de entrenudos que evita que se forme escapo floral, esto implica que la floración nunca se produzca o bien, se retrase por un periodo prolongado (Verdugo *et al.*, 2016).

La sensibilidad a temperaturas superiores a 25°C es muy marcada en el período inmediato después de la germinación (Halevy y Kofranek, 1984) y hasta la formación del cuarto par de hojas. Se considera que si la planta formó cinco pares de hojas y no apareció el escapo floral, es que ya se formó la roseta. Para evitarlo, es necesario asegurar temperaturas diurnas de 23°C y nocturnas de

18°C, hasta la formación del tercer par de hojas, a partir de ese momento, la sensibilidad a las elevadas temperaturas disminuye (Harbaugh, 1995; Melgares de Aguilar, 1996; Ohkawa *et al.*, 1994).

Temperaturas entre los 5 y 20 °C son las más eficaces para inducir la elongación del vástago floral, sin embargo, temperaturas de 15°C por cuatro semanas son eficientes para plantas que presenten 4 hojas verdaderas y 10 °C por seis semanas para plantas que tienen ocho hojas verdaderas (Ohkawa *et al.*, 1994).

### **1.1.5. Desarrollo y manejo del cultivo**

#### **➤ Propagación**

La principal forma de propagación a nivel comercial es por semillas, las que germinan alrededor de los 10 a 15 días (Castillo-Gonzalez *et al.*, 2018) a temperaturas de 20 a 25 °C (Pérgola *et al.*, 1992). La reproducción por semilla es posible, con temperatura constante de entre 20 y 25 °C y se mantengan húmedas y expuestas a la luz. Cuando son sembradas a 24 °C, bajo condiciones de cultivo *in vitro*, las semillas germinan en aproximadamente 6 días y el primer par de hojas emergen después de 2 semanas (Pérgola *et al.*, 1992).

Las semillas son muy pequeñas (20.000 semillas por g), por ello es que se comercializan recubiertas (peletizadas) (Shön, 1997).

Para la germinación de semillas en la plantinera debe presentar los siguientes cuidados a nivel de plantinera:

a-) Debe sembrarse sin ser cubierta con sustrato, debido a que requiere luz en forma directa (Barbaro *et al.*, 2011).

b-) La humedad es un factor importante en el momento de la germinación, ya que ésta debe ser suficiente para romper la cápsula de la semilla recubierta. Para evitar deshidratación se debe utilizar un sistema de neblina (Croft y Nelson, 1998).

c-) La temperatura se deben mantener entre 21 - 27 °C durante el día y mayor de 18 °C durante la noche (Sotomayor *et al.*, 2016).

d-) Se deben evitar bajos niveles de luz, porque puede inducir al desarrollo de plantas etioladas (Verdugo, 1994).

### ➤ **Trasplante**

El trasplante se realiza a los 60-90 días desde la siembra, o cuando poseen de dos a tres pares de hojas completamente desarrolladas (Bautista, 2018; De Lourdes Avila y Pereyra, 2015; Dole y Wilkins, 2005). Según Wazir, (2014) es recomendable que durante los primeros 15 a 20 días posteriores al trasplante, se mantenga la humedad relativa a niveles elevados, para evitar el estrés de la planta. Después del establecimiento (20 días, aproximadamente), el riego se realiza con cintas de riego por goteo, reduciendo la humedad relativa y el ataque por hongos.

En general, se recomienda un espaciamiento entre una y otra planta de 10-15 x 15 cm, utilizando una o dos líneas de malla, para apoyar las varas que tiende a curvarse por el peso de las flores (Sakata, 2002; Verdugo, 1994).

### ➤ **Ciclo del cultivo**

El crecimiento y la floración del cultivo están fuertemente influenciados por la temperatura. Desde la germinación hasta que el plantin presenta 4 pares de hojas verdaderas, las altas temperaturas inducen la formación de roseta lo cual retrasa la elongación del tallo y la floración (Harbaugh, 1995). En estados más avanzados de la elongación del tallo y la iniciación de la yema floral, condiciones de altas temperatura, elevadas intensidades de luz y días largos aceleran el desarrollo y la floración (De Lourdes Avila y Pereyra, 2015; Zaccai y Edri, 2002). El total del ciclo, desde la plantación hasta la floración, puede durar entre 90 y 120 días, dependiendo de la variedad, época de plantación y condiciones climáticas (Melgares de Aguilar, 1996).

Una vez trasplantado, el cultivo presenta tres etapas de desarrollo claramente diferenciadas (De Lourde Avila y Pereyra, 2015; Mascarini y Amado, 2009; Melgares de Aguilar, 2006):

**Etapa 1:** Se caracteriza por un crecimiento lento de la parte aérea y un importante crecimiento radicular. Esta etapa dura entre 20 y 30 días dependiendo de las condiciones ambientales.

**Etapa 2:** El tallo principal se alarga y emite tallos secundarios en número de cuatro a ocho según la variedad. Estos tallos alcanzan una altura entre 30 y 50 cm, y surgen los botones florales. Esta etapa dura 30 días aproximadamente.

**Etapa 3:** Aparecen los botones florales lo cuales se engrosan y desarrollan, a la vez que sus pedúnculos se alargan hasta alcanzar su altura definitiva. Posteriormente, los botones viran del color verde al propio de la variedad hasta su apertura completa. El número de botones oscila entre cuatro y diez por tallo, dependiendo del tipo de híbrido. En aquellos híbridos que presentan ciclo más largo presentan mayor cantidad de botones florales.

#### ➤ **Floración**

En “lisianthus” se pueden realizar hasta dos cosechas, el tiempo que ocurre entre la primera y segunda varía entre 3 a 4 meses (Halevy y Kofranek, 1984). La primera floración es de muy buena calidad, obteniéndose un tallo floral recto y fuerte. En ocasiones, se realizan labores de desbotonado para eliminar el primer botón, ya que es más largo el periodo de apertura entre el primer y segundo botón que el segundo y tercer botón. Estas flores presentan una muy buena calidad (Halevy y Kofranek, 1984; Mex, 1998; Sakata, 2002; Verdugo, 2016).

La segunda floración presenta una menor calidad de los vástagos florales, son más cortos y tienen menor cantidad de flores. Por esta razón, Halevy y Kofranek (1984) mencionan que conservar las plantas para una segunda floración puede ser factible, pero económicamente puede no ser rentable.

➤ **Momento de cosecha**

El momento óptimo de cosecha depende de los requerimientos del mercado y la distancia hasta los centros de consumo. En general, se cosechan cuando hay 2 ó 3 flores que comienzan a abrir (Melgares, 1996). Según otros autores la cosecha se debe realizar cuando presenta una flor abierta y los pimpollos mostrando el color característico del híbrido (Ball 2016; Papone *et al.*, 2008).

La cosecha anticipada puede generar una disminución en la apertura de numerosos pimpollos terminales, disminuyendo de esta manera su atractivo. Si por el contrario, se demora la cosecha y se cortan con excesivos botones florales abiertos, se pueden producir daños durante la manipulación y el transporte, y su duración en poscosecha será menor (Cajilema Vinueza, 2006; De Lourdes Avila y Pereyra, 2015).

La cosecha se debe realizar en horas tempranas de la mañana o en las últimas de la tarde, para favorecer la hidratación y acumulación de carbohidratos que prolongarán la vida poscosecha de las varas florales (Cajilema Vinueza, 2006; De Lourdes Avila y Pereyra, 2015).

Después de cosechar la vara floral, ésta se debe colocar inmediatamente en agua o en una solución preservante. Las flores se deben conservar en cámaras de frío a 4 °C, después de transcurridas 6 a 12 horas de permanencia en la solución acuosa (Mex, 1998).

Esta especie presenta una adecuada post-cosecha entre 10 - 15 días en florero, sin embargo, los brotes más pequeños tienden a quedar cerrados, particularmente, en híbridos de color azul y rosa (Armitage, 1993).

➤ **Parámetros de calidad**

Según Papone *et al.*, (2008) se consideran los siguientes parámetros de calidad: días a floración (días a FL), número de varas por planta, longitud y peso de la vara floral, número de nudos totales y número de flores / pimpollos. Por otro lado, Mendoza Flores (2003), considera los

parámetros agronómicos: longitud de tallo (LT), diámetro de tallo (DT), número de botones florales (NB), número de hojas NH) y área foliar (AF).

#### ➤ **Comercialización**

No existen normas de calidad específicas para “lisianthus”, por lo que se aplican las normas genéricas de calidad de la Comunidad Económica Europea para flor cortada. Estas normas son: largo de vara entre 50 a 80 cm, 2 a 3 flores abiertas y más de 5 botones con posibilidad de abrir, flores de calidad superior que presenten las características de la variedad en todas las partes de la vara y exentas de daños ocasionados por parásitos, materias extrañas, magulladuras y defectos de vegetación (De Lourdes Ávila, 2015).

#### ➤ **Plagas y Enfermedades**

Las principales plagas del “lisianthus” según lo indicado por Mascarini y Amado, (2009); Melgares De Aguilar (2002); Mex (1998) son:

- Arañuela roja (*Tetranychus urticae*)
- Larva minadora (*Lyriomiza trifolii*)
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorium*)
- Trips californiano (*Frankliniella occidentalis*)

Entre las enfermedades más importantes Melgares De Aguilar (2002); Mex (1998) mencionan las siguientes:

- Botrytis (*Botrytis cinérea*)
- Mildiu (*Peronospora sp.*)
- Oídio (*Leveillula taurica*)
- Rhizoctonia (*Rhizoctonia sp.*)
- Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

## **1.2. Panorama económico del sector florícola mundial, nacional y local**

La producción de flores, se extiende a lo largo de todo el mundo y ocupa una superficie aproximada de 190.000 Ha. En la actualidad, hay una tendencia creciente en desplazar la producción hacia países en desarrollo del Hemisferio Sur, donde los costos de producción son menores. Actualmente, África abastece principalmente al mercado Europeo; Colombia y Ecuador al mercado norteamericano, y Oceanía y el Sudeste Asiático abastecen el mercado Japonés (Aguilar-Avendaño, 2016).

Entre los cultivos de flores de mayor difusión a nivel mundial se puede mencionar: clavel (estándar y spray), crisantemos y rosas. Estas especies en conjunto representan más del 70% de la totalidad de flores producidas mundialmente, seguidas por liliom, fresias, alstroemerias, gerbera, “lisianthus”, gypsophilas, entre otras (De Lourdes Avila y Pereyra, 2015).

Entre los principales productores de flores de corte se destacan: EEUU, Japón, Holanda y algunos países de Europa Occidental. Mientras que en América latina se consideran como principales productores a Colombia y Ecuador (Mascarini, 2008). De los países mencionados, Holanda y Colombia también son grandes exportadores, al igual que Ecuador e Israel. Respecto a las importaciones de flores, éstas se originan mayoritariamente desde Alemania, la cual recibe alrededor del 19% del comercio mundial, seguida por Reino Unido. El crecimiento del consumo de flores frescas de los países está relacionado con el desarrollo económico, siendo algunos países europeos los que presentan el mayor nivel de consumo per cápita, seguidos por Japón y EE.UU. En síntesis, el comercio mundial de las flores de corte va en activo crecimiento a través de los años. Esto va acompañado con la introducción de nuevas variedades de especies que cautivan el mercado con sus características como: color, aroma, calidad, duración en florero, tamaño, entre las principales (Cajilema Vinueza, 2006).

En Argentina, la superficie total cultivada con flores está en el orden de las 2.500 Ha, de las cuales 500 son bajo cubierta. Esta superficie es muy reducida si se la compara con las 190.000 ha

bajo cubierta que representan la totalidad del área productiva mundial. La principal zona de producción se encuentra al sur del Gran Buenos Aires, principalmente en La Plata. Las especies más cultivadas son el clavel, con aproximadamente el 30% de superficie implantada, el crisantemo con el 25% y la rosa con el 20%. Otras especies como *gypsophyla*, gerbera, fresias, *lilium*, “*lisianthus*” y gladiolos son producidas en menor medida (Morisigue *et al.*, 2012).

En la provincia de Santa Fe, la producción de flores y follaje para corte está claramente identificada. Se reconocen tradicionalmente el área sur, alrededores de Rosario, y el área centro-este que comprende el Cinturón Verde de la ciudad de Santa Fe (Dpto. La Capital) y el Albardón Costero (Dpto. Garay) (Buyatti *et al.*, 2009). La ciudad de Rosario en conjunto con Buenos Aires, fueron las pioneras en el desarrollo de la producción de flores de corte del país (Zuliani *et al.*, 2016).

En los últimos años también se ha desarrollado la producción de flores y plantas ornamentales en la zona Norte de la provincia de Santa Fe, principalmente en las localidades de Las Toscas, Villa Ocampo y Reconquista, debido a un crecimiento del mercado local y regional (De Lourdes Avila, y Pereyra, 2015; Morisigue *et al.*, 2012).

La búsqueda de alternativas y complementos a los cultivos florales tradicionales tales como clavel, gladiolo, etc., es cada vez mayor, influida en parte, por la demanda creciente del mercado de nuevas especies (Ecker *et al.*, 1994; Melgares de Aguilar, 2002; Mex, 1998); siendo el cultivo de “*lisianthus*” una de esas especies que complementa la producción anual.

### **1.3. Control del arrosetamiento**

#### **1.3.1. Vernalización previa al trasplante**

En términos generales, se define a la vernalización como la adquisición, aceleración, promoción o inducción de la floración después de un periodo de exposición a bajas temperaturas (Salinger, 1991; Salisbury y Ross, 2000). La vernalización es un proceso o tratamiento que promueve la iniciación de la floración (Wu *et al.*, 2016). Este proceso puede ocurrir en forma

natural en el campo durante el invierno, el comienzo de la primavera o artificialmente en una instalación de almacenamiento en frío (Minorsky, 2002).

Las temperaturas bajas representan una señal ambiental importante para la extensión del tallo de una roseta vegetativa, y la posterior floración de muchas plantas anuales de invierno y bienales. El tratamiento con bajas temperaturas durante un tiempo largo, es decir, la vernalización, induce cambios en los estados fisiológicos y bioquímicos de las plantas que perciben temperaturas bajas. La vernalización se percibe en las células en división activa, y la región meristemática del tallo es particularmente sensible a las bajas temperaturas (Oka, 2001).

Yumbla-Orbes *et al.*, (2018) mencionan que la necesidad de ciertas plantas a requerir temperaturas frías, no es absoluta, pero ésta actúa reduciendo el tiempo entre siembra y floración. Por esta razón, se debe recalcar que la vernalización por sí sola no induce la floración, sino que se limita a preparar a la planta para cumplir con esta etapa.

Existen diversas especies que necesitan de un periodo de frío para florecer, pero requieren un determinado crecimiento previo para percibir los tratamientos de vernalización (Devlin, 1980). *E. grandiflorum* requiere vernalización (exposición a un período de temperatura entre 10 y 18 °C) y condiciones de días largos para promover la floración (Nakano *et al.*, 2011), siendo el periodo óptimo para recibir el estímulo de las bajas temperaturas, desde los dos a los ocho pares de hojas (Melgares de Aguilar, 2002; Ohkawa *et al.*, 1994).

Durante y después de la percepción de frío, se ha informado de los cambios en el metabolismo y la rotación de los precursores de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) en *Thlaspi arvense* L. y *Raphanus sativus* L. (Erwin *et al.*, 2002). También se ha puesto de manifiesto que un cambio de respuesta de vernalización en el metabolismo de AG<sub>3</sub> se limita al ápice del brote. Se ha demostrado una diferencia importante en el metabolismo de AG<sub>3</sub> entre plantas que vernalizaron y no vernalizaron en el cultivo de (*Brassica napus* cv. Crystal), lo que demuestra la influencia de la vernalización en el metabolismo del AG<sub>3</sub> (Oka, 2001).

Otros estudios, han demostrado que en “*lisianthus*” la temperatura más efectiva para prevenir o revertir el arrosetamiento inducido por altas temperaturas, es de 10°C durante cuatro semanas, o de 15°C por un período de seis semanas, dependiendo del estado fenológico al momento de realizar este tratamiento de vernalización (Cortes, 2003). De este modo, en el estado de cuatro hojas verdaderas se requiere de la primera condición de temperatura y duración, y en el estado de ocho hojas verdaderas se necesita de la segunda condición de temperatura y duración señalada (Roni *et al.*, 2016; Ohkawa *et al.*, 1994).

Sin embargo, Schön (1997) constató que tratamientos de vernalización permite siembras de Diciembre - Enero en el hemisferio sur con temperaturas que inducen rosetas vegetativas. Estos tratamientos consistieron en la exposición a temperaturas de 12-15 °C en cámara de conservación de flores por un periodo de 24 o 48 hs. Melgares de Aguilar (1996), señala que temperaturas más bajas son más efectivas, recomendando utilizar 8°C durante seis semanas.

El tratamiento de vernalización incide también sobre la calidad de las flores de corte, especialmente sobre la altura final, número de hojas y número de flores por vara (Harbaugh, 1995). Además influye en el período de floración siendo más temprana con temperaturas más bajas y más tardía con temperaturas más altas (Pérgola, 1992).

En otras investigaciones realizadas por Palatino (1993), han llegado a demostrar tanto en Japón como en Francia, que plantas sometidas por 5 semanas a temperaturas comprendidas entre 10-15 °C puede revertir la tendencia a roseta y consecuentemente inducir a la formación de tallo floral. En Israel, se trabaja con el mismo principio de vernalización, que el *Statice* (*Limonium sinuatum* (L.) Mill.) 6 semanas de cámara a 8 °C y cada 2 días se retiran las plántulas y se las coloca al aire libre bajo malla de sombreo al 50% desde temprano por la mañana hasta antes del mediodía.

Por último, estudios realizados por Tanigawa *et al.*, (2001), donde se investigó el efecto de la exposición de los cultivares de *Eustoma sp.*, a altas y bajas temperaturas de crecimiento para diferentes duraciones y con un intervalo de enfriamiento, la mayoría de las plántulas se elongaron cuando estuvieron expuestas a la temperatura de enfriamiento durante 3 a 5 semanas.

### **1.3.2. Aplicación de AG<sub>3</sub> posterior al trasplante**

Las giberelinas (AG<sub>3</sub>) son un conjunto de compuestos químicos naturales con actividad reguladora de crecimiento y desarrollo de las plantas. Las AG<sub>3</sub>, controlan diversos procesos de desarrollo de las plantas tales como la germinación de las semillas, elongación del tallo, expansión de las hojas, desarrollo de tricomas y la inducción del desarrollo de flores y frutos (Sponsel y Hedden, 2004).

#### **1.3.2.1. Efectos fisiológicos de la giberelina (AG<sub>3</sub>)**

El efecto más notable de las AG<sub>3</sub> es inducir crecimiento en altura, en muchos casos atribuibles a AG<sub>1</sub> endógena (Modi *et al.*, 2011). En el caso de plantas con entrenudos muy cortos, éstas sintetizan solo pequeñas cantidades de AG<sub>1</sub>, en cambio en híbridos que forman una roseta de hojas, dicha síntesis mínima no se da al bloquearse la secuencia de síntesis antes de alcanzar la fase de AG<sub>12</sub>-aldehído. Otras interrupciones ocurren en el metabolismo entre AG<sub>20</sub> y AG<sub>1</sub>. El aislamiento del “gen mendeliano para altura” demostró que éste codifica para la enzima AG<sub>3</sub>-β-hidroxilasa que convierte la AG<sub>20</sub> inactiva en AG<sub>1</sub> activa (Mino *et al.*, 2003; Hisamatsu *et al.*, 2004). Técnicas químicas modernas de detección han mostrado que plantas altas poseen GA<sub>1</sub> mientras que en enanas predomina AG<sub>20</sub> (Hedden y Kamiya, 1997).

Estos reguladores de crecimiento promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas, particularmente en aquellas de día largo (PDL), aunque no en aquellas de día corto (DC), salvo algunas excepciones (Jordan y Carareto, 2006). En asociación con fitocromos, cumplen un papel en la inducción de la floración; en particular, aunque de manera no conocida, iniciando señales a genes meristemáticos del tipo “agamous” vinculados a la diferenciación de estructuras florales tales como pétalos, estambres, carpelos, etc. (Yu *et al.*, 2004).

La aplicación de AG<sub>3</sub> promueve la elongación de entrenudos de una gran cantidad de especies. Sin embargo, los efectos más acusados se dan en las especies enanas (entrenudos muy

cortos) y en roseta. La participación de AG<sub>3</sub> en la termoinducción de la floración se ha demostrado en plantas con una etapa vegetativa de roseta y una respuesta de vernalización (Oka *et al.*, 2001). Se presentaron evidencias de que la síntesis de AG<sub>3</sub> está involucrada en el crecimiento y alargamiento de órganos florales de gloria de la mañana (*Pharbitis nil* L.), el alargamiento fue promovido por AG<sub>3</sub> aplicadas exógenamente a secciones en filamentos jóvenes extirpados. La sacarosa fue necesaria para promover el crecimiento por AG<sub>3</sub> mientras que AG<sub>19</sub> tuvo poco efecto sobre el alargamiento de filamentos (Murakami, 1973).

En *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. se ha demostrado que la AG<sub>3</sub> exógena promueve el cambio desde el crecimiento vegetativo hasta la floración en una variedad de plantas (Nordborg y Bergelson, 1999). La mayoría de las especies en las que se aplica AG<sub>3</sub> puede inducir la floración de plantas que requieren mucho frío o mucho tiempo de vernalización, y muchas de estas normalmente crecen como rosetas bajo condiciones no inductivas (Wilson *et al.*, 1992). Estudios realizados en plantas de *Lemma gibba* L., se interpretan como indicadores de que la giberelina es limitante para la floración en plantas de días largos, sin embargo, aparentemente se encuentran disponible en concentraciones ilimitadas bajo condiciones de días cortos (Clean y Briggs, 1969).

Por otro lado, muchas especies en roseta de día largo, requieren bajas temperaturas para la elongación del tallo y la floración, no siendo necesario este requerimiento al aplicar AG<sub>3</sub> (Serna *et al.*, 2017). En estudios realizados en *A. thaliana*, que es una planta de roseta cuantitativa de días largos (DL), en la que el crecimiento del tallo está mediado por AG<sub>3</sub>, la aplicación de AG<sub>3</sub> a las plantas en condiciones de días cortos dio como resultado un rápido alargamiento del tallo y la formación de flores (Xu *et al.*, 1997).

### **1.3.2.2. Mecanismo de acción de las Giberelinas (AG<sub>3</sub>)**

Debido a la diversidad de efectos fisiológicos que ejercen las AG<sub>3</sub> sobre las plantas, se sugiere que estas poseen diversos puntos de acción (Serna *et al.*, 2017). No obstante, para un efecto específico tal como la elongación del tallo en plantas, se relacionan al menos tres eventos que

pueden estar involucrados en dicho proceso. En primera instancia, se estimula la división celular en la sección apical de este órgano, principalmente en las células meristemáticas basales, de las que se originan las células de médula y corteza (Salisbury y Ross 2000; Taiz y Zeiger 2006). Además, en estudios realizados por Montalvo-sierra *et al.*, (2018), se determinó que AG<sub>3</sub> estimulan a las células presentes en la fase de crecimiento a entrar en la fase de síntesis, la cual a su vez se ve acortada. En segundo lugar, el AG<sub>3</sub> promueven el crecimiento celular, mediante el incremento de la hidrólisis del almidón, fructanos y sacarosa, originando moléculas de fructosa y glucosa, las cuales suministran energía mediante la respiración, lo cual contribuye a la formación de la pared celular y a la vez disminuye momentáneamente el potencial hídrico de las células, lo que ocasiona la penetración de agua a estas y su posterior elongación (Glasziou, 1969; Salisbury y Ross, 2000). Finalmente, las AG<sub>3</sub> poseen la capacidad de aumentar la elasticidad de la pared celular, este proceso se lleva a cabo siempre que esté presente la sacarosa y algunas sales minerales, las cuales suministran energía e impiden la dilución excesiva del contenido celular (Salisbury y Ross, 2000; Taiz y Zeiger, 2006). Montalvo-Sierra (2018), asegura que las respuestas respecto a la elongación del tallo al realizarse la aplicación de AG<sub>3</sub> exógenas se relacionan directamente con la edad de la planta y dichas respuestas aumentan al realizarse en etapas tempranas.

### **1.3.2.3. Selección varietal y mejoramiento genético**

El arrosetamiento producido por altas temperaturas es una característica que puede ser eliminada por selección (Harbaugh *et al.*, 1996) sí se pueden clasificar cultivares que tengan desarrollo específicamente para producción de otoño y producción de invierno (Ohkawa *et al.*, 1994).

De este modo, el cultivar ‘Grec-Blue’ de “*lisianthus*” presenta baja tendencia para generar plantas arrosetadas al ser expuestas a altas temperaturas (2% plantas arrosetadas expuestas a temperaturas de suelo de 31°C durante 28 días), situación que podría ser aprovechada para realizar

mejoramiento genético de la especie y de este modo obtener una variedad de “lisianthus” con menor sensibilidad a las altas temperaturas que promueven a plantas arrosietadas (Harbaugh *et al.*, 1996).

El cultivar ‘Maurine Blue’ desarrollado por la Universidad de Florida's Gulf Coast Research and Education Center, Bradenton, es tolerante a altas temperaturas. Las plántulas de este cultivar que se desarrollan entre 28 y 31°C no arrosietan, incluso toleran temperaturas de producción bajo invernadero de 35°C en el día, como temperatura máxima de verano, y 22°C en la noche (18°C mínimo), con 0% a 6% de arrosietamiento (Harbaugh y Scott, 1996); por lo tanto, al igual que el cultivar Grec-Blue, también se podría utilizar para obtener menor sensibilidad a altas temperaturas en “lisianthus” mediante mejoramiento genético.

#### **1.4. Planteo del problema**

El cultivo de “lisianthus” presenta características de interés para su producción tales como el color de la flor y su duración postcosecha. Sin embargo, el “lisianths” puede ser afectada por distintas problemáticas desarrolladas en relación al comportamiento del cultivo, los factores ambientales y de manejo (De La Cruz Gonzales, 2008).

La producción de “lisianthus” se ve afectada, principalmente, durante el ciclo estival por su sensibilidad a las elevadas temperaturas (superiores a 25°C), las cuales inducen la formación de una “roseta” desde la germinación de la semilla (Pérgola, 1992; Shön, 1997).

Una roseta es definida como, una formación de hojas, sin alargamiento del tallos floral. Como consecuencia se puede producir una disminución del número de flores, retraso en la floración o bien directamente que la floración no ocurra (Pérgola, 1992; Shön, 1997). Sin embargo, Harbaguh *et al.* (1992) mencionan dos tipos de roseta, la anteriormente definida y la “semirroseta”, que es una formación compacta de hojas de la cual se produce un alargamiento de un tallo secundario, el que puede llegar a florecer, pero esta flor es de mala calidad. En el caso de “lisianthus” se pueden presentar ambos tipo de rosetas como las anteriormente mencionadas.

Condiciones de temperaturas diurnas entre 30 y 35°C y nocturnas entre 20 y 25°C, provocan la formación sistemática de estas rosetas, el cual es un desorden fisiológico donde las plantas desarrollan hojas basales muy juntas y entrenudos cortos (Harbaugh, 1995; Harbaugh y Scott, 1998; Schön, 1997). Para evitar este efecto fisiológico, es necesario asegurar temperaturas diurnas inferiores a 23°C y nocturnas de 18°C hasta la formación del segundo o tercer par de hojas. A partir de ese momento, la sensibilidad de la planta a las altas temperaturas parece disminuir (Harbaugh, 1995; Harbaugh y Scott, 1998; Schön, 1997).

Otro de los efectos de las altas temperaturas (25-30 °C) es que el ciclo se acorte y el desarrollo de la planta sea menor que el obtenido en condiciones de días de menores temperaturas (Melgares de Aguilar, 2000).

En este contexto, surge la importancia de conocer diferentes técnicas que permitan superar el efecto adverso de las altas temperaturas durante la producción de plantines, lo que permitiría que en regiones de clima templado el cultivo de “*lisianthus*” pueda implantarse durante todo el año e incrementar sus rendimientos mediante el manejo óptimo, lo cual tiene el objetivo de alcanzar la máxima calidad de su producto final.

Por lo mencionado anteriormente, a través del presente trabajo se propuso evaluar la aplicación de dos técnicas tales como la vernalización y la aplicación de AG<sub>3</sub>, factibles de utilizar por el productor, que permitan superar el efecto de las altas temperaturas en diferentes híbridos comerciales de “*lisianthus*”.

---

# HIPÓTESIS

---

## 2. HIPÓTESIS

H<sub>1</sub> Condiciones de tratamiento de bajas temperaturas en plantines permiten superar el desarrollo de arrosetamiento y la respuesta depende tanto del nivel térmico como del tiempo de exposición.

H<sub>2</sub> La aplicación de AG<sub>3</sub> revierte el proceso de arrosetamiento de los plantines de “lisianthus”, siendo la respuesta dependiente de la dosis como también del momento de su aplicación.

H<sub>3</sub> Los híbridos comerciales disponibles poseen un comportamiento diferente ante los tratamientos aplicados.

---

## **OBJETIVOS**

---

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Desarrollar técnicas que permitan superar el efecto negativo de las temperaturas altas que inducen arrosetamiento en la etapa de plantín, para producir varas florales de *Eustoma grandiflorum* de calidad comercial.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de diferentes niveles de temperaturas vernalizantes sobre el arrosetamiento y variables de calidad de las varas florales de *Eustoma grandiflorum*
- Evaluar el efecto de la aplicación de ácido giberélico en diferentes fases de desarrollo del plantín sobre el arrosetamiento y variables de calidad de las varas florales.
- Comparar la respuesta de diferentes materiales genéticos: Blue (floración temprana = Ciclo corto), Arena White II (floración intermedia = Ciclo intermedio) y Rose IV (Ciclo tardío= Ciclo largo) a los tratamientos de vernalización y ácido giberélico, a aplicados en la etapa de plantín.

---

# MATERIALES Y MÉTODOS

---

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

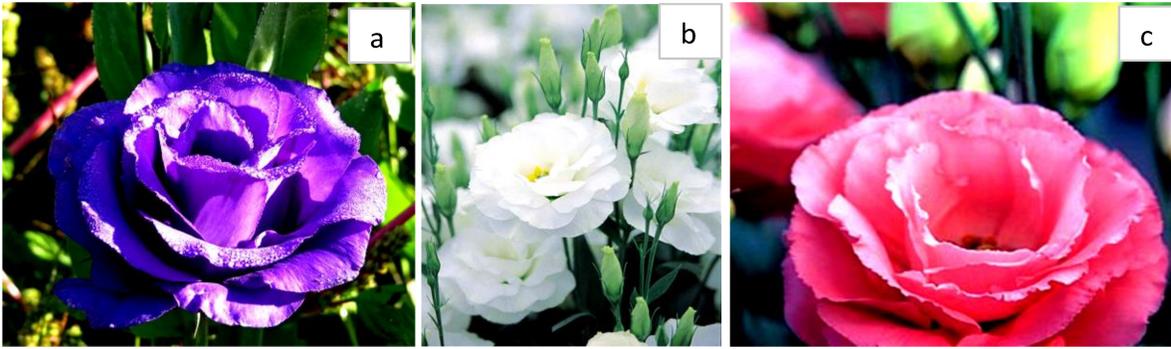
### **4.1. Localización de la experiencia**

El acondicionamiento de los plantines se realizó en una cámara de crecimiento en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNL, y el cultivo a campo se desarrolló en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF). Ambas dependencias ubicadas en la ciudad de Esperanza, provincia de Santa Fe (31° 26' S; 60° 56' W.; 40 m.s.n.m.).

El cultivo a campo se condujo en un invernadero experimental con las siguientes características: altura a la canaleta: 2,5 m; altura total 5 m; ancho de nave 6 m; cobertura con plástico LDT 150 micrones de espesor; apertura de ventanas del techo y laterales en forma manual con una orientación norte-sur y además tiene instalado un sistema de riego por goteo.

### **4.2. Material vegetal**

En todos los tratamientos evaluados, se utilizaron plantines de “lisianthus” (*E. grandiflorum*) producidos bajo el sistema tradicional en bandejas de 288 celdas (6 ml/celda), correspondientes a los híbridos: Blue, de floración temprana o ciclo corto (Fig. 1a); Arena White II, de floración intermedia o ciclo intermedio (Fig. 1b); y Rose IV, de floración muy tardía o Ciclo largo (Fig. 1c). Los materiales pertenecen a la firma Takii Seed, serie Arena®, provistos por la empresa Tsukasa Shoji, Buenos Aires, Argentina.



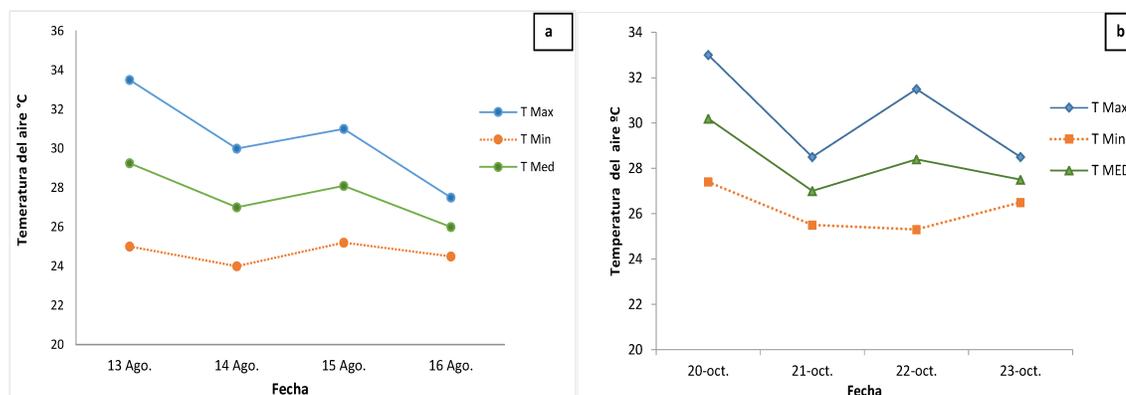
**Figura N° 1:** Vista de la calidad comercial correspondiente al material genético utilizado, perteneciente a la firma Takii Seed, serie Arena®. a- Blue (ciclo corto); b-Arena white II (Ciclo intermedio) y, c- Rose IV (Ciclo largo).

Los híbridos utilizados se caracterizan por presentar una altura de planta de 80 a 100 cm. Presentan alta calidad y flores dobles en tallos fuertes y resistentes, también cuentan con pétalos gruesos que facilitan un buen manejo postcosecha. Además, poseen grandes brotes en la parte superior del tallo los cuales incrementan el carácter atractivo de los mismos (Takii, 2018).

#### **4.3. Acondicionamiento de plantines**

Los plantines se adquirieron en la etapa de dos pares de hojas verdaderas (considerado periodo sensible hasta el estado de 4 hojas) y previo al inicio de los tratamientos, se acondicionaron en una cámara de crecimiento con temperaturas de  $25\pm 5$  °C por un período de 72 horas (Fig. 2), debido a que dichas condiciones son las propicias para la inducción a la formación de roseta (Harbaugh, 1995; Harbaugh y Scott, 1998; Schön, 1997).

El acondicionamiento de los plantines destinados al tratamiento con  $AG_3$  comenzó el 13 de agosto del 2015, mientras que, aquellos utilizados para el tratamiento de vernalización el 20 de octubre del mismo año.



**Figura N° 2:** Temperaturas máximas (T MAX), medias (T MED) y mínimas (T MIN) registradas en la cámara de crecimiento donde fueron expuestos los plantines a altas temperatura (> 25 °C) para inducir arrosetamiento. a- Acondicionamiento de plantines que fueron sometidos posteriormente a tratamientos con diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>. b- Acondicionamiento de plantines que fueron sometidos posteriormente a tratamientos de vernalización.

#### 4.4. Tratamientos

Todos los tratamientos descriptos a continuación, se aplicaron posterior al acondicionamiento de plantines con altas temperaturas.

##### 4.4.1. Periodos de vernalización

Para evaluar el efecto de la vernalización sobre el arrosetamiento y la calidad de la vara floral, se iniciaron los tratamientos de vernalización a diferentes temperaturas y periodos el 25 de octubre de 2015.

Los mismos se diferenciaron de la siguiente manera:

- **No vernalizados-Control:** Sin tratamiento de vernalización, los plantines se mantuvieron bajo condiciones  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  de temperaturas en cámara de crecimiento (Fig. 3a).
- **Vernalización a  $15^\circ \text{C}$ :** Los plantines de los distintos híbridos fueron colocados en cámara de frío a  $15 \pm 1^\circ \text{C}$  de temperatura, en condiciones lumínicas de 12 hs por un periodo de 2 y 4 semanas (Fig. 3b).

- **Vernalización a 10° C:** Los plantines de los distintos híbridos fueron colocados en cámara de frío a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  de temperatura bajo condiciones de luz de 12 hs por un período de 2 y 4 semanas (Fig. 3b).



**Figura N° 3:** Contenedores (bandejas multiceldas) de plantines de “lisianthus” utilizados en la aplicación de los tratamientos de vernalización. a-Testigo o control (sin vernalizar). b- Tratamientos a temperaturas de 10 y 15 °C.

#### 4.4.2. Aplicación de Giberelinas (AG<sub>3</sub>)

La aplicación de las diferentes dosis de AG<sub>3</sub> se realizó en dos momentos claramente diferenciados. Por un lado, previo al trasplante (19/08/2015) momento en que los plantines de “lisianthus” presentaron 3 hojas totalmente expandidas y 1 desplegándose, y a los 15 días posteriores el 3 de septiembre del 2015.

**Las dosis de AG<sub>3</sub> utilizadas fueron las siguientes:**

- **Ausencia de AG<sub>3</sub>:** En ambos casos, se utilizó un tratamiento control, sin aplicación de AG<sub>3</sub>, las plantas fueron asperjadas con agua.
- **AG<sub>3</sub> 50 ppm:** Aplicación de 50 ppm de AG<sub>3</sub>

- **AG<sub>3</sub> 100 ppm:** Aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub>
- **AG<sub>3</sub> 250 ppm:** Aplicación de 250 ppm de AG<sub>3</sub>

Cada aplicación se realizó una sola vez, en forma de Spray (asperjado), para lo cual se recurrió a un aspersor manual, aplicando la dosis en forma individual a cada plantín, utilizándose un volumen de 150 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Las soluciones de giberelina se prepararon con el producto comercial Giberelina KA® (S. Ando y Cía. S.A, composición: 10g AG<sub>3</sub>, 100 g inertes c.s.p) formulada en polvo soluble y agua destilada, y se adicionó un regulador de pH para lograr un valor de 5. El AG<sub>3</sub> fue disuelto en agua y aplicado el mismo día de su preparación. Se asperjó la cantidad suficiente para el mojado completo de las plantas hasta antes del punto de goteo, para evitar el escurrimiento.

Al momento del trasplante los plantines presentaban 2 pares de hojas totalmente desarrolladas (Fig. 4a). Para la plantación las plantas se dispusieron en un marco de 12,5 cm x 12,5 cm (Fig. 4b), ya que el misma mostró resultados satisfactorios en nuestra región (Nocioni *et al.*, 2010).



**Figura N° 4:** a- Estado de los plantines de “Lisianthus” al momento del trasplante, con 2 pares de hojas totalmente desarrolladas. b- Ubicación de los plantines al momento del transplante a una distancia de 12,5 cm x 12,5 cm.

#### 4.5. Manejo del cultivo y cosecha

Entre las principales prácticas culturales realizadas en cada cantero donde se dispusieron los tratamientos, se mencionan: control manual de malezas; riego complementario por medio de sistema de riego por goteo y manual realizado según demanda hídrica; y fertilización con fertilizante soluble (Nitrofoska) aplicado con regadera a una dosis de  $5 \text{ g.l}^{-1}$  con una frecuencia de 15 días durante el período de activo crecimiento comprendido entre los meses de agosto y diciembre.

La cosecha se realizó cuando los tallos presentaban 1 (Fig. 5a) ó 2 flores abiertas (Fig. 5b) según lo propuesto para esta especie (Ramoá, 2017; Verdugo *et al.*, 2012).



**Figura N° 5:** Momento de cosecha: a- Varas con 1 flores abiertas y pimpollos tomando el color característico del híbrido. b- varas con 2 flor abierta.

#### 4.6. Condiciones de ambientales

Temperaturas durante el periodo de la experiencia que acompañaron el desarrollo del cultivo.

- Registro de temperatura: Durante el ciclo del cultivo en el invernadero, se registraron diariamente las temperaturas máximas y mínimas utilizando un sensor iButton®, modelo

Thermochron (Rango: - 40 a 85 °C y 0 a 100 % HR; Resolución: 0,1 °C y 0,5 % HR; error: +/- 0,5 °C y +/- 3 % HR).

#### 4.7. Variables registradas

Las variables descriptas a continuación se registraron en todos los tratamientos realizados e híbridos en estudio.

##### 4.7.1. Variables morfológicas

- **Altura de planta (cm).** Considerando en el tallo principal la distancia desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta utilizando un calibre milimetrado. Se midió sobre las plantas no arrosetadas.
- **Plantas arrosetadas (%):** Esta evaluación se realizó en forma visual, contabilizando el número de plantas que presentaban forma de roseta (Fig. 6) en los distintos tratamientos al final del ciclo del cultivo.



**Figura 6:** Planta de “lisianthus” sin alargamiento de los entrenudos del tallo

## **4.7.2. Variables fisiológicas**

### **4.7.2.1. Determinación del contenido foliar de carbohidratos no estructurales**

Este parámetro es útil para determinar el nivel de reservas que presenta el cultivo para el inicio de la floración; para lo cual, previo a la floración del cultivo, se tomaron muestras de 3 hojas del sector medio de la vara (Fig. 7a) para realizar la determinación.

En el caso de los tratamientos con AG<sub>3</sub> la recolección de la muestra se realizó el 16 de noviembre de 2015, mientras que aquellos en los que se les realizó tratamientos de vernalización el 20 de Enero del mismo año.

De cada tratamiento, se tomaron 6 muestras (hojas) aleatorias que luego, se colocaron por separado en bolsas cerradas herméticamente, rotuladas y se almacenaron durante el momento del muestreo en el campo, en una conservadora con hielo (Fig. 7b). Las muestras se llevaron inmediatamente al laboratorio para almacenarlas en freezer a -20°C. Posteriormente, se secaron utilizando una estufa a 40 °C, hasta peso constante, y luego se procedió a su tritución con molinillo (Fig. 7c), y para lograr homogeneizar las muestras se completó el proceso utilizando un mortero (Fig. 7d).



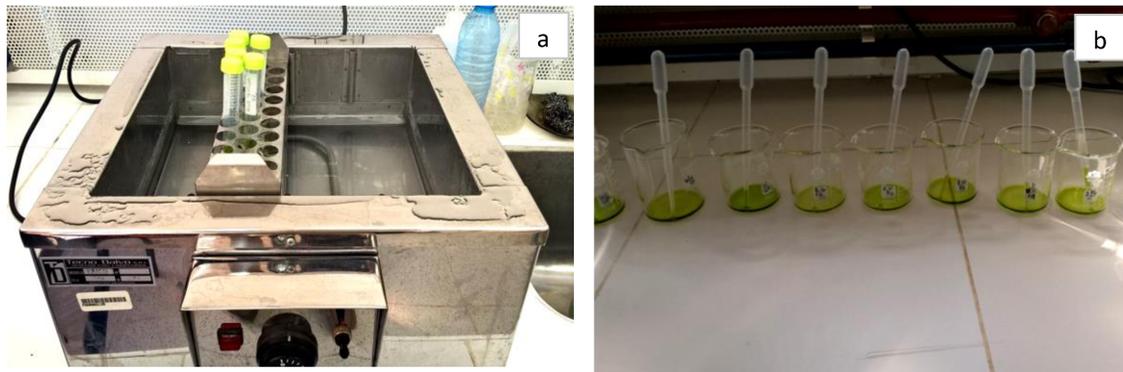
**Figura N° 7:** Determinación de carbohidratos no estructurales: a-Recolección de material vegetal. b- Almacenamiento del material recolectado. c- Trituración del material con molinillo d. Trituración con mortero.

La determinación de la concentración de carbohidratos fue dividida en dos etapas, por un lado la obtención del extracto, y por el otro la cuantificación propiamente dicha.

a- Para la extracción se utilizó el método con etanol (Corbesier *et al.*, 1998; Kerepesi *et al.*, 1996).

El procedimiento para la cuantificación del contenido de carbohidratos foliares consistió en una primera etapa de extracción en donde se tomó una alícuota de la muestra seca (MS) de hojas, de 0,075 g aproximadamente, a la cual se agregó 3 ml de etanol 80%. El extracto fue llevado a baño maría (100°C) por 15-20 minutos (Fig. 8a); luego se centrifugó y se separó el sobrenadante (Fig. 8b). Este procedimiento se repitió tres veces, conservando el sobrenadante en vaso de precipitado.

Para eliminar el alcohol se llevaron todos los sobrenadantes a baño maría a 50°C hasta obtener un extracto concentrado y se midieron los ml del mismo con una probeta graduada.



**Figura N° 8:** Obtención del extracto, a. Extracto en baño maría (100°C) por 15-20 minutos. b. sobrenadante en vaso de precipitado.

Para cuantificar los carbohidratos solubles foliares se utilizó un método colorimétrico, basado en la acción hidrolítica y deshidratante del ácido sulfúrico concentrado sobre los carbohidratos. Estos se condensan con fenol originando una coloración amarillo-naranja (Fig. 9a), con picos de absorción máxima entre los 490 nm para hexosas y 480 nm para pentosas tal como lo describe (Dubois *et al.*, 1956). Para su medición se utilizó un espectrofotómetro digital Hitachi® (Fig. 9b).



**Figura N° 9:** a- Obtención de la reacción para la determinación de carbohidratos solubles por el método colorimétrico. a- Extracto. b- Espectrofotómetro digital Hitachi® utilizado para las mediciones.

#### 4.7.3. Variables fenológicas

Para determinar los diferentes estados fenológicos, se consideraron para cada variedad, tratamiento y repetición el estado en el cual, más del 50 % de las plantas lo alcanzaba.

- Días a pimpollo visible (PV): Se registraron los días desde el transplante hasta que la planta emitió el primer pimpollo.
- Días a floración (FL): Se registraron los días transcurridos desde el transplante hasta la cosecha. La variable días a cosecha fue medida por medio del registro de la fecha de inicio de la floración en cada uno de los tratamientos (50% de las plantas netas de cada tratamiento tenían flores listas para ser cosechadas) y la fecha en que se realizó el último corte de flores.

#### 4.7.4. Variables de calidad de la vara floral

Al momento de cosecha, se registraron las siguientes variables, que determinan la calidad comercial:

- Largo de vara (cm): La longitud de la vara (LV) se tomó a partir de la base de la planta, hasta el ápice de la corona de la última flor, este dato se registró con el apoyo de una regla graduada para las plantas pequeñas y una cinta métrica para las plantas con mayor altura.
- Número de pimpollos: Se contaron en toda la vara el número de pimpollos
- Número de flores: Se cuantificaron en la vara la cantidad de flores abiertas
- Peso fresco (g): se pesó la vara floral total en balanza electrónica.
- Número de tallos secundarios: por conteo manual

#### **4.8. Diseño experimental y análisis estadístico**

El diseño experimental fue completamente al azar. Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones con 49 plantas cada una (N= 147 plantas/tratamiento). Las mediciones se realizaron tomando muestras de 30 plantas centrales de cada una de las repeticiones (N= 90 plantas/tratamiento).

Los datos registrados según cada variable observada fueron procesados con el software InfoStat 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018). Para observar el efecto de los tratamientos sobre las variables medidas, se realizó un análisis de varianza (ANAVA), y en caso de detectar diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar la separación de las medias mediante la prueba de DGC para la separación de los efectos significativos, con un nivel de significancia del 5%.

---

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

---

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Efecto de distintos periodos y temperaturas de vernalización sobre parámetros morfológicos, fisiológicos, fenológicos y de calidad.

#### 5.1.1. Condiciones ambientales

La evolución de la temperatura registrada en el invernadero desde el momento del trasplante hasta cosecha de los tratamientos de vernalización aplicados, se encuentra en la tabla N° 1, donde se observan los valores mensuales medios máximos y mínimos.

**Tabla N° 1:** Temperaturas (°C) mensuales medias máximas y mínimas correspondientes al ciclo del cultivo comprendido desde el momento del trasplante (25 de Noviembre de 2015) hasta la cosecha (20 de Marzo de 2016) de todos los tratamientos de vernalización realizados.

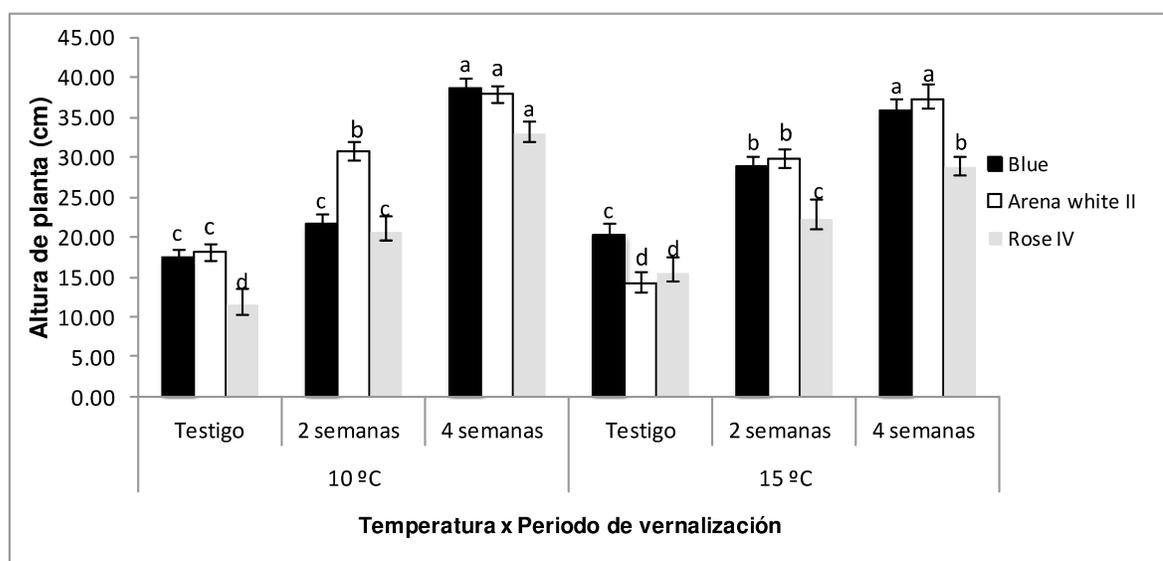
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<b>Temperatura media mínima (°C)</b>	15	18	24	21	16
<b>Temperatura media máxima (°C)</b>	36	39	32	40	34

Las temperaturas medias máximas y mínimas presentaron fluctuaciones durante el ciclo del cultivo en invernadero, las temperaturas máximas medias mensuales durante la mayor parte del ciclo estuvieron comprendidas en rangos superiores a la óptima de producción que comprende temperaturas de 18-25 °C (Sakata Ornamentales, 2019) lo que afecta la calidad del cultivo debido a que temperaturas de 30 y 35°C y nocturna de 20 y 25 °C favorecen la formación sistemáticas de rosetas (Melgares de Aguilar, 1996).

### 5.1.2. Variables morfológicas

Se obtuvo interacción altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) entre los factores temperatura (T), periodo de vernalización (P) e híbrido (H) para la variable altura de planta. En el caso de Blue a  $10^{\circ}$  necesitó 4 semanas para diferenciarse del testigo, pero en  $15^{\circ}\text{C}$ , 2 semanas fueron suficientes, solo en ese caso. La altura de Arena White II y Rose IV con 2 semanas, no se diferenció según el nivel de T. En todos los híbridos la mayor altura se obtuvo con 4 semanas de vernalización independientemente de la T (Fig. 10).

Los resultados correspondientes a la interacción de los factores H y P en respuesta a la variable altura se encuentran en el anexo 1 (anexo 1 figura 1).

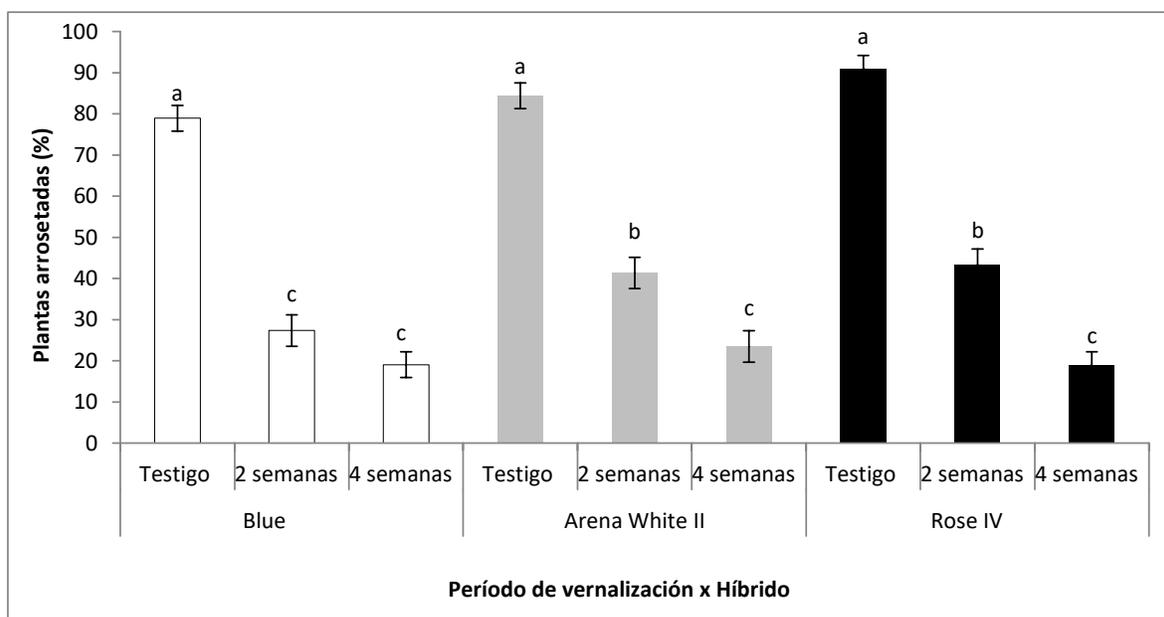


**Figura N° 10:** Altura de planta (cm) a los 48 DDT en respuesta a la interacción de los factores temperatura ( $10$  y  $15^{\circ}\text{C}$ ), Periodo de vernalización (Testigo, 2 y 4 semanas) e Híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV).

Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias entre medias, test DGC ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a la proporción de plantas arrosietadas se obtuvo interacción significativa entre los factores P y H ( $p < 0,0108$ ). Los resultados muestran diferencias en el comportamiento según los

tratamientos evaluados, en el híbrido Blue la exposición a bajas temperaturas durante 2 semanas fue suficiente para reducir significativamente los valores de arrosetamiento, sin embargo en Arena White II y Rose IV se redujeron significativamente los valores conforme se incrementó el periodo de vernalización (Fig. 11).



**Figura N° 11:** Efecto de la interacción entre los factores períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV) sobre las Plantas arrosetadas (%). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ).

Este estudio sugiere que periodos de vernalización de 4 semanas con rangos de temperatura entre 10 y 15 °C favorecen el incremento de altura de planta y la ruptura del arrosetamiento. Esta respuesta favorable al tratamiento de frío puede deberse en gran medida a que la baja temperatura es una importante señal ambiental para la elongación de tallos y la subsecuente floración de muchas plantas. La vernalización induce a cambios fisiológicos y bioquímicos en las plantas, las bajas temperaturas son percibidas en la activa división celular, y la región meristemática de los tallos es particularmente sensible a este estímulo, proceso en el cual están implicadas las AG<sub>3</sub>, las cuales

sufren cambios drásticos en el metabolismo durante y después de la percepción de las bajas temperaturas (Metzger, 1990).

Estos resultados estarían muy relacionados con la sensibilidad genética de los híbridos Arena White II y Rose IV, a las altas temperaturas, debido a que hay materiales disponibles comercialmente que presentan mayor tendencia a arrosetarse que otros. En nuestros resultados Arena White II y Rose IV a medida que se incrementó la duración del tratamiento, se redujo el porcentaje de plantas arrosetadas aunque no significativamente hasta las 4 semanas. Estudios realizados por Pérzola (1992) expresaron que cuanto más tiempo duraba el tratamiento y cuanto menor era la temperatura, más corto era el tiempo promedio requerido para elongar.

Posiblemente, estos híbridos sean muy sensibles al arrosetamiento y por tal motivo se deberían realizar pruebas de mayor período de vernalización para evitar el arrosetamiento en la totalidad de los plantines.

Otros autores corroboran que tratamientos con bajas las temperaturas, mejoran la calidad de las plántulas. Así, plantines mantenidos a 5 ó 10 °C elongaron y florecieron, y se observó menor número de plantas arrosetadas, por lo cual elevada tasa de elongación a temperatura de 10 °C durante 5 semanas (Takeda, 1995).

Otros estudios realizados por Oka *et al.*, (2001) mostraron una relación positiva entre la duración de la vernalización y la tasa de elongación en *E. grandiflorum*. En contraste, se encontró una relación negativa entre la duración del tratamiento y la tasa de elongación en las plantas no vernalizadas.

En la tabla 2 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales T, P y H de las variables morfológicas altura de planta y plantas arrosetadas. Y además, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 2:** Altura de planta (cm) y Plantas arrosietadas (%) en respuesta al efecto de la temperatura, periodo de vernalización e híbrido, a los 48 DDT (días desde el transplante), y resultados del p-valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

<b>Tratamiento</b>	<b>Variable morfológica</b>	
<b>Temperatura (T)</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Planta arrosietadas (%)</b>
10 °C	26,29 a	30,57 b
15 °C	23,81 b	40,10 a
<b>Periodos de vernalización (P)</b>		
Testigo	16,17 c	51,47 a
2 semanas	27,35 b	34,01 b
4 semanas	31,64 a	20,52 c
<b>Híbrido (H)</b>		
Blue	26,09 a	27,78 b
Arena White II	26,60 a	38,49 b
Rose IV	22,47 b	39,74 a
<b>Factores</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Temperatura (T)</b>	0,0016	0,0003
<b>Periodos de vernalización (P)</b>	<0,0001	<0,0001
<b>Híbrido (H)</b>	0,0003	0,0003
<b>TxH</b>	<0,0001	0,1844
<b>TxP</b>	0,0435	0,4197
<b>HxP</b>	<0,0001	0,0108
<b>TxHxP</b>	<0,0001	0,5088

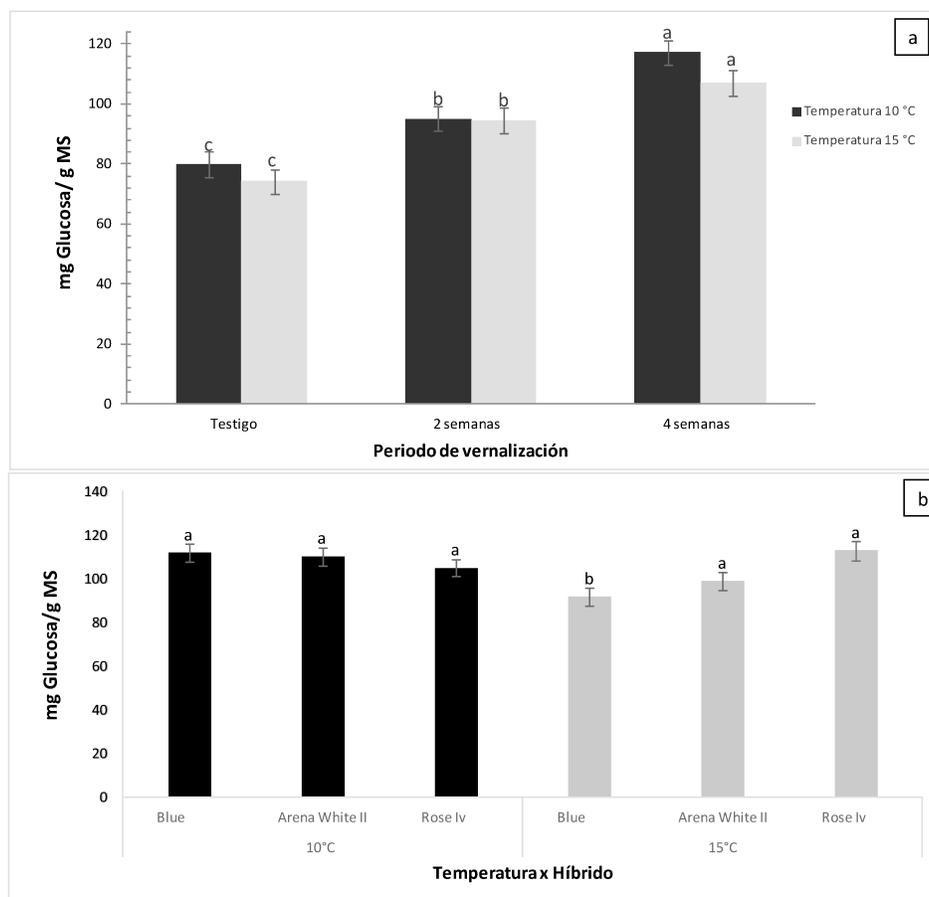
Referencias: letras distintas en cada columna, indican diferencias significativas, según el factor analizado, test de DGC, ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.3. Variable fisiológica

La concentración de glucosa presentó interacción significativa entre los factores T y P ( $p < 0,0003$ ), en la misma se observó que a 10 °C es suficiente un periodo de 2 semanas para lograr incrementos significativos en la concentración de glucosa, sin embargo, no se observaron diferencias entre las temperaturas evaluadas cuando el periodo de vernalización fue por 4 semanas (Fig. 12a).

Por otro lado también la concentración de glucosa presentó interacción significativa entre los factores T y H ( $p < 0,0103$ ), en este caso se observó que el comportamiento de los híbridos fue

similar independientemente la temperatura, sin embargo Blue a 15 °C presentó la menor concentración de la variable, en comparación a las demás combinaciones entre temperaturas e híbridos evaluados (Fig. 12b).



**Figura N° 12:** Contenido foliar de carbohidratos solubles (mg glucosa/g MS) en respuesta a los factores aplicados: a-Temperatura (10 y 15 °C) y períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) b-Temperatura (10 y 15 °C) y los híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.

Los resultados sugieren que las bajas temperaturas permiten generar un aumento en la concentración de glucosa de la planta, aunque se deberían realizar otros estudios para corroborar si

habría algún otro factor involucrado. En nuestro trabajo se pudo observar que la exposición a bajas temperaturas a 10 y 15 °C entre 2 y 4 semanas mejoró favorablemente la concentración de glucosa de la planta con respecto al testigo. Esto puede ocurrir debido a que una temperatura de 15°C es más favorable para la actividad fotosintética, como también a un incremento en la conversión de almidón a azúcares solubles gracias a la acción de las AG<sub>3</sub> cuya síntesis es estimulada por las bajas temperaturas, estas sintetizan enzimas hidrolíticas, principalmente amilasa, isoamilasa, b-amilasa, a-glucosidasa y almidón fosforilasa (Davies, 2004). Estudios realizados en *Arabidopsis thaliana*, corroboraron que la exposición de plantas con 45 días de crecimiento y luego colocadas durante 14 días a 4°C, la concentración de azúcares solubles se incrementó significativamente 24 h después de la exposición al frío (Klotke *et al.*, 2004). A diferencia de nuestros resultados, trabajos realizados en papas corroboraron que plantas expuestas a estrés por calor incrementaron la acumulación de sacarosa foliar y disminuyó la acumulación de almidón en las hojas maduras, pero no afectó a la concentración de glucosa (Lafta y Lorenzen, 1995).

En la tabla 3 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales T, P y H de la variable fisiológica Mg Glucosa. Y además, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 3:** Efecto de la temperatura (10 y 15 °C), períodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV) sobre el contenido foliar de carbohidratos solubles (mg glucosa/g MS) y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

<b>Temperatura (T)</b>	<b>Mg Glucosa.g MS<sup>-1</sup></b>
10 °C	101,18 b
15 °C	109,33 a
<b>Periodos de vernalización (P)</b>	
Testigo	101,93 a
2 semanas	104,74 a
4 semanas	109,10 a
<b>Híbrido (H)</b>	
Blue	106,59 b
Arena White II	96,92 c
Rose IV	112,26 a
<b>p-valor</b>	
<b>Temperatura (T)</b>	0,0332
<b>Hibrido (H)</b>	0,0054
<b>Periodos de vernalización (P)</b>	0,2527
<b>TxH</b>	0,0103
<b>TxP</b>	0,0003
<b>HxP</b>	0,3239
<b>TxHxP</b>	0,0568

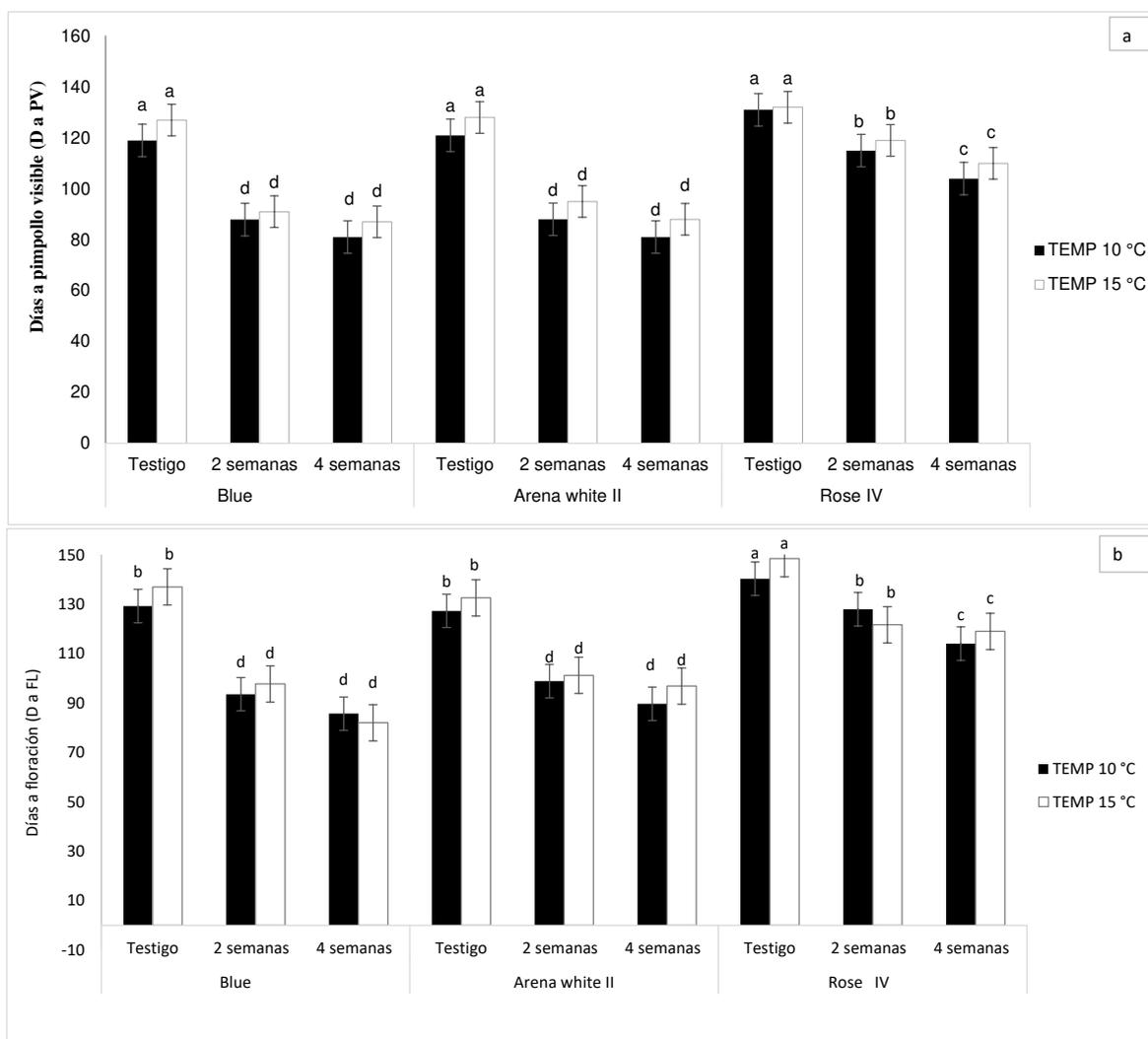
Referencia: Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.

#### 5.1.4. Variables fenológicas

Los resultados del ANAVA sobre las variables fenológicas ‘DPV’ y ‘DFL’ arrojaron una interacción triple significativa sobre el efecto de los factores analizados T, P y H ( $p < 0,0001$ ).

La aplicación del tratamiento de vernalización acortó el ciclo en los híbridos Blue y Arena White II, independientemente de la temperatura y la duración. Sin embargo en Rose IV se observó un comportamiento diferente; si bien la aplicación de la vernalización disminuyó la duración de los periodos analizados con respecto al testigo, la mayor respuesta se observó utilizando 4 semanas. Los tratamientos de vernalización a 2 y 4 semanas independientemente de la temperatura redujeron

los días a PV (35 y 33 días) y a FL (44 y 29 días) para los híbridos Blue y Arena White II con respecto al tratamiento testigo; sin embargo en Rose IV con 2 semanas de vernalización independientemente de la temperatura se redujo los días a PV mientras que con 4 semanas a 10 o 15 °C disminuyó el tiempo a PV en alrededor de 26 días y a FL en 27 días con respecto al testigo (Fig. 13 a y b).



**Figura N° 13:** Efecto de los tratamientos de vernalización aplicados al cultivo de “lisianthus” sobre: a-Días a pimpollo visible b-Días a floración en respuesta a los factores temperaturas (10 y 15 °C), híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV) y periodos de vernalización (Testigo, 2 y 4 semanas). Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados muestran que los tratamientos realizados pueden mejorar los valores de D a PV y FL. Esto tal vez se produjo debido a un aumento de la movilización de las reservas a los brotes, lo cual generó una brotación más rápida, que indujo una floración precoz y así una disminución en el ciclo del cultivo (Inkham *et al.*, 2019).

En nuestros resultados también puede observarse una notable sensibilidad del híbrido en estudio Rose IV, el cual presentó en conjunto con el testigo valores superiores de D a FL, sin embargo, de acuerdo a lo mencionado por otros autores (Shindoi *et al.*, 2009) estarían dentro del rango aceptable de 90 a 120 días desde el transplante. Los tiempos de floración en “*lisianthus*” se ven afectados por características varietales, el ambiente y el tipo de especie (Uddin *et al.*, 2013). Otros estudios similares mencionan la importancia de la temperatura, ya que presenta un efecto significativo en el tiempo a floración. Las plantas que crecen en condiciones de temperatura nocturna de 18 °C florecen 11 a 23 días antes que las que crecen a 13 °C (Halevy y Kofranek, 1984). En nuestros resultados no se observó una relación directa entre temperatura y duración, es decir, a mayor duración del tratamiento y menor temperatura menor número de días a floración, sin embargo otros autores demostraron que plantas tratadas durante 6 semanas a temperaturas más bajas, todas florecieron antes que las tratadas durante 3 semanas (Pérgola, 1992).

En relación a la duración del ciclo del cultivo Shön (1997) señala que la calidad de los vástagos es mejor con temperaturas más bajas, aunque el tiempo de producción es mayor (Cueva Stay, 1998).

Estudios similares en *Arabidopsis Italiana*, mostraron que tratamientos de frío de 4 semanas en la fase de roseta también disminuyó el tiempo hasta la floración, pero fue menos efectivo que el tratamiento de frío a nivel de semilla (Nordborg y Bergelson, 1999). Otros autores corroboraron que mientras más prolongado sea el tratamiento a bajas temperaturas (inferior a 22 °C), menor es el tiempo a floración (Pérgola, 1992). Según Takeda (1995), con una temperatura de 5°C por 3

semanas, adelanta la floración en 23 días con respecto al testigo, pero a 10°C durante 5 semanas adelanta 28 días la floración.

Otros trabajos realizados en semillas de “*lisianthus*” corroboraron que en algunos cultivares cuanto más baja la temperatura y más alto el tiempo de vernalización, menor es el ciclo y mayor es el número de plantas inducidas a la floración (Yumbra-Orbes *et al.*, 2018). Por otro lado en bulbos de *Hippeastrum*, el tiempo de exposición del bulbo a la vernalización favoreció la precocidad, es decir, cuanto más se expuso a este estímulo, menor fue el ciclo del cultivo (Inkham *et al.*, 2019).

En investigaciones realizadas por Wazir (2014), observó una variación similar en días a pimpollo floral visible y expresó que las variaciones fueron controladas principalmente por el genotipo, lo cual también es apoyado por otros autores (Uddin *et al.*, 2015). También se observaron variaciones en días a la iniciación del brote floral en flores como rosa (Manjula, 2005; Paramagoudar, 2010), en crisantemo (Uddin *et al.*, 2015), en gerbera (Pattanashetti, 2009), en clavel (Pralhad, 2009; Maitra y Roychowdhury, 2013 y Tarannum y Naik, 2014).

En la tabla 4 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales T, P y H de las variables días a pimpollo visible y floración. Y se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 4:** Días (D) a pimpollo visible (PV) y floración (FL) en respuesta a los factores aplicados: niveles de temperatura (10 y 15°C), periodo de vernalización (Testigo, 2 y semanas) y resultado del ‘p’ valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>	<b>D a PV</b>	<b>D a FL</b>
Temperatura (T)	10 °C	58,33 b	67,78 b
	15 °C	61,09 a	69,32 a
Período de vernalización (P)	Testigo	114,33 a	124,28 a
	2 semanas	57,30 c	63,86 c
	4 semanas	47,50 b	55,49 b
Híbridos (H)	Blue	47,33 c	58,24 c
	Arena White II	54,67 b	64,29 b
	Rose IV	110,13 a	125,11 a
p-valor			
T		<0,0001	0,0066
H		<0,0001	<0,0001
P		<0,0001	<0,0001
TxP		<0,0001	<0,0001
TxH		<0,0001	<0,0001
HxP		<0,0001	0,0026
TxHxP		<0,0001	<0,0001

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas entre medias según el factor aplicado, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

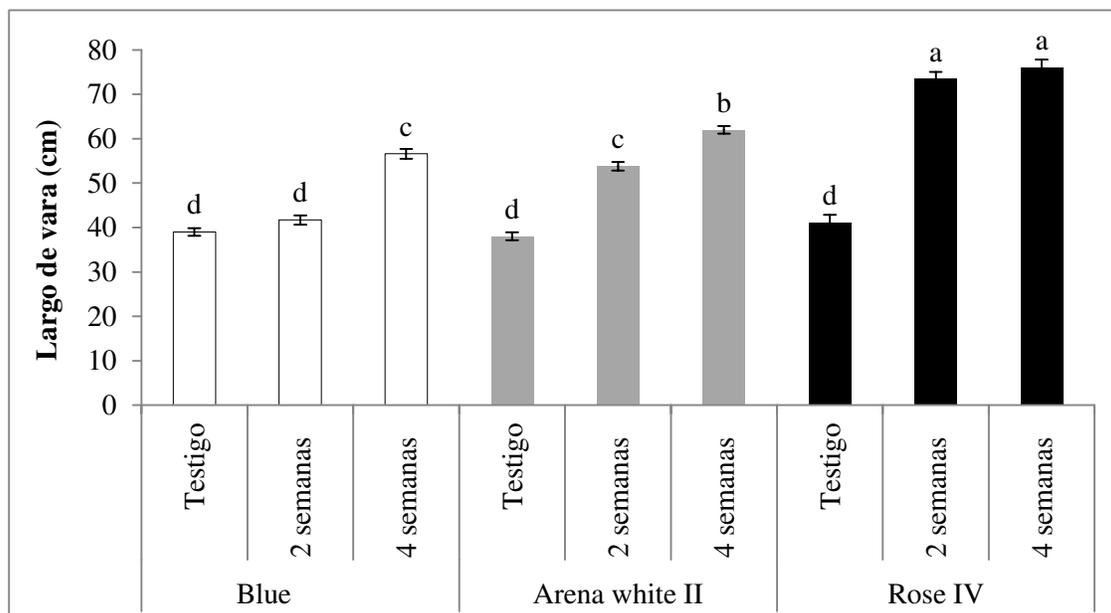
### 5.1.5. Variables de calidad

Los resultados del ANAVA arrojaron interacciones significativas, de las cuales en algunos casos fueron dobles y otras triples entre los factores aplicados T, P y H.

#### Largo de vara (LV)

El análisis estadístico mostró interacción significativa entre los factores H y P ( $p < 0,0001$ ) (figura 14). El largo de vara presentó variaciones según los híbridos y periodos de vernalización en estudio, en este sentido se observó que los híbridos Blue y Arena White II mejoraron significativamente esta variable con periodos de 4 semanas de vernalización superando valores de hasta 10 cm con respecto al testigo; sin embargo Rose IV mostró un comportamiento diferente siendo suficiente un periodo de 2 semanas de tratamiento para superar en 30 cm al tratamiento

testigo (Fig. 14). Además se observó interacción significativa entre T y H que se encuentra en el anexo (anexo 1 fig 2).



**Figura N° 14:** Largo de vara (cm) a cosecha, en respuesta a la interacción de los factores periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

La longitud del tallo es considerado uno de los indicadores más importante de la calidad, siendo ésta más alta, cuando la longitud es mayor. Un tallo de mayor longitud asegura fuerza y flexibilidad para la disposición en un ramo, así como en un jarrón (Auzaque-rodriguez *et al.*, 2009).

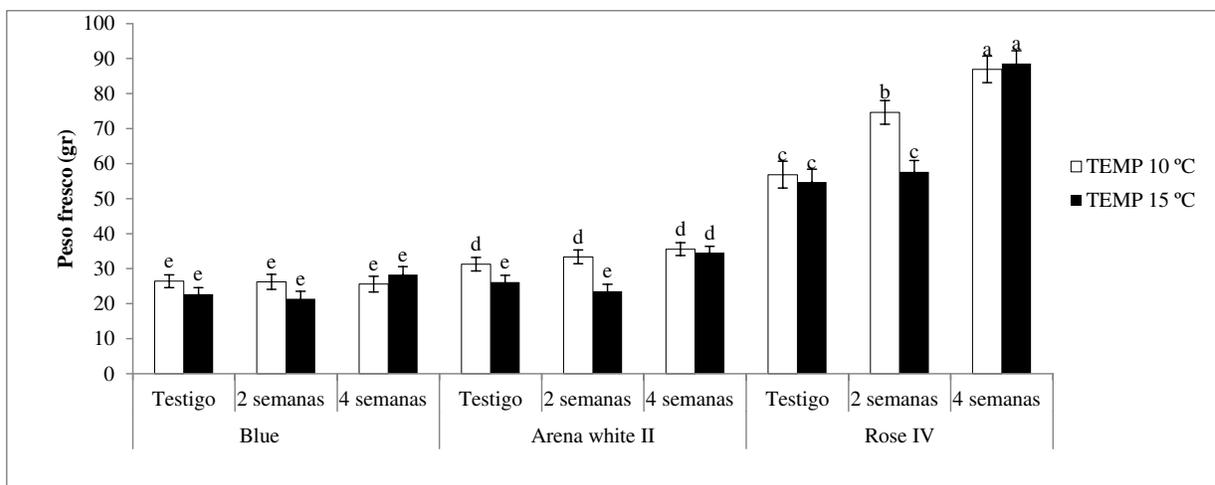
Nuestros resultados muestran que, además del efecto de los tratamientos recibidos, podría haber un efecto del híbrido y de las condiciones de temperatura durante el ciclo del cultivo, debido a que el cultivo de “*lisianthus*” es una planta de día neutro con floración de verano, florece más temprano a altas temperaturas (26°C/18°C día/noche) durante el crecimiento, que a bajas temperaturas (Cueva Stay, 1998). Otros autores informaron que plantas de “*lisianthus*” creciendo en condiciones de menor temperatura produjeron tallos más cortos y con mayor número de nudos, que

las que crecieron en condiciones de temperatura más elevadas. Estos resultados sugieren que el efecto de la época de plantación sobre el crecimiento de los tallos estaría regulado por la temperatura y que en primavera, cuando la tasa de crecimiento se incrementa, desaparecen las diferencias varietales (Takezakia *et al.*, 2000).

A diferencia de nuestro trabajo, algunos autores corroboraron que hubo una disminución en la longitud del tallo con el incremento del período de vernalización (De Almeida *et al.*, 2017). Por otro lado, existen trabajos que demuestran, como en nuestro caso, que la vernalización induce el alargamiento del tallo al aumentar la síntesis de AG<sub>3</sub> y particularmente la biosíntesis de AG<sub>3</sub> (Zanewich y Rood 1995).

#### **Peso de la vara floral (P)**

Al analizar las interacciones, los resultados estadísticos mostraron efecto significativo ( $p < 0,0198$ ) entre los factores T, P y H sobre la variable peso fresco de la vara floral. Los mayores valores de esta variable se observaron en el híbrido Rose IV, con un periodo de 4 semanas independientemente de la temperatura evaluada y, en el caso de este híbrido, los menores pesos frescos correspondieron al testigo, mientras que cuando el tratamiento se aplicó durante 4 semanas independientemente de la temperatura, las varas florales superaron significativamente en 32 g a las plantas testigos. En cuanto al híbrido Arena White II, a una temperatura de 10 °C, no se diferenciaron las varas en cuanto su peso fresco en función del periodo de vernalización, pero cuando los plantines se expusieron al nivel de 15°C, el incremento de esta variable fue posible en un periodo de 4 semanas. Por último, Blue presentó los menores valores de peso fresco de las varas, sin diferencias por el nivel de temperatura y periodo de tratamiento utilizado (Fig. 15).



**Figura N° 15:** Peso fresco (gr) a cosecha de la vara floral, en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV).

Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

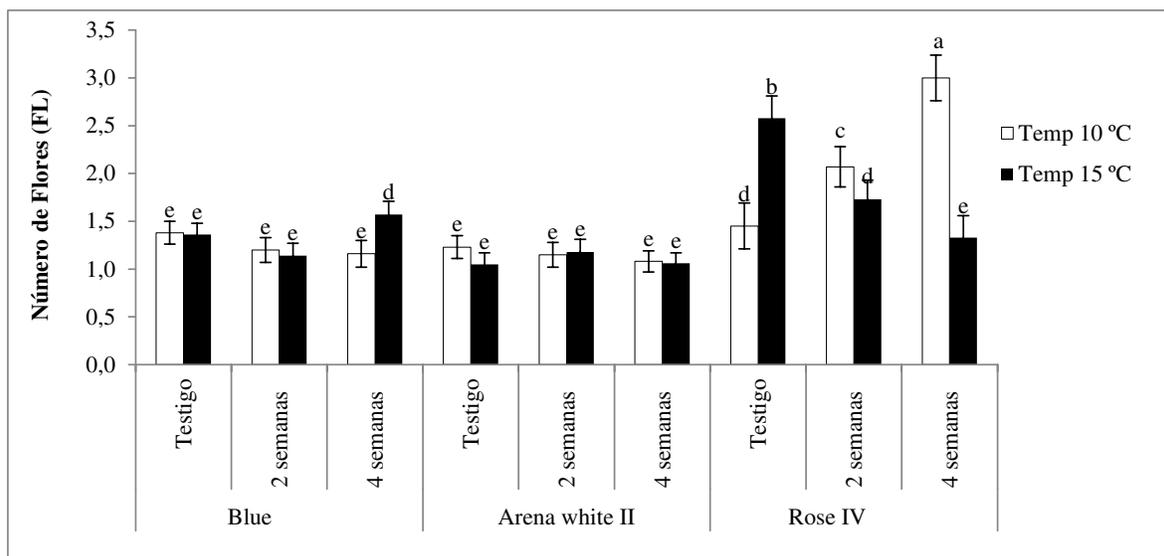
Los resultados sugieren que los tratamientos realizados mostraron mayor efecto en el híbrido Rose IV con tratamiento de 4 semanas sin diferencias entre las temperaturas evaluadas. Estos resultados pueden explicarse debido a que el ciclo del cultivo en Rose IV es largo (120-160 días) lo que le permitió incrementar la cantidad de masa verde a diferencia de Blue y Arena White II que son de ciclo corto e intermedio respectivamente.

El peso del ramo está relacionado directamente con la cantidad de materia verde de las varas y a su vez, con los parámetros de calidad como: el largo de las varas florales, número brotes, de flores, botones y diámetro del tallo; así como también con en el número y tamaño de las hojas (Riva-Morales, 2013).

### Número de flores (FL)

El número de FL abiertas al momento de cosecha presentó interacción significativa entre los factores T, P y H ( $<0,0001$ ). Los menores valores de esta variable fueron observados en los híbridos Arena White II y en Blue, solo en éste último se logró un aumento en el N° FL cuando se

aplicó 15°C durante 4 semanas. En Rose IV se observó un comportamiento diferente, donde se cosecharon varas con mayor número de flores en aquellas plantas que recibieron un tratamiento de vernalización de 4 semanas a 10 °C (Fig. 16).



**Figura N° 16:** Número de flores (FL) a cosecha en respuesta a los factores en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

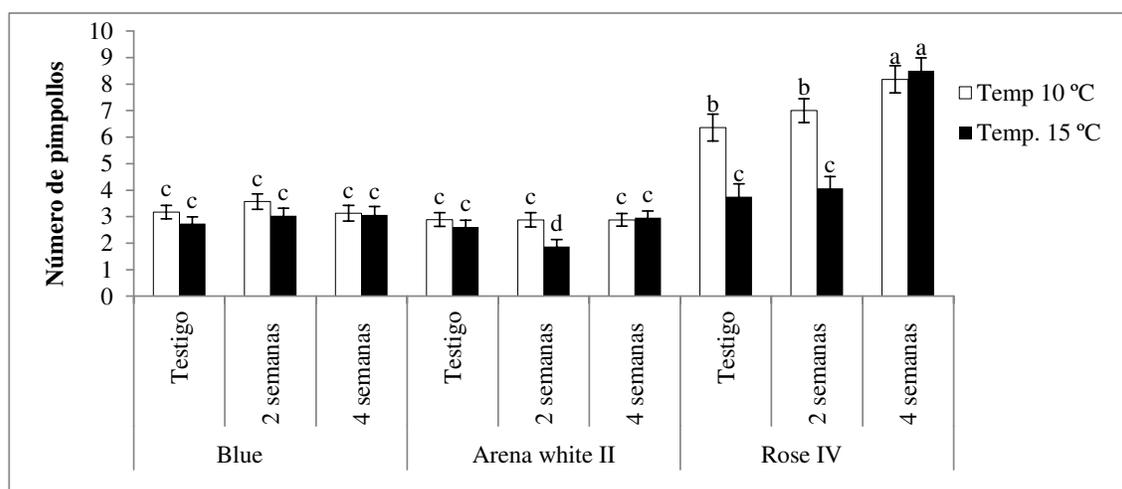
Lo que se puede mencionar al respecto es que el número de FL es un parámetro muy relacionado con el momento de cosecha y no con los tratamientos evaluados, en este sentido se recomienda cosechar las varas cuando 1 ó 2 flores comienzan a abrir, ya que si se realiza anticipadamente muchos botones no abren y su atractivo al consumidor será menor, y si por el contrario se cosecha con demasiadas botones abiertos se pueden producir daños en la manipulación y transporte, además su duración postcosecha será menor (De la Riva morales *et al.*, 2013).

Distintos autores recomienda realizar la cosecha para embalar cuando hay 2 flores abiertas, y para venta local cuando presentan cuatro (Gill *et al.*, 2003). A su vez, Dole y Schnelle (2001), indican cinco a 6 flores abiertas.

En coincidencia con nuestros resultados distintos autores recomiendan cosechar con 2 a 3 flores abiertas para prolongar la vida en vaso (De la Riva Morales *et al.*, 2013).

### Número de pimpollos florales (PIMP)

El PIMP mostró interacción significativa entre los factores T, P y H ( $p < 0,0009$ ). Los menores valores de esta variable fueron observados en los híbridos Arena White II y en Blue. El híbrido Rose IV logró un comportamiento superior presentando el mayor número de pimpollos con un periodo de 4 semanas independientemente de la temperatura evaluada, mientras que a menores periodos de vernalización, el nivel de 10°C logró superar significativamente los valores de esta variable en comparación a la utilización de 15°C (Fig. 17).



**Figura N° 17:** Número de pimpollos a cosecha en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

Por lo que se puede observar, los tratamientos de vernalización tuvieron mayor efecto en el híbrido Rose IV, principalmente por periodos de 4 semanas donde se incrementaron significativamente los resultados independientemente de la temperatura en estudio.

Un mayor número de pimpollos asegura un buen número de flores completamente abiertas que es una de las características más importante de “*lisianthus*” para ser considerado como flores de corte de calidad (Ahmad *et al.*, 2017).

Este efecto de la exposición a temperaturas vernalizantes, puede ser atribuido a que la planta de “*lisianthus*” fue expuesta a un tratamiento excesivo de vernalización, lo que provocó un incremento en los botones florales por vara. Al parecer, la inducción floral del “*lisianthus*” responde a más factores (no solo vernalización), e incluso, puede ser resultado de varios factores combinados inclusive el material genético utilizado (Cortes, 2003).

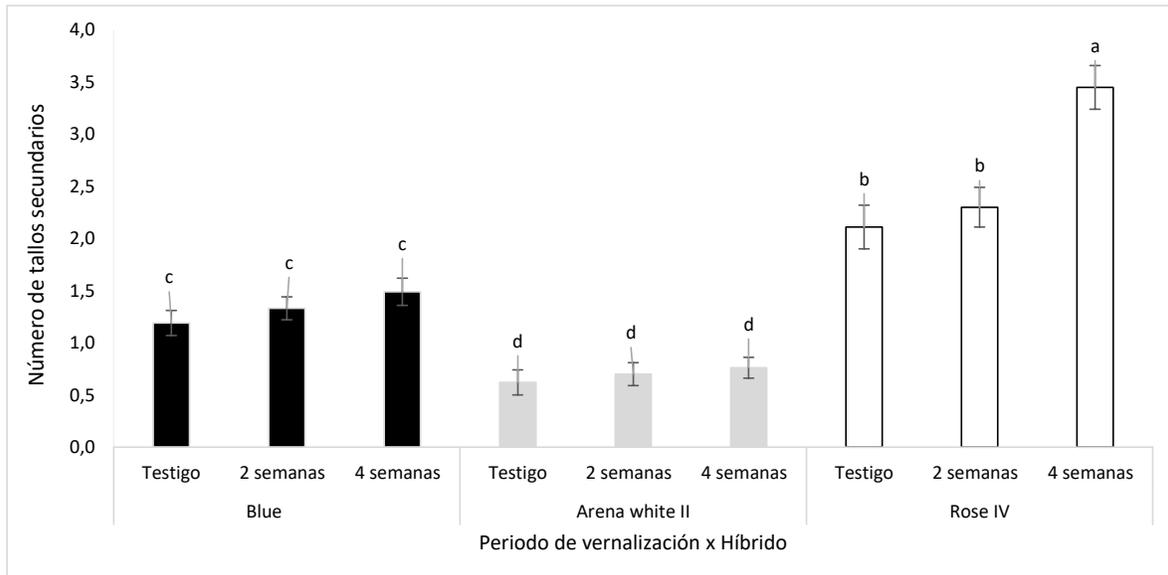
Melgares de Aguilar (2002) menciona que el “*lisianthus*” presenta entre 4 - 10 botones florales por vara, lo cual fue comprobado únicamente en el híbrido Rose IV con 2 y 4 semanas a temperaturas vernalizantes.

A diferencia de nuestros resultados, algunos autores mencionan, que debido a la exposición a temperaturas vernalizantes se redujo significativamente el número de pimpollos con respecto al testigo (Cortes, 2003). En otros trabajos se corroboró que la vernalización durante 12, 24 y 36 días resultó en una producción de 13,9; 11,5 y 11,2 pimpollos por tallo, mientras que la vernalización durante 48 días redujo la número de flores a 9,7 (Yumbla Orbes, 2018). En *lilium* se observó una disminución en el número de botones florales con mayor período de vernalización (De Almeida *et al.*, 2017).

Por otro lado, en bulbos de lirio al incrementar el tiempo de vernalización se obtuvo una floración más uniforme y mayor cantidad de pimpollos florales, mientras que en bulbos no vernalizados, la floración se retarda, debido a que no hay conversión de almidón a azúcares solubles antes de la plantación (Auzaque-Rodriguez *et al.*, 2009).

### Número de tallos secundarios (TS)

Se observó interacción significativa entre los factores H y P ( $p=0,0024$ ). Los resultados muestran un efecto significativo de los tratamientos de vernalización en los distintos híbridos, en este sentido se observó una mayor respuesta del híbrido Rose IV ya que el mismo presentó valores superiores de tallos secundarios con un periodo de vernalización de 4 semanas (Fig. 17). Además se observó una interacción significativa entre T y H que se encuentra en el anexo (anexo 1 figura 3).



**Figura N° 18:** Número de tallos secundarios a cosecha en respuesta a los factores periodo de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV). Referencia: Letras distintas en cada barra, indican diferencias significativas, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

Varios autores concuerdan que “*lisianthus*” siempre presenta entre 3 a 4 tallos florales por planta (Sakata Seed, 2002; Mex, 1998; Verdugo, 1994; Halevy y Kofranek, 1984), valores que concuerdan a lo observado en nuestro trabajo, a excepción del híbrido Arena White II cuyos valores promedios no alcanzan a 1 tallo secundario.

El factor de reparto de asimilados varía con la fase de desarrollo del cultivo y de la formación de nuevos órganos, antes de la formación de órganos reproductivos, como es evidente toda la producción de asimilados se distribuye entre los órganos vegetativos (hojas, tallos y raíces) dependiendo principalmente de la evolución fenológica. Cabe mencionar que la formación de nuevos órganos como son tallos secundarios y terciarios aseguran flores nuevas en cada uno de ellos (Confalone *et al.*, 1999).

El número de tallos juega un papel importante con la productividad total de las plantas, especialmente en el caso de las flores cortadas. Mayor número es igual a un mayor número de tallos florales cosechables (González Sandoval, 2015). Según Cueva Stay (1998) citado por melgares de Aguilar 1996, la planta emite tallos secundarios en número de tres a ocho según la variedad y aparecen los botones florales. El efecto de la temperatura concuerda con lo expuesto por Schon (1997), la temperatura e intensidad lumínica aceleran la etapa de elevación de tallos y formación de botones. En términos generales, existen diferencias significativas en cuanto a la temperatura de vernalización.

En la tabla 5 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales T, P y H de las variables de calidad evaluadas. Y también, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 5:** Parámetros de calidad de la vara evaluados al momento de cosecha: largo de vara: LV (cm), peso de vara: P (g), N° Flores: FL (FL.vara<sup>-1</sup>), N° Pimpollos: PIMP (PIMP.vara<sup>-1</sup>), N° tallos secundarios (TS.vara<sup>-1</sup>), en respuesta a los factores temperatura (10 y 15 °C), periodos de vernalización (testigo, 2 y 4 semanas) e híbridos (Blue, Arena White II y Rose IV; y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

Factor	Parámetros de calidad de vara floral					
	Temperatura (T)	LV (cm)	P (g)	FL (n°)	PIMP (n°)	TS (n°)
10 °C		62,39 a	47,21 a	1,52 a	4,67 a	1,77 a
15 °C		57,03 b	39,74 b	1,45 a	3,62 b	1,33 b
<b>Periodo de vernalización (P)</b>						
Testigo		59,28 a	41,03 b	1,51 a	3,92 b	1,38 b
2 semanas		59,17 a	39,46 b	1,41 a	3,74 b	1,37 b
4 semanas		60,67 a	49,93 a	1,53 a	4,78 a	1,90 a
<b>Híbrido (H)</b>						
Blue		47,69 c	25,11 c	1,30 b	3,12 b	1,34 b
Arena White II		57,94 b	30,76 b	1,12 b	2,68 b	0,70 c
Rose IV		73,50 a	74,55 a	2,03 a	6,64 a	2,62 a
<b>Temperatura (T)</b>		<0,0001	<0,0001	0,3104	<0,0001	<0,0001
<b>Periodo de vernalización (P)</b>		0,2836	<0,0001	0,4048	<0,0001	<0,0001
<b>Híbrido (H)</b>		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>TxP</b>		0,1079	<0,0001	0,0008	<0,0001	0,7426
<b>TxH</b>		0,0252	0,0006	0,1506	<0,0001	0,0008
<b>HxP</b>		<0,0001	0,0002	0,4394	<0,0001	0,0024
<b>TxHxP</b>		0,0577	0,0198	<0,0001	0,0009	0,2927

Letras distintas en cada columna, indican diferencias significativas entre medias, según el factor aplicado, test DGC ( $p \leq 0,05$ ).

## 5.2. Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes dosis de giberelinas (AG<sub>3</sub>), en distintas fases del desarrollo del plantín, sobre el arrosetamiento y la calidad final de la vara floral

### 5.2.1. Condiciones ambientales

Las temperaturas mensuales medias máximas y mínimas fueron obtenidas desde los sensores ubicados en el invernadero, a partir del momento en que se realizó el trasplante (19 de Agosto) hasta la floración y cosecha de todos los tratamientos de aplicación de AG<sub>3</sub> (tabla 6). Los registros muestran que la temperatura media máxima registrada entre los meses de agosto a enero

fue superior a los 25 °C, condiciones predisponentes a la formación de roseta; mientras que la mínima presentó valores por debajo de los 20 °C, a excepción del mes de Enero donde alcanzó los 24 °C (tabla 6).

**Tabla N° 6:** Temperatura mensual media máxima y mínima obtenida durante el ciclo del cultivo bajo invernadero en la localidad de Esperanza (Santa Fe), en el periodo comprendido entre Agosto y Enero correspondiente a los tratamientos de aplicación de AG<sub>3</sub>.

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
T MED MAX °C	30	29	31	35	39	32
T MED MIN °C	10	9	12	15	18	24

Estas condiciones de temperatura existentes predisponen el cultivo al arrosetamiento, principalmente en la etapa inmediata al trasplante donde las temperaturas registradas en el mes de Agosto superaron valores de 25 °C (diurna) (Lourdes Avila, 2015).

### 5.2.2. Variables morfológicas

A los 105 días después del trasplante (DDT), se pudieron observar los siguientes resultados sobre las variables morfológicas de las plantas. En relación al momento de aplicación de los tratamientos de AG<sub>3</sub>, se observó que en la etapa posterior al trasplante se obtuvo mayor altura de planta, con una diferencia de hasta 2 cm en relación a la aplicación previa al trasplante, sin observarse diferencias en cuanto al porcentaje de plantas arrosetadas (Tabla 7).

En cuanto a la respuesta a las dosis de AG<sub>3</sub> evaluadas, aplicaciones de 250 ppm favorecieron el incremento de la altura de planta, por el otro lado, el tratamiento testigo (sin AG<sub>3</sub>) fue el que presentó las plantas de menores alturas y de mayor porcentaje arrosetamiento. Todos tratamientos

con AG<sub>3</sub> fueron efectivos para disminuir de una manera muy significativa el desarrollo de rosetas, siendo de mayor importancia a partir de 100 ppm (Tabla 7).

También se observaron variaciones en las variables morfológicas en función del comportamiento de los híbridos. Al respecto, Rose IV presentó mayor valor de altura de planta en comparación a Blue y Arena White II, los cuales no se diferenciaron entre sí en esta variable. Por otro lado, Arena White II y Rose IV mostraron un mayor porcentaje de plantas arrosadas en relación al híbrido Blue (Tabla 7).

En cuanto al porcentaje de plantas arrosadas, se observó un mayor porcentaje (49,2 %) en las aplicaciones realizadas de forma posterior al trasplante. Por otra parte, las aplicaciones de AG<sub>3</sub> demostraron su efectividad para revertir el efecto del arrosamiento debido a que el AG<sub>3</sub> reemplazaría parcialmente la influencia del tratamiento frío (De Hertogh y Blakely, 1972). A partir de dosis de 50 ppm se observaron diferencias con respecto al testigo siendo menor el porcentaje de plantas arrosadas era medida que fue en aumento la dosis con valores de 17,6; 9 y 7,9 % para D de 50, 100 y 250 ppm respectivamente. Se ha demostrado que a bajas concentraciones de AG<sub>3</sub>, estas inducen la elongación del tallo y el pedúnculo floral del crisantemo, el ciclamen y el geranio; asimismo sustituyen parcial o totalmente los requerimientos de frío de las plantas que requieren de vernalización (azaleas, hortensias y liliium) (Ortiz y Larque, 1999).

Según nuestros resultados, Blue fue el híbrido que presentó menor porcentaje de plantas arrosadas (14,4 %), sin embargo Rose IV y Arena White II fueron más sensibles con valores de 27,9 y 31 % respectivamente. Posiblemente, las plantas testigo no presentaron el 100 % de arrosamiento debido a que el tratamiento a altas temperaturas fue de 3 días, periodo mínimo para inducir al arrosamiento (Pérgola, 1992), o bien debido a que las temperaturas registradas posteriormente al trasplante (Tabla 6) indujeron a la elongación parcial en algunas plantas. Trabajos similares corroboran la sensibilidad de algunos materiales, donde se evaluaron 47 cultivares de "lisianthus" bajo condiciones de temperaturas mínimas de 5,6 y máxima de 36,7 °C para flor de corte, siendo "Avila purple" la que no presentó arrosamiento, mientras que "Heidi

White red” presentó el porcentaje más alto de plantas en roseta (35%) seguido de “Flamenco white red” y “Mariachi pink” (29%) y Avila purple (0%) Alice pink (1%) y Avila Rose (3%) (Harbaugh *et al.*, 1992).

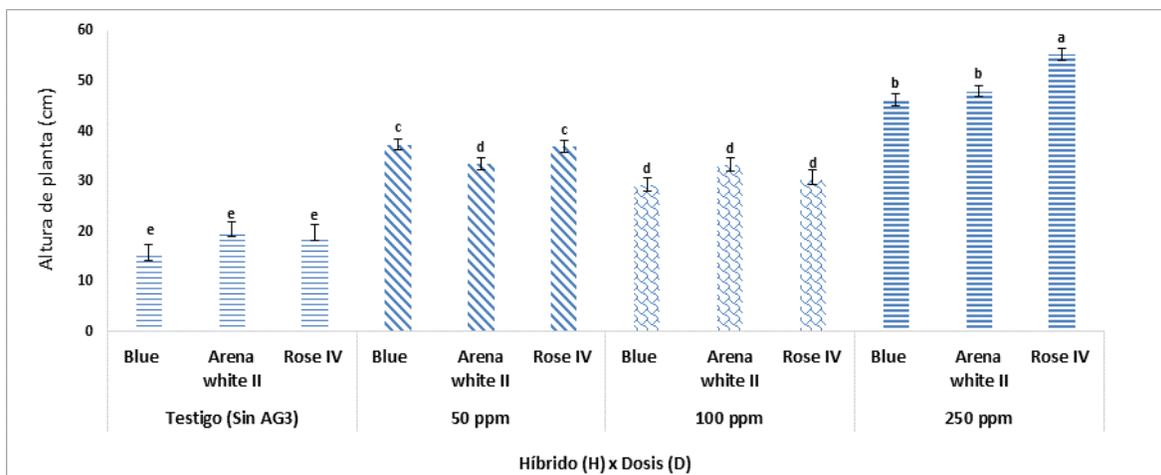
**Tabla N° 7:** Variables morfológicas: Altura de planta (cm) y plantas arrosetadas (%), registrados a los 105 DDT, en respuesta a los factores: M, momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), D: dosis de AG<sub>3</sub> (Testigo, 50, 100 y 250 ppm) y H: híbrido (Blue, Arena White II y Rose IV), y resultado del ‘p’ valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

<b>Variables morfológicas</b>		
<b>Momento de aplicación (M)</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Plantas arrosetadas (%)</b>
Previo al transplante	32,6 b	18,4 b
Posterior al transplante	34,6 a	49,2 a
<b>Dosis (D)</b>		
Testigo (Sin AG <sub>3</sub> )	18,1 d	89,6 a
50 ppm	35,8 b	17,6 B
100 ppm	30,8 c	9,0 c
250 ppm	49,7 a	7,9 c
<b>Híbrido (H)</b>		
Blue	11,9 b	14,4 b
Arena White II	13,6 b	27,9 a
Rose IV	15,3 a	31,0 a
Valor ‘p’		
Momento de aplicación (M)	0,0406	0,0544
Dosis (D)	<0,0001	<0,0001
Híbrido (H)	0,0199	0,0022
MxH	0,8536	0,4042
MxD	0,0937	0,1823
HxD	0,0004	0,4230
MxHxD	0,7736	-

Referencia: Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas entre medias, según cada factor, test DGC ( $p < 0,05$ ).

Se observó una interacción significativa entre los factores en estudio H y D para la variable altura de planta a los 105 DDT ( $p = 0,0004$ ). La aplicación de AG<sub>3</sub> favoreció el incremento significativo de la altura de planta en los híbridos en estudio, con superior comportamiento en Rose

IV con dosis de 250 ppm, independientemente del momento de aplicación. Cuando se utilizó la dosis de 50 ppm, los híbridos Blue y Rose IV se diferenciaron de Arena White II, presentando mayor altura de plantas. Por el contrario, el tratamiento testigo presentó menor valor de altura independientemente del híbrido en estudio (Fig. 19).



**Figura N° 19:** Efecto de la interacción entre la dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos en estudio (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre la variable altura de planta (cm) a los 105 DDT (días desde el transplante). Referencia: Letras distintas indican diferencias significativas, test DGC (p< 0,05).

Como se observa en los resultados de las variables morfológicas, la aplicación de AG<sub>3</sub> a concentraciones de 250 ppm favoreció el incremento de altura de planta. Este comportamiento puede ser atribuido por un lado al efecto fisiológico de la aplicación de AG<sub>3</sub> y por otro, a que la planta ha percibido periodos breves de bajas temperaturas con una media mínima de 9 °C en el mes de septiembre lo cual pudo haber favorecido que a partir de los 64 DDT (mediados de octubre) comience a revertir el estado de arrosamiento e inicie el proceso de elongación principalmente en las plantas tratadas. A diferencia de nuestro trabajo, en otros estudios similares realizados en “lisianthus”, plantas expuestas a altas temperaturas durante el desarrollo de las plántulas forman rosetas y el alargamiento del tallo no se produce (Takeda, 1995),

Por otro lado, se observó que hubo un aumento progresivo en la altura con la aplicación de AG<sub>3</sub>. Sin embargo, este aumento fue conforme se incrementó la dosis (D), ya que la mayor altura se obtuvo con D de 250 ppm. El crecimiento del tallo con AG<sub>3</sub>, determinó la mayor altura de plantas, este efecto fue porque AG<sub>3</sub> promueve tanto la división como el alargamiento celular; se ha encontrado que el AG<sub>3</sub> alarga el primer entrenudo del tallo hasta 10 veces más que el testigo (Silva Garza *et al.*, 2001), Esto evidencia que las AG<sub>3</sub> inducen la elongación del tallo mediante la división y expansión celular, siendo este último proceso el que contribuye al aumento en altura de planta (Holley, 1994; Rebers *et al.*, 1994; Saniewski *et al.*, 1999). En las plantas en roseta, las condiciones de día largo o la aplicación de AG<sub>3</sub> incrementa el tamaño de la región meristemática subapical al aumentar la proporción de células que entran en división celular; esta nueva región meristemática produce la mayoría de células que contribuyen posteriormente a la elongación del tallo (Gonzalez *et al.*, 2007).

En concordancia con nuestro trabajo, estudios similares evidencian un incremento significativo en la altura de planta en relación al control, conforme se aumenta la concentración de AG<sub>3</sub> (El-Shraiy y Hegazi, 2009). También en otros trabajos el alargamiento del tallo de las plantas arrosadas se promovió mediante la aplicación de AG<sub>3</sub> (Hisamatsu *et al.*, 1998). Estudios realizados en *Hyoscyamus*, planta que mantiene el hábito de roseta se observó que con dosis de 1, 10 y 50 mg/l de AG<sub>3</sub> se produjo un alargamiento notable del vástago (Lang, 1956). En otras investigaciones, el AG<sub>3</sub> aumentó la altura de las plantas, número de flores e indujo la floración temprana (Sarkar *et al.*, 2014).

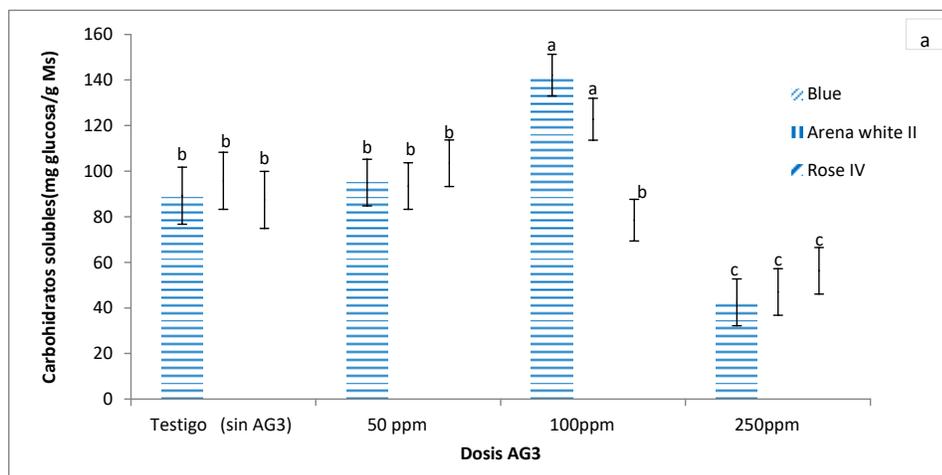
Estudios realizados en tomate evidencian resultados similares, donde con la dosis de AG<sub>3</sub> máxima utilizada en el tratamiento de 1000 µg/L se obtuvo la mayor altura, este resultado corrobora el rol de las AG<sub>3</sub> debido a que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por otro lado, autores indicaron que las plantas más altas (37,3 cm) en el experimento AG<sub>3</sub> fueron las rociadas con una D intermedia de 250 mg L<sup>-1</sup>, (Ramos Rivera *et al.*, 2010).

Si bien distintos autores evidenciaron que la elongación de los entrenudos es acelerada por la aplicación de AG<sub>3</sub> exógena, la respuesta también podría depender del nivel endógeno de AG<sub>3</sub> en la planta (Oka *et al.*, 2001). Según (Hisamatsu *et al.*, 1999), el AG<sub>3</sub> sirve para generar un aumento en la elongación del tallo, cuando las condiciones ambientales que necesita el cultivo de “*lisianthus*” para su desarrollo no están presentes.

### 5.2.3. Variable fisiológica

En la variable carbohidratos solubles (CHOs) se observó interacción significativa entre los factores H y D ( $p < 0,0018$ ). Los resultados muestran que no se observaron diferencias entre los híbridos en estudio para las D testigo, 50 y 250 ppm, sin embargo a D de 100 ppm los híbridos se comportaron diferente presentado valores superiores en Blue y Arena White II (Fig. 20). También se observó interacción significativa entre los factores M y D ( $p < 0,0018$ ) en respuesta a la variable carbohidratos solubles (CHOs) (anexo 2 fig 1).

La concentración de carbohidratos solubles en esta etapa permite estimar respecto si hubo restricción al final del ciclo del cultivo en plantas arrosadas que pudiera afectar la calidad final de la vara floral. Estos resultados podrían estar relacionados entre otros factores a que, con dosis de 250 ppm se obtuvieron plantas de mayor longitud, por lo cual al haber mayor actividad en el crecimiento vertical y la expansión celular, se incrementó la translocación y es por eso que se ve afectada la concentración de azúcares (Davies, 2004).



**Figura N° 20:** a-Carbohidratos solubles (mg glucosa/ g MS) foliares correspondiente a las diferentes dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y del híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV). Referencia:

Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.

Estudios similares corroboraron, que debido a que la aplicación foliar de AG<sub>3</sub> induce el alargamiento tallo, así como la formación flores, es probable que estos procesos tengan una alta demanda de azúcares, lo que conduce a una disminución en el peso y aumento de la descomposición del almidón y mayores niveles de glucosa y fructosa (Alexopoulos *et al.*, 2007). Estudios realizados en *Phalaenopsis*, evidencian el efecto de la AG<sub>3</sub> ya que la misma estimula la actividad de la fuente en el meristema apical y promueve la translocación de la sacarosa desde las hojas de origen hasta el vértice de la inflorescencia, donde se acumula (Wen *et al.*, 1994).

En trabajos similares, se mencionan una alta disponibilidad de azúcares, particularmente de glucosa y de sacarosa, en plantas expuestas a altas temperaturas y que posteriormente no elongaron, lo cual es un rasgo fisiológico importante asociado con el estrés por calor (Xiaozhong y Bingru, 2000).

Otros trabajos, evidencian una alta concentración de azúcar hexosa (principalmente glucosa) y una mayor actividad de la invertasa ácida cuando más alta fue la concentración de AG<sub>3</sub> y los entrenudos se alargaban rápidamente. Sin embargo la inhibición de la biosíntesis de giberelina

redujo la tasa de alargamiento de los entrenudos e inhibió la acumulación de azúcar hexosa y la actividad de la invertasa ácida (Ranwala y Miller, 2008).

En la tabla 8 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales M, D y H de la variable fisiológica evaluada. También, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 8:** Efecto del momento de aplicación (previo al trasplante y posterior al trasplante), dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y del híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV), sobre la variable Mg de glucosa, gMS<sup>-1</sup> y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

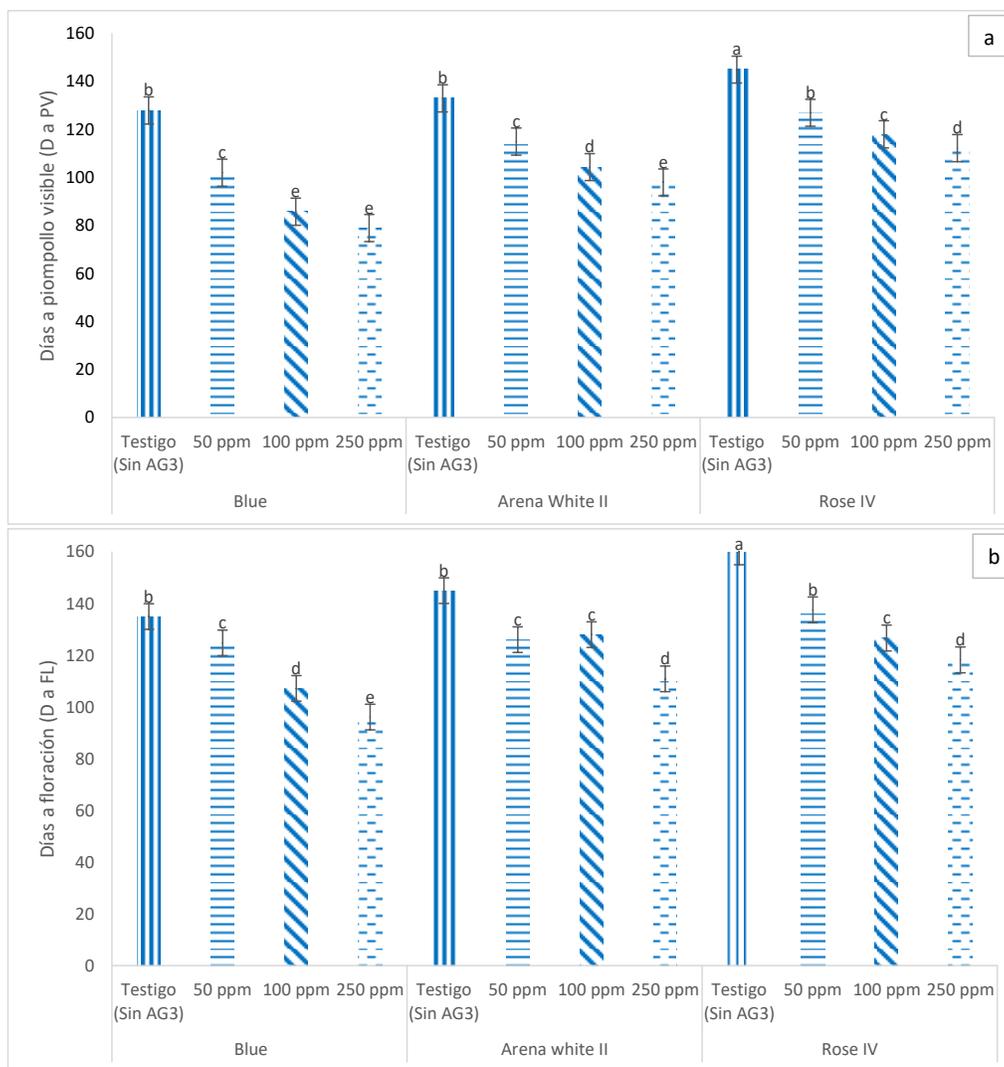
<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>	<b>Carbohidratos solubles foliares (mg glucosa/g MS<sup>-1</sup>)</b>
<b>Momento de aplicación (M)</b>	Previo al trasplante	86,09 a
	Posterior al trasplante	89,50 a
<b>Dosis (D)</b>	Testigo (Sin AG3)	90,80 b
	50 ppm	97,35 b
	100 ppm	114,47 a
	250 ppm	48,58 c
<b>Híbrido (H)</b>	Blue	92,21 a
	Arena White II	89,76 b
	Rose IV	81,43 c
Momento de aplicación (M)		0,5787
Dosis (D)		<0,0001
Híbrido (H)		0,3241
MxH	p-valor	0,9389
MxD		0,0047
HxD		0,0018
MxHxD		0,9461

Referencia: Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre medias, según cada factor, test DGC (p<0,05).

#### 5.2.4. Variables fenológicas

Se observó interacción altamente significativa entre los factores H y D para las variables fenológicas en estudio D a PV y FL con valores de  $p < 0,0001$ . La aplicación de  $AG_3$  modificó el comportamiento de los híbridos en estudio según los días a PV, en este sentido Blue con D de 100 y 250 ppm se diferenció del testigo presentando menor de D a PV, por otro lado, en Arena White II y Rose IV se acortó el ciclo con respecto al testigo conforme se incrementaron las dosis (Fig. 21a).

En cuanto a los días a FL se observó variación en el comportamiento de los híbridos según las distintas D. En los híbridos en estudio se observó que el tratamiento testigo se diferenció significativamente presentando incrementos significativos en el ciclo del cultivo a floración. En el híbridos Arena White II no se observaron diferencias significativas entre dosis de 50 y 100 ppm, sin embargo los valores de días a FL se redujeron significativamente con dosis de 250 ppm, en Blue y Rose IV se observó una reducción de los días a FL conforme se incrementaron las dosis (Fig. 21b).



**Figura N° 21:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre a- Días a PV y b-Días a Floración. Referencias: Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ).

Los resultados muestran que el efecto del AG<sub>3</sub> redujo los valores de las variables fenológicas evaluadas. Esta respuesta del cultivo se debe principalmente a que el efecto más pronunciado de la aplicación exógena de AG<sub>3</sub> que consiste en el alargamiento extremo del tallo en plantas enanas y rosetas (Taiz y Zeiger, 2010).

Además, esta respuesta del cultivo y especialmente desde el trasplante a cosecha estaría afectada principalmente por el material genético y las condiciones ambientales predisponentes (Corr y Katz, 1997), pero también por las condiciones a las que fue expuesto el plantín. El “*lisianthus*” es una planta de crecimiento lento y requiere desde la siembra a floración alrededor de 5 a 6 meses en invernaderos no calefaccionados y 2 meses en condiciones de forzado (Halevy y Kofranek, 1984; Alvarado, 1997). Otros autores corroboraron que el tiempo requerido desde el trasplante a la cosecha, está fuertemente influenciado por el ambiente (radiación y temperatura) y la variedad o híbrido (Melgares de Aguilar, 1996; Mata *et al.*, 2013; Buyatti *et al.*, 2014),

Trabajos similares evidencian el efecto de la AG<sub>3</sub>, donde incrementos en la concentración de AG<sub>3</sub> aplicado desde 100 a 300 mg/L, se redujeron significativamente los días a FL, observando un promedio de 20 días menos en comparación con el testigo en las variedades estudiadas. Otras investigaciones mostraron que la pulverización foliar única de AG<sub>3</sub> en concentraciones de 125, 250, 500 o 1,000 mg L<sup>-1</sup> estimuló la floración de *Philodendron 'Black Cardinal'* en aproximadamente 170 días (Chen, 2003). En *Brassica rapa* la aplicación exógena de AG<sub>3</sub> por pulverización foliar o directamente a la punta del tallo de la roseta mostró como resultado una floración rápida, elongación del brote y una alta producción de semillas viables (Rood *et al.*, 1989).

A diferencia de nuestros resultados, otros estudios evidenciaron que la aplicación de distintas dosis de AG<sub>3</sub> (125, 250 y 500 ppm) en pulverización retrasó significativamente la formación de flores en relación al testigo (Fernández *et al.*, 2018). Estudios realizados en *lilium* evidencian que hubo un retraso significativo en los días a FL a partir de una concentración de 100 ppm de AG<sub>3</sub> (Calfumán Ferrada, 2012).

En la tabla 9 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales M, D y H de las variables fenológicas evaluadas. También, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 9:** Días a pimpollo visible (PV) y floración (FL) en respuesta a los factores Momento de aplicación (previo al trasplante y posterior al trasplante), dosis de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) e híbrido (Blue, Arena White II, Rose IV) y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

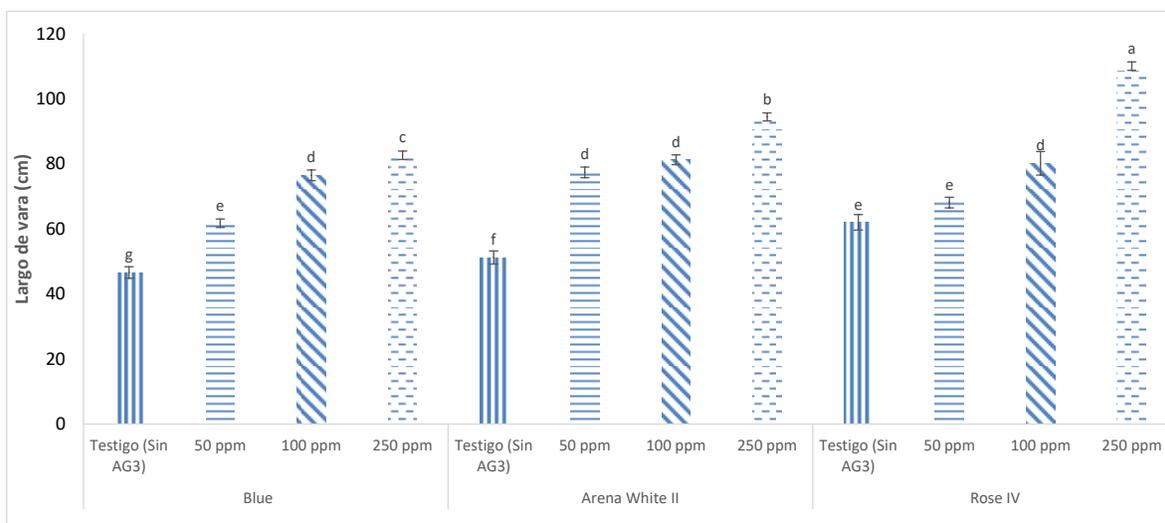
<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>	<b>Días a PV</b>		<b>Días a FL</b>	
Momento de aplicación (M)	Previo al trasplante	108,33	a	125,41	a
	Posterior al trasplante	108,24	a	126,05	a
Dosis (D)	Testigo (Sin AG <sub>3</sub> )	121,33	a	157,69	a
	50 ppm	114,67	b	147,63	a
	100 ppm	102,71	c	121,83	b
	250 ppm	86,43	d	94,76	c
Híbrido (H)	Blue	94,19	c	103,42	c
	Arena White II	108,84	b	116,41	b
	Rose IV	111,82	a	122,36	a
Momento de aplicación (M)		0,2334		0,5756	
Dosis (D)		<0,0001		<0,0001	
Híbrido (H)		<0,0001		<0,0001	
MxH	p-valor	0,2252		0,2948	
MxD		0,5386		0,5502	
HxD		<0,0001		<0,0001	
MxHxD		0,3035		0,6421	

Referencia: Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.

### 5.2.5. Variables de calidad

En el **Largo de vara** se observó interacción altamente significativa entre los factores híbrido (H) y dosis (D) utilizada ( $p < 0,0001$ ). Los resultados mostraron que la aplicación de AG<sub>3</sub> modificó el largo de vara en los híbridos evaluados, mostrando una mayor respuesta en Rose IV con la D máxima en estudio (250 ppm). Los resultados además, evidencian un efecto del material genético debido a que se evaluaron híbridos de ciclo corto, intermedio y largo, como también de la época del año en que se realice la plantación y de la D de AG<sub>3</sub> de utilizada. Posiblemente los resultados del

híbrido Rose IV, que presentó mayor largo de vara (cm), estarían muy relacionados a la duración del ciclo largo, además de la D de 250 ppm de AG<sub>3</sub>. De forma contraria, Blue es de ciclo corto que supone que las etapas de crecimiento son de menor duración. El tratamiento testigo (sin AG<sub>3</sub>) resultó en un menor largo de vara debido a que se mantuvo en estado de roseta por un periodo prolongado hasta que se presentaron condiciones de bajas temperaturas lo que permitió la posterior elongación de los tallos. Por otro lado, si bien diversos autores informan que el fotoperíodo no tiene efecto en la época de floración, la luz promueve la elongación de los vástagos florales (Halevy y Kofranek, 1984). De esta manera, es razonable atribuir un alargamiento del tallo en aquellos ejemplares que recibieron mayor cantidad de horas de luz (en este estudio fue el híbrido Rose IV) (Fig. 22).



**Figura N° 22:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue-ciclo corto, Arena White II-ciclo intermedio, Rose IV-ciclo largo) sobre el largo de vara. Referencia: Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ).

Nuestros resultados coinciden con estudios realizados en “*Isianthus*” donde se obtuvo mayor largo de vara con la dosis máxima utilizada (250 mg/L de AG<sub>3</sub>) (Monsalves Pérez, 2015). Otros

autores en *Iris lutescens* evidenciaron que la producción de flores fue afectada por la aplicación de AG<sub>3</sub> en pulverización, incrementando de esta manera la floración y la longitud del tallo floral al aplicar mayores concentraciones (Fernández *et al.*, 2018). En estudios similares, concentraciones de 250 y 500 ppm de AG<sub>3</sub> incrementaron significativamente la longitud del tallo floral (Fernández *et al.*, 2008).

Para este cultivo no existe una norma de calidad determinada, por lo que en los mercados se aplican las normas genéricas de calidad de la Unión Europea para flor cortada, que atienden más a la sanidad general de la planta, limpieza, residuos de agroquímicos, entre otros (Lourdes de Avila, 2015). Sin embargo, el largo de la vara y su número de flores son parámetros muy importantes durante su comercialización. Domínguez (2002) y Gill *et al.*, (2003) señalan longitudes comerciales de 60 a 90 cm, respectivamente. En otros estudios similares se evaluaron cinco cultivares de “lisianthus”, obtuvieron largos de varas de entre 49,9 cm y 50,5 cm, de acuerdo con el cultivar (Backes *et al.*, 2005).

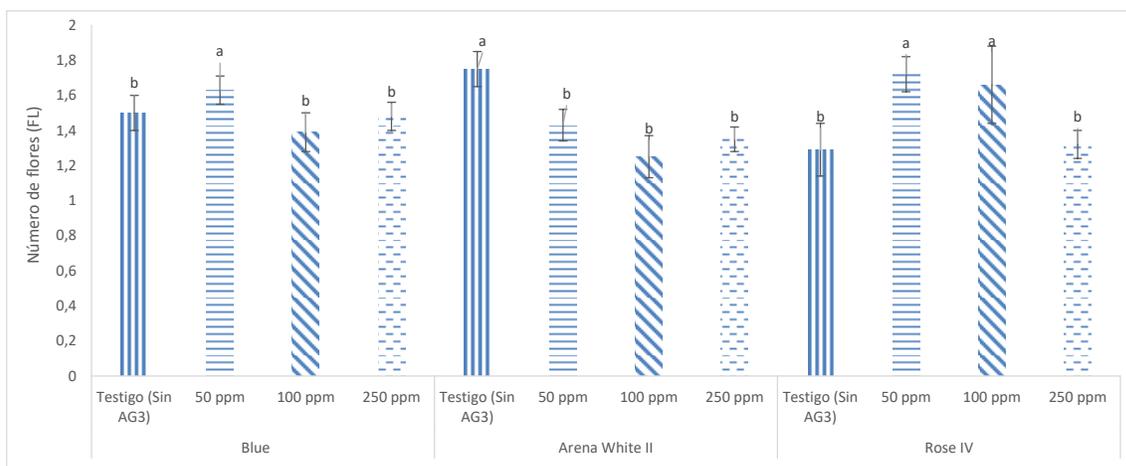
En cuanto a la variable **peso fresco (g)**, se pudo determinar que no hubo interacción significativa entre los factores en estudio M, H, D ( $p=0,7296$ ), es por ello que se analizaron los factores por separado (Tabla10). En cuanto al momento de aplicación, se observó que no hubo diferencias significativas ( $p=0,1255$ ), mientras que se hallaron diferencias en los H y D utilizadas. En este sentido se observó un mayor valor de peso medio a favor del testigo (sin AG<sub>3</sub>) con 124,31 g, mientras que con 100 ppm se observó el menor peso (68,90 g). Por último, se observó una variación en el comportamiento según el material genético, donde Rose IV desarrolló valores medios superiores de peso (126,63 g), mientras que Blue los más bajos (72,16 g).

El peso del ramo está relacionado directamente con la cantidad de materia verde de las varas y a su vez, con los parámetros de calidad como: el largo de las varas florales, número de brotes y de flores, botones florales y diámetro del tallo; así como también con en el número y tamaño de las hojas. Por otro lado, esta variable está ligada a la duración poscosecha de la flor, ya que una vara de

peso alto permitiría la apertura de más flores en florero y una mayor duración de las mismas (Shindoi *et al.*, 2009),

A diferencia de nuestro trabajo, otras investigaciones similares obtuvieron como resultado que con una dosis máxima de AG<sub>3</sub> (10000 ug/L) se incrementó el peso fresco. Este comportamiento se debe a que la aplicación de AG<sub>3</sub> incrementa el tamaño de la zona meristemática al aumentar el número de células que entran en división celular y éstas contribuyen posteriormente a la elongación del tallo, crecimiento de hojas y raíces; lo que se traduce en un aumento del peso fresco de la planta (Ortega-Martínez *et al.*, 2013).

**El número de flores presentó** interacción significativa entre los factores H y D (p=0,0126). Este análisis muestra que el número de flores varía según las distintas dosis e híbridos, en este sentido con 50 ppm fue suficiente para que el híbrido Blue alcance valores máximos de número de flores, sin embargo en Arena White II el testigo presentó mejor comportamiento, mientras que en Rose IV se logró valores máximos con D de 50 y 100 ppm (Fig. 23).



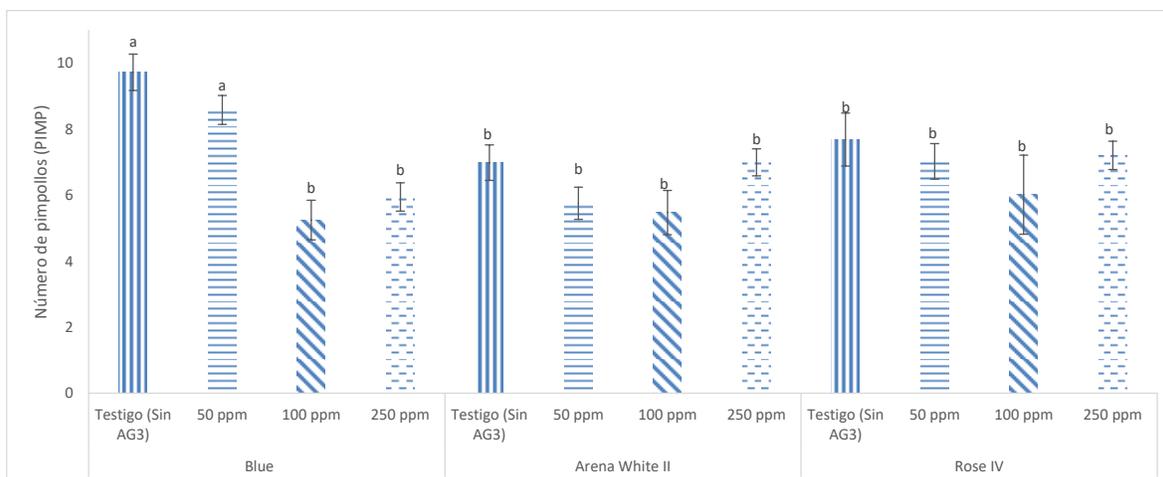
**Figura N° 23:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de flores/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC (p < 0,05).

El “*lisianthus*” se cosecha con una o más flores abiertas (Corr y Katz, 1997). En nuestro caso de estudio probablemente estos resultados pueden atribuirse a que en general todas las varas se cosechan con 1 o 2 flores abiertas y cuando los pimpollos presentan el color características del híbrido. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden explicarse debido a que al no haber un incremento en la elongación significativo en el testigo (sin AG<sub>3</sub>) y 50 ppm no hubo suficiente utilización de foto asimilados, lo que permitió generar mayor número de flores.

El AG<sub>3</sub> modifica sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración, en el crecimiento y producción de flores, en el cuajado y desarrollo de los frutos. Investigaciones similares realizadas con diferentes tratamientos de AG<sub>3</sub> (Testigo, 5, 25 y 125 mg.L<sup>-1</sup>) constatan el efecto significativamente superior con aplicaciones de 125 mg.L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (González *et al.*, 2007).

Otros autores obtuvieron como resultado que la pulverización de las plantas con 50 mg.L<sup>-1</sup> del fitorregulador AG<sub>3</sub> promovió la formación de un mayor número de flores por planta, sin embargo el AG<sub>3</sub> no promovió el alargamiento de las plantas (Silveira y Stefanello, 2013). En similares trabajos la pulverización de estas concentraciones de AG<sub>3</sub> incrementó significativamente el porcentaje de floración comparado con el control (Fernández *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 1994).

En lo correspondiente al **número de pimpollos**, hubo efecto significativo del H y D (p=0,0196). Lo que se pudo observar en los resultados es que la aplicación de AG<sub>3</sub> no modificó el número de pimpollos según las distintas D en los híbridos Arena White y Rose IV, sin embargo en Blue se observó un comportamiento diferente presentando mayor valor el testigo y la D mínima en estudio de 50 ppm (Fig. 24).



**Figura N° 24:** Efecto de las dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de pimpollos/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC ( $p < 0,05$ ).

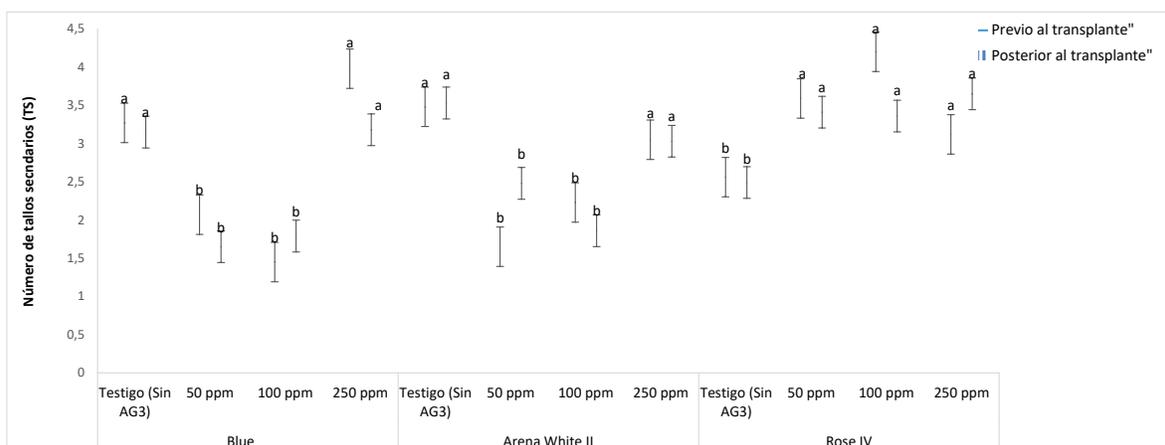
El mayor número de pimpollos en el testigo (sin AG<sub>3</sub>) y la D mínima en estudio de 50 ppm, podría estar relacionado como consecuencia de que al no haber adquirido suficiente elongación hubo una mayor disponibilidad de fotoasimilados para crecimiento de inflorescencias o nuevas hojas (sumideros) (Lima *et al.*, 2014).

Nuestros resultados se encuentran establecidos dentro del rango mencionado por diversos autores donde el “*Isianthus*” presenta entre 4 a 10 botones florales por vara (De la Riva Morales *et al.*, 2013).

A diferencia de nuestros resultados, otros estudios realizados evidencian que el testigo presentó un menor número de pimpollos, mientras que los tratamientos con diferentes D no mostraron diferencias significativas (Monsalves Pérez, 2015).

En el **número de tallos secundarios** los resultados mostraron interacción significativa entre los factores en estudio H, M, D ( $p=0,0201$ ). En general se observó que no hubo diferencias en lo correspondiente al momento de aplicación, sin embargo los híbridos en estudio mostraron un

comportamiento diferentes según las distintas D. Los resultados muestran que el híbrido Blue y Arena White II la respuesta a los tratamientos fue similar, debido a que con D de 50 y 100 ppm se diferenciaron del testigo presentado menor valor de TS independientemente del momento de aplicación. Sin embargo Rose IV se mostró un comportamiento diferente debido a que D de 50, 100 y 250 ppm se diferenciaron del testigo presentando mayor valor de TS (Fig. 25).



**Figura N° 25:** Efecto del momento de aplicación (previo al trasplante y posterior al trasplante), las dosis de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) y los híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV) sobre el número de tallos secundarios/vara. Las barras verticales indican el error estándar y letras distintas en cada barra representan diferencias significativas entre medias, según test DGC (p < 0,05).

En trabajos similares, el resultado obtenido con la aplicación del AG<sub>3</sub> no es el óptimo para la venta de flores de corte, particularmente en el caso del “lisianthus”, ya que el número de los ejes secundarios aumentó con la aplicación de las distintas D de AG<sub>3</sub>, pudiendo perjudicar el empaque y posterior presentación para venta del producto (Monsalves-Perez, 2015).

Considerando varios estudios realizados (Alía-Tejagal *et al.*, 2011; Jiang *et al.*, 2010) aspersiones con ácido giberélico en el cultivo de nochebuena puede inducir la brotación lateral como se ha reportado en crisantemo cuando se aplica AG<sub>3</sub> y AIA.

En la tabla 10 se muestran los valores del ANOVA correspondiente a los factores individuales M, D y H de las variables de calidad evaluadas. También, se indica entre cuáles de ellos hubo interacciones.

**Tabla N° 10:** Parámetros de calidad de la vara floral de “lisianthus”: L: largo de vara (cm), P: peso (g), FL: número de flores, PIMP: número de pimpollos y TS: n° de tallos secundarios) evaluados al momento de cosecha en función del momento de aplicación (previo al transplante y posterior al transplante), dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> (testigo, 50, 100 y 250 ppm) e híbridos (Blue, Arena White II, Rose IV), y resultado del p valor de ANAVA de dichos factores y sus interacciones.

Parámetros de calidad de la vara											
Factor	Niveles	LV (cm)		P (g)		FL (n°)		PIMP (n°)		TS (n°)	
Momento de aplicación (M)	Previo al transplante	75,80	a	98,24	a	1,47	a	6,46	b	2,89	a
	Posterior al transplante	74,93	a	92,83	a	1,49	a	7,32	a	2,91	a
Dosis (D)	Testigo (Sin AG <sub>3</sub> )	44,68	d	124,31	a	1,51	a	8,13	a	3,31	a
	50 ppm	71,72	b	82,77	c	1,59	a	6,24	b	2,48	b
	100 ppm	87,99	c	68,90	d	1,43	b	5,58	b	2,48	b
	250 ppm	109,06	a	106,16	b	1,38	b	7,60	a	3,33	a
Híbrido (H)	Blue	61,88	c	72,16	c	1,50	a	7,38	a	2,57	b
	Arena White II	73,60	b	87,81	b	1,44	a	6,31	b	2,66	b
	Rose IV	99,61	a	126,63	a	1,50	a	6,99	b	3,47	a
Momento de aplicación (M)		0,4249		0,1255		0,6920		0,0180		0,8491	
Dosis (D)		<0,0001		<0,0001		0,0217		<0,0001		<0,0001	
Híbrido (H)		<0,0001		<0,0001		0,6649		0,0140		<0,0001	
MxH	p-valor	0,3610		0,7093		0,6933		0,0100		0,2661	
MxD		0,5267		0,2929		0,7446		0,2630		0,3553	
HxD		<0,0001		0,2048		0,0126		0,0196		<0,0001	
MxHxD		0,2537		0,7296		0,5150		0,3430		0,0201	

Referencias: Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas entre medias, según test DGC (p< 0,05).

## 6. CONCLUSIONES

### *Tratamiento de vernalización*

- Tratamientos realizados por un periodo de 4 semanas independientemente de la temperatura, incrementaron los valores de altura y redujeron las plantas arrosetadas (%), a excepción de Blue que con tratamientos 2 y 4 semanas no mostró diferencias.
- La mayor concentración de glucosa se obtuvo con un periodo de vernalización de 4 semanas independientemente de la temperatura.
- Tratamientos de vernalización por un periodo de 2 semanas redujeron el ciclo fenológico (D a PV y FL) del cultivo en los híbridos Blue y Arena White II, mientras que en Rose IV la mayor respuesta se obtuvo con un periodo de vernalización de 4 semanas.
- Los tratamientos de vernalización por un periodo de 4 semanas incrementaron los valores de largo de vara y redujeron el peso en Blue y Arena White II, mientras que en el híbrido Rose IV, 2 semanas fueron suficientes para incrementar el largo de vara.
- El híbrido Rose IV presentó mayor N° de flores con temperaturas de 10 °C independientemente del período, mientras que con tratamientos de 4 semanas se obtuvo mayor respuesta en el peso, N° de PIMP y TS.

### *Aplicación de diferentes dosis de AG<sub>3</sub>*

- Aplicaciones posteriores al transplante tuvieron menor efecto de control del arrosetamiento en relación con aquellas realizadas previo al transplante, por otro lado se obtuvo menor porcentaje de plantas arrosetadas D de 250 ppm y mayor altura. En cuanto a los híbridos, Blue presentó menor porcentaje de plantas arrosetadas mientras que Arena White II y Rose IV fueron más sensibles.

- Los niveles de glucosa presentaron mayor respuesta en el híbrido Blue y Arena White II con D de 100 ppm.
- En general las dosis de GA<sub>3</sub> redujeron los valores de días a PV en los híbridos en estudio con mayor respuesta a D de 250 ppm: en el caso de Blue se obtuvo un acortamiento del ciclo con D de 100 ppm. Por otro lado, los días a FL mostraron mayor respuesta con D de 250 ppm para los híbridos en estudio.
- Con D de 250 ppm se obtuvo mayor respuesta en las variables largo de vara independientemente de los híbridos en estudio. Por otro lado el tratamiento testigo presentó mayor peso fresco.
- Con dosis de 50 ppm, testigo y 100 ppm los híbridos Blue, Arena White II y Rose IV respectivamente presentaron mayor número de flores. Mientras que Blue testigo y D de 50 ppm presentó mayor número de pimpollos.
- El tratamiento testigo y a 250 ppm los híbridos en estudio incrementaron el número de TS, mientras que Rose IV no presentó variación entre las dosis evaluadas.

***Recomendación ante el problema evaluado***

- Previo al trasplante se recomienda realizar tratamientos de vernalización por un periodo no menor a 4 semanas ya sea a 10 o 15 °C debido a que incrementa los valores de altura, reduce el arrosetamiento, el ciclo del cultivo y mejora las principales variables de calidad (largo de vara, el peso, N° de PIMP y TS). Considerar que al presentarse inconveniente y realizar el tratamiento, el trasplante se retrasaría en 4 semanas.
- También previo al trasplante se pueden realizar aplicaciones de AG<sub>3</sub> con una mayor respuesta a dosis de 250 ppm.

- Posterior al trasplante lo que se puede realizar es la aplicación de AG<sub>3</sub> recomendando la mayor dosis evaluada (250 ppm) debido a que reduce significativamente los valores de arrosetamiento, acorta el ciclo del cultivo (D a PV y FL), mejora la altura de planta y con ello las variables de calidad tales como el largo de vara.
- Tanto la utilización del tratamiento de vernalización como la aplicación de giberelinas resultan favorables para ser utilizadas ante una situación de altas temperaturas en el periodo estival, siendo interesante continuar con este tipo de estudios con a diferentes temperaturas y periodos de vernalización como en dosis de giberelinas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Aguilar-Avendaño OE. 2016. La conformación de un nuevo instituto de investigaciones orientado a la floricultura en Argentina. In IX Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Sociología. Realizado de 5 al 7 de diciembre de 2016 en Ensenada, Argentina.
- (2) Ahmad H, Rahul S, Mahbuba S, Jahan MR, Uddin, AJ. 2017. Evaluation of “lisianthus” (*Eustoma gryiflorum*) lines for Commercial Production in Bangladesh. *Int. J. Bus. Soc. Sci. Res*, 5(4): 156-167.
- (3) Alexopoulos AA, Aivalakis G, Akoumianakis KA, Passam, HC. 2007. Effect of foliar applications of gibberellic acid or daminozide on plant growth, tuberisation, and carbohydrate accumulation in tubers grown from true potato seed. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(4), 535-540.
- (4) Alia-Tejacal I, Valdez-Aguilar LA, Campos-Bravo E, Sainz-Aispuro MDJ, Pérez-Arias GA Colinas-León MT, Alvear-García A. 2011. Efecto de la aspersion de ácido giberélico en el crecimiento de cinco cultivares de nochebuena. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3): 577-589.
- (5) Alvarado C. 1997. Estudio de tres híbridos de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*) como flor de corte, en cuatro fechas de siembra con ambiente modificado en la zona de Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota. Fac. de Agronomía. Ed. PlaceQuillota. Chile. 61 pp. En: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CL1998000057> Acceso: 13/10/2015.
- (6) Armitage AM. 1993. Specialty cut flowers. The production of annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers. Varsity Press/Timber Press pp 371.
- (7) Asuka Y, Takahiro T, Takuro S, Takatoshi M, Toshihiro K. 2008. Improvement of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cut Flower Quality for Early-Autumn Shipping with Long-Day

- Treatment Using Light Sources That Delay Flower Bud Formation. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 77 (3): 296–303.
- (8) Auzaque-Rodríguez O, Balaguera-López HE, Álvarez-Herrera JG, Fischer G. 2009. Efecto de la vernalización de bulbos reutilizados sobre la calidad de la flor de lirio (*Lilium sp.*) en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 27(1) 65-71.
- (9) Backes FAAL, Barbosa JG, Backes RL, Ribeiro JMO, Morita RM. 2005. Produção de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum Shinn.*) em vaso sob diferentes densidades de plantas. *Acta Scientiarum. Agronomy* 27(2): 237-241.
- (10) Ball, 2016. Catálogo de flores de corte. En: [https://issuu.com/ballcolombia/docs/ballsb\\_flores\\_de\\_corte](https://issuu.com/ballcolombia/docs/ballsb_flores_de_corte) Acceso: 10/01/2017
- (11) Bárbaro LA, Karlanian MA, Mata DA, Morisigue DE. 2011. Producción de plantines florales en sistema flotante. Ediciones INTA. Buenos Aires. Pp 16.
- (12) Bautista, M. F. 2018. Micropropagación de híbridos interespecíficos del género *Eustoma spp.*, utilizando diversas técnicas de cultivo in vitro. Tesis. centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de jalisco, México.
- (13) Buyatti M, Micheloud M, Pagura E, Nocioni S, Gariglio N, Belavi A, Grosso S. 2009. Diagnóstico del sector productivo en la región centro de la provincia de Santa Fe. XI Jornadas Nacionales de Floricultura. Resumen. Montecarlo, Misiones. Pp: 315.
- (14) Buyatti MA, Gabriel PM, Nocioni S, Mata D, Morisigue D. 2014. Flores y follaje de corte. En: Bouzo C, N.F. Gariglio, M. Travelo. (Eds.) Cultivos frutales y ornamentales para zonas templadas cálidas. Experiencias en la zona central de Santa Fe. Ediciones UNL p. 205-223.
- (15) Cajilema Vinueza AL. 2006. Diagnóstico Internacional de flores frescas de corte y Estudio de Factibilidad de (*“lisianthus” spp.*) como alternativa de Producción en la Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis. Pp. 142. En: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/996> Acceso: 12/01/2015.

- (16) Calfumán Ferrada GE. 2012. Efecto de la aplicación de AG<sub>4+7</sub> (ácido giberélico) en una variedad de liliun híbrido LA, establecido bajo condiciones de invernadero en la región de la araucanía. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Chile. Pp 104.
- (17) Castillo-González AM, Valdez-Aguilar LA, Avitia-García E. 2018. Respuesta de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) a las aplicaciones de reguladores de crecimiento. AGROProductividad, 11(8):13-19.
- (18) Ccacya A, Eliana B. 2014. Comportamiento de cinco cultivares de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*) bajo Protección, en clima subtropical árido. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- (19) Chen J, Henny RJ, McConnell DB, Caldwell RD. 2003. Gibberellic acid affects the growth and flowering of Philodendron 'Black Cardinal'. Plant Growth Regul 55: 241
- (20) Chen WS, Liu HY, Liu ZH, Yang L, Chen WH. 1994. Gibberellin and temperature influence carbohydrate content and flowering in Phalaenopsis. Physiologia Plantarum 90(2) 391-395.
- (21) Chittenden FJ. 1981. *Eustoma*. Ed: F.J. Chittenden. Diccionario de Jardinería, Clarendon Press, Oxford, 799 pp.
- (22) Cleland CF, Briggs WS. 1969. Gibberellin and CCC effects on flowering and growth in the long-day plant *Lemna gibba* G3. Plant physiology, 44(4):503-507.
- (23) Confalone A, Navarro M, Dujmovich M. 1999. Crecimiento de soja en función de la temperatura del aire y de la radiación fotosintéticamente activa. Revista Brasileira de Agrociência. 8(3): 185-189.
- (24) Corbesier L, Lejeune P, Bernier G. 1998. The role of carbohydrates in the induction of flowering in *Arabidopsis thaliana*: comparison between the wild type and a starchless mutant. Planta, 206(1):131-137.

- (25) Corr B, Katz P. 1997. A grower's guide to "lisianthus" production. *FloraCulture Intl.* 7(5):16-20.
- (26) Cortes RA. 2003. Efecto de tres periodos de vernalización y luz en "lisianthus" (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn). Tesis (Ing Agr). Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Chile. 49 p.
- (27) Croft B, Nelson J. 1998. *Eustoma* ("lisianthus") In: Bakkm V. Ed. Ball Redbook. 16 th Edition. Batavia. Ball Publishing. Pp: 509-512.
- (28) Cueva Stay R. 1998. Informe final proyecto de innovación tecnológica: "Estudio de tres híbridos de "lisianthus" (*Eustoma grandiflorum*) como flor de corte, en ocho fechas de siembra, en ambiente modificado" FONTEC- CORFO. Pp 29.
- (29) Davies PJ. 2004. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, Revised. 3° ed. Springer Berlin, USA.pp 802.
- (30) De Almeida DB, Barbosa JG, Grossi JAS, Finger FL, Heidemann JC. 2017. Influence of vernalization and bulb size on the production of lily cut flowers and lily bulbs. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4): 2399-2408.
- (31) De Hertogh AA, Blakeley N. 1972. Influencia de las giberelinas A<sub>3</sub> y A<sub>4 + 7</sub> en el desarrollo de *Lilium longiflorum* Thunb forzado. *Amer Soc Hortic Sci J.* 97: 320–323
- (32) De la luz Gonzalez E. 2008. Respuesta del "lisianthus" (*Eustoma grandiflorum*) al manejo de fotoperiodo, criterios de poda y dosis de fertilización. Tesis. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- (33) De La Riva-Morales FP, Mazuela-Águila PC, Urrestarazu-Gavilán M. 2013. Comportamiento productivo del "lisianthus" (*Eustoma gryiflorum* [Raf.] Shinn) en cultivo sin suelo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(2): 141-150.
- (34) De Lourdes Ávila A, Pereyra SM. 2015. Cultivo de "lisianthus". Documento de divulgación científica Programa PROTRI. Cátedra de floricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 36 p.

- (35) Devlin R. 1980. Fisiología vegetal. Barcelona. Ediciones Omega, S. A. 517p.
- (36) Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2018. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: <http://www.infostat.com.ar> Acceso: 02/04/2018.
- (37) Dole J, Wilkins H. 2005. Floriculture Principles y Species. Pearson Prentice Hall. Pp. 385-388.
- (38) Dole JM, Schnelle MA. 2001. The care and handling of cut flowers. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service. Extension facts. F. 6426. 4 p. En: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1115/>. Acceso: 02/02/2017.
- (39) Domínguez I, Cedeño L, Briceño A, Pino H, Quintero K, Rodríguez L. 2009. First report of Botrytis cinerea in Venezuela causing leaf blight on Lisianto (*Eustoma grandiflorum*). Revista Forestal Venezolana, 52(2): 173-176.
- (40) Domínguez Ramírez A. 2002. Cultivo del “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*). Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia07.pdf>. Acceso: Enero 2015.
- (41) Dubois M, Gilles K, Hamilton J, Rebers P, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry, 28(3): 350-356.
- (42) Ecker R, Barzilay A, Osherenko E. 1994. The genetic relations between length of time to germination and seed dormancy in “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*). Euphytica 80:125-128.
- (43) El-Shrai AM, Hegazi AM. 2009. Effect of acetylsalicylic acid, indole-3-butyric acid and gibberellic acid on plant growth and yield of Pea (*Pisum Sativum* L.). Australian Journal of Basic Applied Sciences, 3(4), 3514-3523.
- (44) Erwin, JE, Warner, RM, Smith, AG. 2002. Vernalización, fotoperíodo y GA3 interactúan para afectar la floración del rábano japonés (*Raphanus sativus* Chinese Radish Jumbo Scarlet). Physiologia plantarum , 115 (2), 298-302.

- (45) Everett TH. 1981. *Eustoma*. In: T.H. Everett (Editor), Encyclopedia of Horticulture, Garland Publishing Inc., New York. 205 pp.
- (46) Fernández JA, Ochoa J, Alcalá H, Peñapareja DJ, Conesa E, Bañón S. 2008. Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre el crecimiento y floración de *Iris lutescens* en maceta. Actas de Horticultura nº 52. Innovación y futuro en la jardinería. I Simposio Iberoamericano-IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental. Pontevedra (España). Pp 61-64. Disponible en:  
<http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2052.%20IV%20Jornadas%20Ib%C3%A9ricas%20de%20Horticultura%20Ornamental/Comunicaciones/Efecto%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20%C3%A1cido%20giber%C3%A9lico%20sobre%20el%20crecimiento%20y%20floraci%C3%B3n%20de%20Iris%20lutescens%20en%20maceta.pdf> Acceso: 15/12/2017.
- (47) Fox R. 1998. “lisianthus”: a specialty cut flower. Practical Hydroponics & Greenhouses, (40), 43-51.
- (48) Gill SA, Blessington T, Dutky EM, Balge R, Ross DS, Rosenkranz G, Butler B, Klick S, Reeser R. 2003. Production of “lisianthus” as a cut flower. College of Agriculture and Natural Resources, Maryland Cooperative Extension, Maryland University State. Pp: 12.
- (49) Glasziou KT. 1969. Control of enzyme formation and inactivation in plants. Annual review of plant physiology, 20(1): 63-88.
- (50) González ML, Caycedo C, Velásquez MF, Flórez V, Garzón MR. 2007. Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor (*Brassica oleraceae* L.) var. *Botrytis* DC. Agronomía Colombiana, 25(1): 54-61.
- (51) González Sandoval DC. 2015. Calidad y vida poscosecha de *Eustoma grandiflorum* ((Raf.) Shinnery) cultivada con bacterias promotoras de crecimiento y cubierta con poli (acetato de vinilo-co-alcohol vinílico). Tesis de maestría. Pp. 70. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Hasib\\_Ahmad/publication/319851900\\_EVALUATION\\_OF\\_”LISIANTHUS”\\_Eustoma\\_grandiflorum\\_LINES\\_FOR\\_COMMERCIAL\\_PRODUCTION\\_IN\\_BANGLADESH/links/59be1212aca272aff2dbbbb1/EVALUATION-OF-”LISIANTHUS”-Eustoma-grandiflorum-LINES-FOR-COMMERCIAL-PRODUCTION-IN-BANGLADESH.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hasib_Ahmad/publication/319851900_EVALUATION_OF_”LISIANTHUS”_Eustoma_grandiflorum_LINES_FOR_COMMERCIAL_PRODUCTION_IN_BANGLADESH/links/59be1212aca272aff2dbbbb1/EVALUATION-OF-”LISIANTHUS”-Eustoma-grandiflorum-LINES-FOR-COMMERCIAL-PRODUCTION-IN-BANGLADESH.pdf)

Acceso: 12/11/ 2016.

- (52) Halevy AH, Kofranek, AM. 1984. Evaluation of “lisianthus” as a new flower crop. HortScience 19(6): 845-847.
- (53) Harbaugh BK, Bell ML, Liang R. 2000. Evaluation of Forty-seven Cultivars of “lisianthus” as Cut Flowers. Hort. Technol., 10(4): 812-815.
- (54) Harbaugh BK, Scott JW, Rubino DB. 1996. Florida Blue'semi-dwarf “lisianthus” [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.]. HortScience, 31(6):1057-1058.
- (55) Harbaugh BK, Scott JW. 1998. Six heat-tolerant cultivars of “lisianthus”. HortScience, 33:164-165.
- (56) Harbaugh BK. 1995. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars influenced by photoperiod and temperature. HortScience, 30(7):1375-1377.
- (57) Harbaugh, BK, Roh MS, Lawson RH, Pemberton B. 1992. Rosetting of “lisianthus” cultivars exposed to high temperature. HortScience, 27(8):885-887.
- (58) Hedden P, Kamiya Y. 1997. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. Annual review of plant biology, 48(1): 431-460.
- (59) Hernández-Pérez A, Villegas-Torres OG, Valdez-Aguilar LA, Alia-Tejacal I, López-Martínez V, Domínguez-Patiño ML. 2015. Tolerance of “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) to high ammonium concentrations in nutrient solution. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(3), 467-482.

- (60) Hisamatsu T, Koshioka M, Mander LN. 2004. Regulation of gibberellin biosynthesis and stem elongation by low temperature in *Eustoma grandiflorum*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(3), 354-359.
- (61) Hisamatsu T, Koshioka M, Nishijima T, Mander LN. 1998. Identification of endogenous gibberellins and their role in rosetted seedlings of *Eustoma Grandiflorum*. *Journal. Japan Society Horticultural Science* 67(6): 866-871.
- (62) Hisamatsu T, Koshioka M, Oyama N, Mander LN. 1999. The relationship between endogenous gibberellins and rosetting in *Eustoma grandiflorum*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 68(3):527-533.
- (63) Holley R. 1994. Gibberellins: Perception, transduction and response. *Plant mol biol* 26: 1529-1555.
- (64) Inkham C, Piriyaongpitak P, Ruamrungsri S. 2019. Las temperaturas de almacenamiento y crecimiento afectan el crecimiento, la calidad de las flores y la calidad del bulbo de *Hippeastrum*. *Horticultura, Medio Ambiente y Biotecnología* , 60 (3):357-362.
- (65) Jiang B, Miao H, Chen S, Zhang S, Chen F, Fang W. 2010. The lateral suppressor-like gene, *DgLsL*, alternated the axillary branching in transgenic chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) by modulating IAA and GA content. *Plant molecular biology reporter*, 28(1):144-151.
- (66) Jordán M, Casaretto J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. Squeo, F, A., & Cardemil, L.(eds.). *Fisiología Vegetal*, 1-28.
- (67) Kerepesi I, Toth M, Boross L. 1996. Water-soluble carbohydrates in dried plant. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44(10): 3235-3239.
- (68) Klotke J, Kopka J, Gatzke N, Heyer A.G. 2004. Impact of soluble sugar concentrations on the acquisition of freezing tolerance in accessions of *Arabidopsis thaliana* with contrasting cold adaptation—evidence for a role of raffinose in cold acclimation. *Plant, Cell & Environment*, 27(11):1395-1404.

- (69) Lafta AM, Lorenzen JH. 1995. Effect of high temperature on plant growth y carbohydrate metabolism in potato. *Plant Physiology*, 109(2):637-643.
- (70) Lang A. 1956. Stem elongation in a rosette plant, induced by gibberellic acid. *Naturwissenschaften*, 43(11):257-258.
- (71) Lima JD, Ansante NF, Nomura ES, Fuzitani EJ, Silva SHMGD. 2014. Growth and yield of anthurium in response to gibberellic acid. *Ciência Rural*, 44(8):1327-1333.
- (72) Liu PB, Loy JB. 1976. Action of gibberellic acid on cell proliferation in the subapical shoot meristem of watermelon seedlings. *American journal of botany*, 63(5):700-704.
- (73) Maitra S, Roychowdhury N. 2013. Performance of different standard carnation (*Dianthus caryophyllus L.*) cultivars in the plains of West Bengal, India. *International journal of Bio-resource and Stress Management*, 4(3):395-399.
- (74) Maldonado B, Contreras M. 2005. “lisianthus”: Manejo del cultivo. “lisianthus” manejo del cultivo. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/15544/INIA-0086.pdf?sequence=2>  
Acceso: 11/11/2017.
- (75) Manjula MG. 2005. Performance of Rose Cultivars Under Naturally Ventilated Polyhouse. MS. Thesis. Univ. Agric. Sci., Dharwad. India. pp. 29-37.
- (76) Mascarini L, Amado S. 2009. Producción de flores y verdes de corte. “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinnors*). Apunte de Cátedra de Floricultura. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Pp. 23.
- (77) Mascarini L. 2008. Floricultura: Introducción. Apuntes de cátedra de floricultura. Buenos Aires, Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires. Pp. 14.
- (78) Mata DA, Wicky MA, Morisigue D. 2013. Efecto de la intensidad de luz en el cultivo de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*). *Horticultura Argentina*. 32(79):435.
- (79) Melgares de Aguilar J. 2002. El cultivo del “lisianthus” para flor cortada. En: <http://www.terra.es/personal4/jmacmu/ornamentales/lisiflor.htm> Acceso: 11/02/2015.

- (80) Melgares de Aguilar, J. 1996. El cultivo de "lisianthus" 1° parte. Horticultura 113: 13-16.
- (81) Mendoza Flores LG. 2003. Fertilización silíceica en "lisianthus" (*Eustoma grandiflorum* L.) CV. Mariachi/Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp 103.
- (82) Metzger JD. 1990. Comparison of biological activities of gibberellins and gibberellin-precursors native to *Thlaspi arvense* L. Plant physiology, 94(1):151-156.
- (83) Mex D. 1998. Cultivo de "lisianthus" (*Eustoma Grandiflorum*). In: Curso Manejo de flor cortada. Fundación para la Innovación Agraria. Facultad de Agronomía. Pp. 5.
- (84) Mino M, Oka M, Tasaka Y, Iwabuchi M. 2003. Thermoinduction of genes encoding the enzymes of gibberellin biosynthesis and a putative negative regulator of gibberellin signal transduction in *Eustoma grandiflorum*. Plant cell reports, 22(2), 159-165.
- (85) Minorsky PV. 2002. Vernalization: the flower school. Journal of biosciences, 27(2): 79-83.
- (86) Modi AR, Shukla YM, Litoriya NS, Patel NJ, Narayan S. 2011. Effect of gibberellic acid foliar spray on growth parameters and stevioside content of ex vitro grown plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Medicinal Plants-International Journal of Phytomedicines and Related Industries, 3(2), 157-160.
- (87) Monsalves Pérez KA. 2015. Effect of gibberellic acid on flowering of two varieties of "lisianthus" (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn). Tesis de grado. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas. Pp 23. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148349/Monsalves-%20Efecto%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20%282015%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acceso: Febrero 2017.
- (88) Montalvo-Sierra A, Ortiz-Flores EA, Díaz-López E, Morales-Ruiz A. 2018. Floral induction in sunflower *Helianthus Annuus* L. (asteraceae) cv. victoria with foliar application of giberellic acid. *Agroproductividad*, 11(12): 97-101.
- (89) Morigue D, Mata D, Facciuto G, Bullrich L. 2012. Floricultura: Pasado y presente de la floricultura Argentina. Ediciones INTA- GESyC, Buenos Aires, Argentina. Pp 37. En:

<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta>

[floricultura pasado y presente de la floricul.pdf](#) Acceso: 12/12/2014.

- (90) Murakami Y. 1973. The role of gibberellins in the growth of floral organs of *Pharbitis nil*. *Plant and Cell Physiology*, 14(1): 91-102.
- (91) Nakano Y, Kawashima H, Kinoshita T, Yoshikawa H, Hisamatsu T. 2011. Caracterización de los homólogos de FLC, SOC<sub>1</sub> y FT en *Eustoma grandiflorum*: efectos de las condiciones de vernalización y posvernalización sobre la floración y la expresión génica. *Physiologia plantarum*, 141 (4):383-393.
- (92) Nocioni S, Micheloud N, Buyatti M. 2010. Estudio del comportamiento de “lisianthus” (*Eustoma russellianun Hook*) plantado a dos densidades diferentes. V congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales. Resumen Concordia, Entre Ríos. Pp: 113.
- (93) Nordborg M, Bergelson J. 1999. The effect of seed and rosette cold treatment on germination and flowering time in some *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae) ecotypes. *American Journal of Botany*, 86(4): 470-475.
- (94) Ohkawa K, Kano A, Kanematsu K, Korenaga M. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia horticulturae*, 48(1-2): 171-176.
- (95) Ohkawa K, Yoshizumi T, Korenaga M. 1994. Reserval of heat-induce resetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. *HortSciencie* 29 (3):165-166.
- (96) Ohkawa K. 1987. Growing condition of *Eustoma* spp. in the native land. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 62(2):456-457.
- (97) Oka M, Tasaka Y, Iwabuchi M, Mino M. 2001. Elevated sensitivity to gibberellin by vernalization in the vegetative rosette plants of *Eustoma grandiflorum* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science* 160 (6): 1237–1245.

- (98) Ortega-Martínez LD, Ocampo Mendoza J, Martínez Valenzuela C, Pérez Serrano A, Sánchez Olarte J. 2013. Gibberellins effect on growth and quality of tomato seedlings. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* .XV (3): 56-60).
- (99) Ortiz E, Larque. A. 1999. *Revista Ciencia y desarrollo*. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). 25 (148): 21-41p.
- (100) Özkan H, Özen F. 2016. The effect of gibberellic acid (AG<sub>3</sub>) on post-germination morphometric parameters of “lisianthus” [*Eustoma gryiflorum* (Raf.) Shinn.] ‘Mariachi Pure White (F1)’ Cultivar. Mugla. *Journal of Science y Technology* 2 (2): 145-151.
- (101) Palatino MD. 1993. “lisianthus” tendencia a “Roseta”. *Revista Horticultura Ornamental* 1: 72-73. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_hortint/hortint\\_1993\\_1\\_72\\_72.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_hortint/hortint_1993_1_72_72.pdf) Acceso: Enero de 2016.
- (102) Papone M, Mata D, Wicky MA, Karlanian M, Bárbaro L, Morsigue D. 2008 Evaluación de cuatro variedades de “lisianthus” de corte, cultivados bajo cubierta, en dos años consecutivos en el Gran Buenos Aires. IV Congreso Argentino de Floricultura. Corrientes, Argentina. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp\\_evaluacin\\_de\\_cuatro\\_variedades\\_de\\_”lisianthus”\\_de\\_corte.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_evaluacin_de_cuatro_variedades_de_”lisianthus”_de_corte.pdf) Acceso: Mayo 2017.
- (103) Paramagoudar P. 2010. Performance of Dutch Roses under Polyhouse. *Univ. Agri. Sci., Dharwad, India*. pp. 27-33.
- (104) Pattanashetti CN. 2009. Evaluation of gerbera cultivars under protected conditions. MS. Thesis. *Univ. Agri. Sci., Dharwad, India*. pp.37-42.
- (105) Pérgola G, Oggiano N, Curir P. 1992. Effects of seeds and seedlings temperature conditioning on planting, bolting and flowering in *Eustoma russellianum*. *Horticulturae*.pp 173-177.
- (106) Pérgola G. 1992. The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. *HortScience* 51:123-127.

- (107) Pralhad GC. 2009. Evaluation of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) varieties under greenhouse condition. Tesis doctoral. Univ. Agri. Sci., Dharwad. UAS. pp. 79.
- (108) Ramoa MV. 2017. "lisianthus", una reina entre las flores. Voces y Ecos N° 35. Disponible en:  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_voces\\_y\\_ecos\\_no\\_35\\_11"lisianthus" una reina entre las flores.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_voces_y_ecos_no_35_11%27lisianthus%27_una_reina_entre_las_flores.pdf) Acceso: Febrero 2017.
- (109) Ramos Rivera P, Rubio Romero MA, Rodriguez de la Rocha S, Rodriguez-Rodriguez M, Santana Rodriguez V, Quinteros Ramos A. 2010. Influence of the gibberellic acid over the hydroponic harvest production of the Gabriela tomato Rev. Tecnociencia Chihuahua 4 (2): 106-112.
- (110) Ranwala AP, Miller WB. 2008. Gibberellin-mediated changes in carbohydrate metabolism during flower stalk elongation in tulips. Plant growth regulation, 55(3), 241.
- (111) Rebers M, Romejin G, Knegt E, Van Der Pals LHW. 1994. Effects of exogenous gibberellins y paclobutrazol on floral stalk growth of tulip sprouts isolates from cooled y non-cooled tulip bulbs. Physiology Plantarum 92 (4): 661-667.
- (112) Roh MS, Cohen JD, Gross KA. 1986. Vegetative propagation of *Eustoma grandiflorum* nunder mist. HortScience, 21 (3): 769 (Abst.).
- (113) Roh MS, Halevy AH, Wilkins HF. 1989. *Eustoma grandiflorum*. En: Halevy A.H. (Ed.) Handbook of Flowering. Florida: CRC Press. p. 322-327.
- (114) Roh MS, RH. Lawson. 1984. The lure of "lisianthus". Greenhouse Manager 2(11):103-121.
- (115) Roni MZK, Islam MS, Shimasaki K. 2018. Germinación in vitro de semillas y seguimiento del crecimiento de plántulas de eustoma. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science , 46 (3), 224-242.
- (116) Roni MZK, Shimasaki K, Islam MS, Uddin, AJ. 2016. Effects of temperature on seedling growth and development of eustoma (*Eustoma grandiflorum*). In I International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals 1167 (pp. 381-386).

- (117) Rood SB, Pearce D, Williams PH, Pharis RP. 1989. A gibberellin-deficient Brassica mutant—rosette. *Plant physiology*, 89(2):482-487.
- (118) Sakata Ornamentales. 2019. “lisianthus” Flor de Corte. En: <http://www.sakataornamentals.com/ccLib/attachments/plants/”lisianthus”+Cut+Flower-Espanol-ta1113.pdf> Acceso: 21/9/2019.
- (119) Sakata seed. 2002. Series “lisianthus”. Disponible en: <http://www.sakata.com.mx/paginas/pt”lisianthus”.htm> Acceso: Enero 2017.
- (120) Salinger J. 1991. Producción comercial de flores. Editorial Acribia. España. 371 p.46
- (121) Salisbury F, Ross C. 2000. Fisiología de las plantas. Grupo Editorial Iberoamérica. S.A. de C.V. México. Versión en español. 759 p.
- (122) Saniewski M, Kawa-Miszczak L, Wegrzynowicz-Lesiak E, Okubo H. 1999. Gibberellin induces shoot growth and flowering in nonprecooled derooted bulbs of tulip (*Tulipa gesneriana* L.). *Journal of the Faculty of Agriculture-Kyushu University (Japan)*. Vol (3): 411-418.
- (123) Sarkar MAH, Hossain MI, Uddin AFMJ, Uddin MAN, Sarkar MD. 2014. Vegetative, floral and yield attributes of gladiolus in response to gibberellic acid and corm size. *Sci. Agri*. 7 (3): 142-146.
- (124) Schön M. 1997. El cultivo del “lisianthus” en la Argentina. *Horticultura Argentina. Revista de Tecnología y Negocios de Hortalizas, Frutas y Flores* 1 (2): 13-14.
- (125) Serna A, Hurtado-Salazar A, Ceballos-Aguirre N. 2017. Gibberellic acid effect on growing, quality and yielding of tomato plants under controlled conditions. *Revista Temas Agrarios*, 22(2), 70-79.
- (126) Shindoi MMJF, Sarco PC, Verón RG. 2009. Cultivo de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*) en Colonia Benítez, Chaco. En: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_cultivo\\_de\\_”lisianthus”\\_eustoma\\_grandiflorum\\_en\\_colonia\\_benitez\\_chaco.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_cultivo_de_”lisianthus”_eustoma_grandiflorum_en_colonia_benitez_chaco.pdf) Acceso: 15/12/2016.

- (127) Silva Garza MA, Gámez González H, Zavala García F, Cuevas Hernández B, Rojas Garcidueñas M. 2001. Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, 4(1): 69-75.
- (128) Silveira EV, Stefanello S. 2013. Crescimento e Floração de Plantas de *Miltonia flavescens* lindl (*Orchidaceae*) Tratadas com Ácido Giberélico. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 6(2):349-358.
- (129) Sotomayor León EM, Rosas Guerra CA, Mazuela P. 2016. Propagación vegetativa de “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum Raf.*) cv. Abc 2-3 Blue Rim. *Idesia (Arica)*, 34(5): 71-73.
- (130) Sponsel VM, Hedden, P. 2004. Gibberellin biosynthesis and inactivation. En: Davies, P.J.(ed.) *Plant Hormones: biosynthesis, signal transduction, action*. Ithaca EE.UU p 63-94.
- (131) Taiz L, Zeiger E. 2006. *Plant physiology*. 4ta edición. Sinauer Associates. Editorial Sunderland, Estados Unidos. Pp: 750.
- (132) Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology* 5ta edición. Sinauer Associates Inc. Sunderland, Estados Unidos. Pp: 782.
- (133) Takeda T. 1995. Effects of Low Temperature Treatments on Bolting and Flowering of Rosetted *Eustoma* Seedlings. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*) 64 (2): 359-366.
- (134) Takezakia A, Fujino M, Nonaka M, Kawashima H, Mori A. 2000. The effects of temperature treatments on stem length of *Eustoma grandiflorum*. *Acta Horticulturae*. International Society for Horticultural Science. 515: 151-158.
- (135) Takii, 2018. Our Products. Disponible en: [http://www.takiiseed.com/catalog\\_”lisianthus”2017selection-spa/html5.html#page=7](http://www.takiiseed.com/catalog_”lisianthus”2017selection-spa/html5.html#page=7)  
Acceso: Febrero 2018.

- (136) Tanigawa T, Kobayashi Y, Matsui H, Kunitake T. 2001. Effects of seedling age y high y low growth temperatures on bolting of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cultivars. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 70 (4):501-509.
- (137) Tarannum M, Naik, BH. 2014. Performance of carnation (*Dianthus Caryophyllus L.*) genotypes for qualitative y quantitative parameter to assess genetic variability among genotypes. American Int. J. Res. Formal, Applied & Natural Sci., 5 (1): 96-101.
- (138) Uddin AJ, Islam MS, Mehraj H, Roni MZK, Shahrin S. 2013. An evaluation of some Japanese “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*) varieties grown in Bangladesh. The Agriculturists, 11 (1): 56-60.
- (139) Uddin AJ, Roni MZK, Islam MS, Ona AF, Sarker MS, Shimasaki K. 2015. Study on growth, flowering and seed production of eight nandini (*Eustoma grandiflorum*) varieties. International journal of business, social and scientific research, 3 (1): 25-29.
- (140) Verdugo G, Vásquez AM, Zárate F, González Á, Barbosa P, Biggi MA. 2016. Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria. Producción de flores cortadas V región: para pequeños (as) productores (as) de la agricultura familiar campesina. Salviat Impresores. Santiago de Chile 92 p.
- (141) Verdugo G, Biggi A, Montesinos A, Chain G, Soriano C. 2012. Manual teórico práctico para la poscosecha de flores. Valparaiso, Chile 117 p.
- (142) Verdugo G. 1994. “lisianthus”. Facultad de Agronomía. In: manejo de especies florales. Ed Quillota. S.p. Ecuador. Pp. 48-62.
- (143) Wazir JS. 2014. Evaluation of eustoma/”lisianthus” cultivars for assessing their suitability as prominent new cut flower crop under mid hill conditions of H.P. Int. J. Agric. Sci. & Vet. Med. 2 (1): 105–110.
- (144) Wen SC, Ho YL, Zin HL, Yang L, Wen HC. 1994. Giberellin and temperature influence carbohydrate content and flowering in Phalaenopsis. Physiologia Plantarum. N° 2 pp. 391-395.

- (145) Wilson RN, Heckman JW, Somerville CR. 1992. Gibberellin is required for flowering in *Arabidopsis thaliana* under short days. *Plant Physiology* 100 (1): 403-408.
- (146) Wu C, Wang M, Dong Y, Cheng Z, Meng H. 2016. Effect of plant age and vernalization on bolting, plant growth and enzyme activity of garlic (*Allium sativum* L.). *Scientia horticulturae*, 201, 295-305.
- (147) Xiaozhong L, Bingru H. 2000. Carbohydrate Accumulation in Relation to Heat Stress Tolerance in two Creeping Bentgrass Cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125 (4): 442-447.
- (148) Xu YL, Gage D, Zeevaart JAD. 1997. Gibberellins and Stem Growth in *Arabidopsis Thaliana*. (Effects of Photoperiod on Expression of the GA4 and GA5 Loci). *Plant Physiol.* 114 (4): 1471-1476.
- (149) Yu H, Ito T, Zhao Y, Peng J, Kumar P, Meyerowitz EM. 2004. Floral homeotic genes are targets of gibberellin signaling in flower development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101:7827-7832.
- (150) Yumbra-Orbes M, Barbosa JG, Campos W, Santos M, Saraiva J, Cecon P, Heidemann J. 2018. Influence of seed vernalization on production, growth and development of “lisianthus”. *Ciências Agrárias, Londrina*, 39 (6): 2325-2336.
- (151) Zaccai M, Edri N. 2002. Floral transition in “lisianthus” (*Eustoma grandiflorum*). *Scientia Horticulturae* 95(4): 333–340.
- (152) Zanewich KP, Rood SB. 1995. Vernalization and gibberellin physiology of winter canola (endogenous gibberellin (GA) content and metabolism of [3H] GA<sub>1</sub> and [3H] GA<sub>20</sub>). *Plant physiology*, 108(2): 615-621.
- (153) Zuliani S, Severin C, Rúa VR, Romagnoli V, Casella E, Qüesta TM. 2016. Caracterización productiva y socioeconómica del sector florícola del gran Rosario (Santa Fe, Argentina) Períodos 2001/02-2006/07. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-*

UNR,

13:15-026.

Disponible

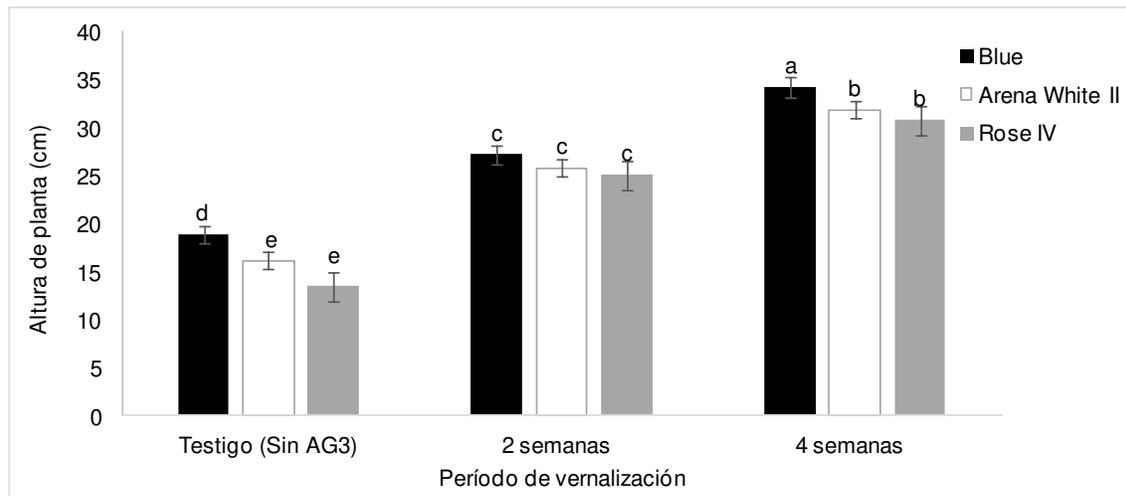
en:

<https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/135/110>

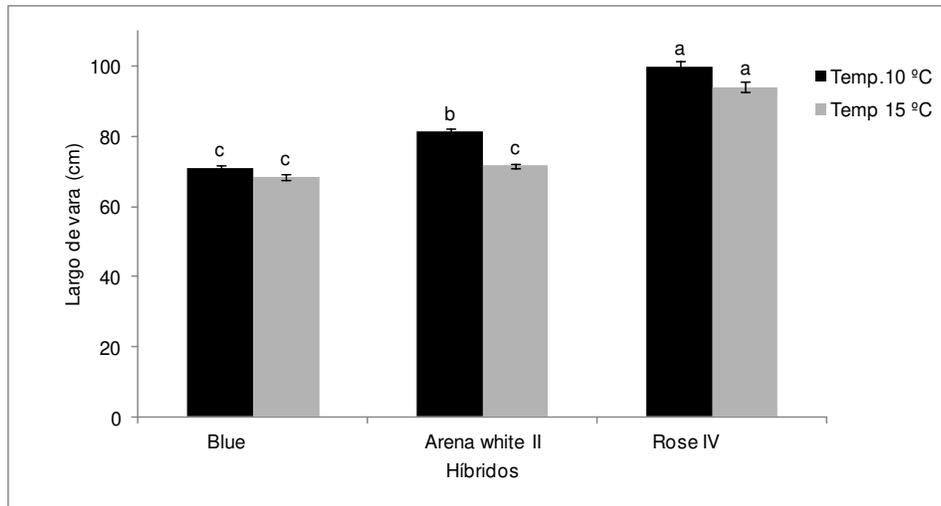
Acceso: Noviembre 2018.

## ANEXO I

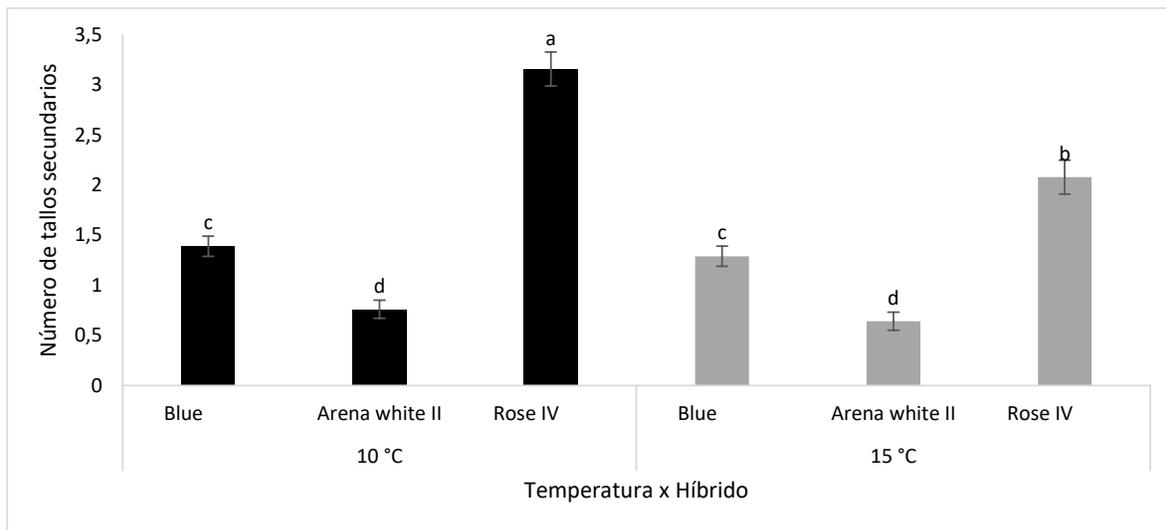
Efecto de distintos periodos y temperatura de vernalización de plantines sobre parámetros morfológicos, fisiológicos, fenológicos y de calidad.



**Figura N° 1:** Altura de planta (cm) a los 48 DDT en respuesta a la interacción de los factores Período de vernalización (Testigo, 2 y 4 semanas) e Híbrido (Blue (ciclo corto); Arena White II (Ciclo intermedio) y Rose IV (Ciclo largo). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias entre medias, test DGC ( $p < 0,05$ ).



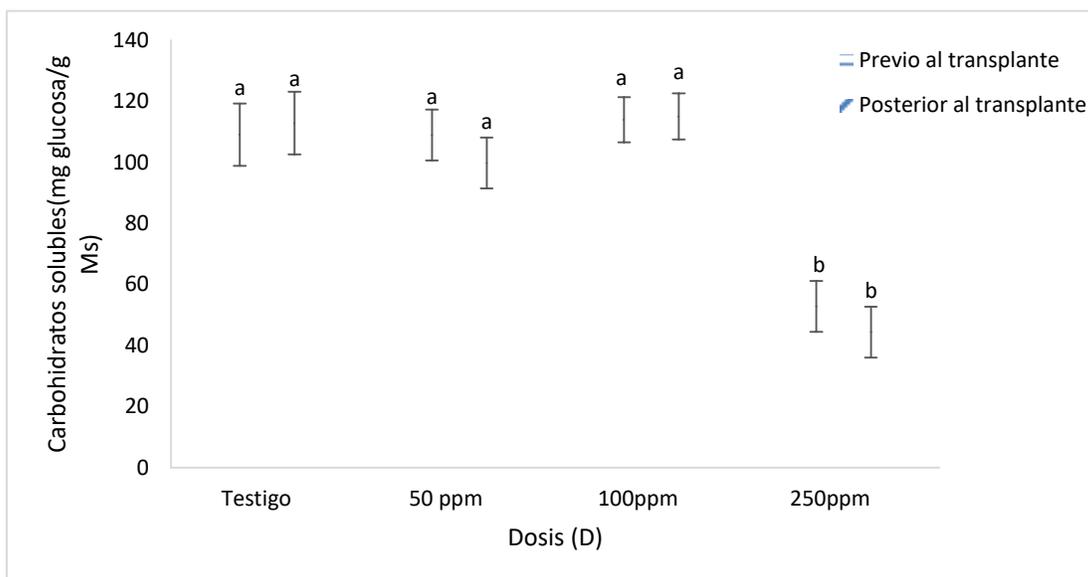
**Figura N° 2:** Largo de vara (cm) en respuesta a la interacción de los factores Temperatura (Testigo10 y 15 °C) e Híbrido (Blue (ciclo corto); Arena White II (Ciclo intermedio) y Rose IV (Ciclo largo). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias entre medias, test DGC ( $p < 0,05$ ).



**Figura N° 3:** Numero de tallos secundarios (TS) en respuesta a la interacción de los factores Temperatura (Testigo10 y 15 °C) e Híbrido (Blue (ciclo corto); Arena White II (Ciclo intermedio) y Rose IV (Ciclo largo). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias entre medias, test DGC ( $p < 0,05$ ).

## ANEXO II

Evaluación del efecto de la aplicación de diferentes dosis de giberelinas ( $AG_3$ ), en distintas fases del desarrollo del plantín, sobre el arrosetamiento y la calidad final de la vara floral



**Figura N° 1:** a-Carbohidratos solubles (mg glucosa/ g MS) foliares correspondiente al Momento de aplicación (Previo al trasplante y posterior al trasplante) y dosis de aplicación de  $AG_3$  (testigo, 50, 100 y 250 ppm). Referencia: Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) test DGC.