

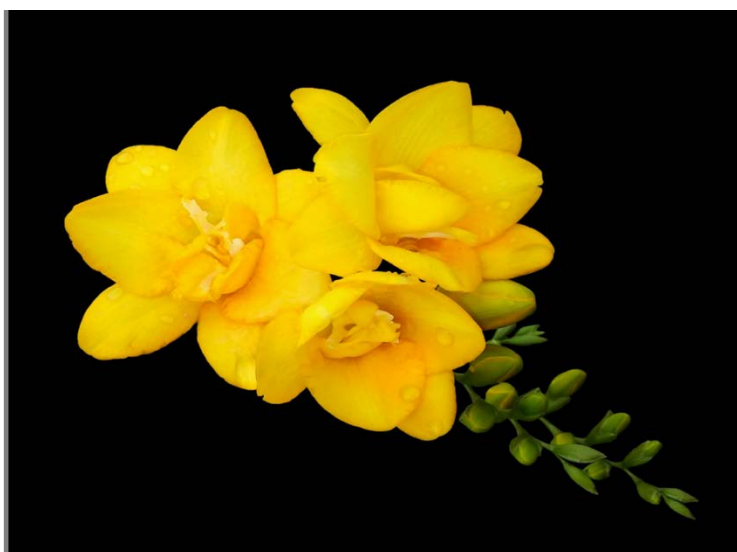


UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA, ZOOTECNIA Y
VETERINARIA



MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON
ORIENTACION EN PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

**Efecto de la fecha de plantación en el desarrollo, floración y
multiplicación de cormos de *Freesia x hybrida* producida en invernadero.**



Tesista: Ing. Agr. Melisa del Valle Santilli

Directora: Mg. Ing. Agr. Norma Nelly Medrano

Codirector: Dr. M. Sc. Sergio Miguel Salazar

Comisión de Supervisión

Dr. Osvaldo Roque Interdonato

Dr. Mg. Pablo Alejandro Marinangeli

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Autoridades

Rector:

Ing. Sergio Pagani

Vicerrectora:

Dra. Mercedes Leal

Secretaria académica:

Dra. Norma Carolina Abdala

FACULTAD DE AGRONOMÍA, ZOOTECNIA Y VETERINARIA

Autoridades:

Decana:

Ing. Agr. Susana del Valle Monserrat

Secretario académico:

Dr. Roque Fernando Caro

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS CON ORIENTACIÓN EN PRODUCCIÓN

SOSTENIBLE

Director:

Mg. Ing. Agr. Osvaldo E. Arce

Co-Director:

Dr. Sergio Miguel Salazar

Agradecimientos

A mi Directora, Mg. Ing. Agr. Norma Medrano, por la orientación, estímulo, dedicación y aportes. Gracias por compartir tus conocimientos y la pasión por la floricultura.

A mi Codirector, Dr. Sergio Miguel Salazar, por su generosidad, apoyo, aportes y cooperación en todo momento.

A los Doctores Pablo A. Marinangeli y Osvaldo Roque Interdonato por formar parte de mi comisión de supervisión, por sus recomendaciones y sugerencias.

Al Dr. Roque Caro por su generosidad y contribución económica durante la etapa experimental.

A Daniela del Rosario Valdéz, Ing. Agr. Gilda Mariel Campero e Ing. Agr. Amalia María Álvarez Domínguez por la colaboración en los ensayos que realicé.

Al Ing. Agr. Carlos Parajón por su colaboración.

A los integrantes de la Cátedra Plantas Ornamentales y Floricultura de la FAZyV – UNT. En especial al Ing. Manuel A. Díaz por el apoyo y sus consejos.

A mis compañeras/os del Departamento Producción Vegetal por toda su colaboración y consejos y en especial a Lelia, mi amiga, gracias por todos los buenos momentos, las charlas, las horas compartidas y los trabajos realizados en conjunto.

A mis compañeras y compañeros de la octava cohorte, en especial a Lore, Adelina, Cris y Lelia.

Al personal no docente y al personal de campo de la FAZyV por la colaboración en las tareas de invernadero.

A la FAZyV por su colaboración económica en los cursos de la Maestría.

A mi mamá, a mi papá y a mi hermano por su amor, consejos, sostén y colaboración durante todo este tiempo y por enseñarme a diario que el trabajo, la perseverancia, y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

A mis abuelos, que fueron muy importantes en mi vida.

A Cuky por ser un sostén muy importante, por su apoyo y entrega diaria. Gracias por tanto amor, charlas y consejos.

A Santiago por su gran amor, paciencia, motivación constante y apoyo incondicional.

A Vicente, por ser mi fuerza, mi motor. Gracias por la paciencia y comprensión.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron a mi lado, que me enseñaron, me acompañaron y me dieron ánimo, muchas gracias.

Esta tesis está *dedicada* a:

Vicente, mi hijo.

Producción científica a partir de los resultados obtenidos en esta tesis

1. Publicación en revista con referato:

- **Santilli, M.;** Bas-Nahas, S.S.; Medrano, N. 2023. Occurrence and duration of phenological phases of *Freesia x hybrida* grown at different planting dates. Ornamental Horticulture. 29 (2): 202-209

2. Publicaciones en Congresos:

- Valdez, D.delR.; Álvarez Domínguez, A.M.; Campero, G.M.; Medrano, N.; **Santilli, M.** 2021. “Efecto de la fecha de plantación en las variables cuantitativas de rendimiento en *Freesia x hybrida* var. Ivonne, producida bajo invernadero” Resumen X Reunión de Producción Vegetal, VIII de Producción Animal y I de Veterinaria del NOA. San Miguel de Tucumán, Argentina.

- **Santilli, M.;** Bas-Nahas, S.S.; Medrano, N. 2022. “Desarrollo de *Freesia x hybrida*: Interacción entre temperatura, fotoperiodo y edad de la planta”. XXXIV Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán. Taí del Valle, Tucumán, Argentina.

- **Santilli, M.;** Bas-Nahas, S.S.; Medrano, N. 2023. “Rendimiento de cormos y cormillos en respuesta a diferentes fechas de plantación. XL Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán. Yerba buena, Tucumán, Argentina.

ÍNDICE

ÍNDICE	7
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	14
1. Introducción general	15
1.1 Floricultura, su situación mundial y nacional	15
1.2 Origen y taxonomía	18
1.3 Descripción botánica	19
1.3.1 Cormos y raíces	19
1.3.2 Hojas	22
1.3.3 Inflorescencias	24
1.4 Ciclo del cultivo y descripción de las etapas fenológicas	25
1.5 Influencia del ambiente en el desarrollo	27
1.5.1 Temperatura	27
1.5.2 Fotoperiodo	30
1.6. Justificación del trabajo de tesis	30
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	32
1. Hipótesis	33
2. Objetivos	33
2.1 Objetivo general	33
2.2 Objetivos específicos	33
CAPÍTULO I	34
1. Introducción	35
2. Objetivo	36
3. Materiales y métodos	36
3.1 Manejo experimental	36
3.2 Diseño experimental	37
3.3 Fases de desarrollo	37
3.4 Fotoperiodo y temperatura	38
3.5 Análisis	39
4. Resultados	39
4.1 Condiciones ambientales	39
4.2 Influencia de la fecha de plantación en la duración de las fases fenológicas	40
4.3 Influencia de la fecha de plantación en la transición de la fase vegetativa a reproductiva	44
5. Discusión	45
6. Conclusión	48
CAPÍTULO II	49
1. Introducción	50
2. Objetivo	51

3. Materiales y métodos	51
3.1 Manejo y diseño experimental	51
3.2 Fases de desarrollo	52
3.3 Variables cuantitativas y cualitativas de rendimiento	52
3.4 Fotoperiodo y temperatura	55
3.5 Análisis	55
4. Resultados	55
4.1 Condiciones ambientales y la fase reproductiva	55
4.2 Influencia de la fecha de plantación en las variables cuantitativas de rendimiento	56
4.3 Influencia de la temperatura en la variable cualitativa de rendimiento	60
5. Discusión	61
6. Conclusión	64
CAPÍTULO III	65
1. Introducción	66
2. Objetivos	67
3. Materiales y métodos	67
3.1 Manejo experimental	67
3.2 Diseño experimental	67
3.3 Análisis	69
4. Resultados	69
4. Discusión	73
5. Conclusión	74
CONCLUSIONES GENERALES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXO	90

RESUMEN

Resumen

Fresia (*Freesia x hybrida* Klatt) es una de las especies de flores de corte más cultivadas, se encuentra entre las diez flores más comercializadas en el mercado internacional. Es una planta perenne, monocotiledónea, herbácea, de crecimiento determinado. Pertenece a la familia Iridaceae y a la subfamilia Crocoideae. Es originaria de la provincia del Cabo Occidental y Cabo Norte, Sudáfrica, África.

Los procesos fenológicos que ocurren durante el ciclo de cultivo son controlados por mecanismos endógenos y regulados por factores ambientales, que a su vez determinan la duración y ocurrencia de las fases de desarrollo. La fecha de plantación establece las condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo a las que se exponen las plantas durante el ciclo del cultivo. Este estudio tuvo como objetivo analizar la influencia de los diferentes escenarios ambientales, generados por las diferentes fechas de plantación sobre: el desarrollo; las variables cuantitativas de rendimiento de las flores; la poscosecha y la multiplicación de cormos de fresia.

El ensayo se realizó en Finca el Manantial, Facultad de Agronomía, Zootecnia, y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán (26°50'6,9'' S – 65°16'44,6'' O). Se trabajó con dos variedades de *F. x hybrida*, Blue Bayou e Yvonne. Se hicieron ensayos en invernadero, en canteros, sin limitaciones hídricas. Se seleccionaron distintas fechas de plantación (15/02/2021, 19/03/2021, 16/04/2021, 21/05/2021 y 21/06/ 2021), de modo tal que el cultivo experimente diferentes condiciones ambientales durante su desarrollo.

Los resultados encontrados en este estudio indicaron que las fases de desarrollo se acortaron significativamente con el retraso de la fecha de plantación. La fase vegetativa osciló entre $2269,78 \pm 19,22$ y $736,50 \pm 19,22$ grados días de desarrollo (GDD) para B. Bayou, y entre $1864,48 \pm 19,22$ y $667,09 \pm 19,22$ GDD para Yvonne. La fase reproductiva duró $459,50 \pm 20,99$ y $379,51 \pm 20,99$ GDD para B. Bayou, $461,43 \pm 20,99$ y $487,29 \pm 20,99$ GDD para Yvonne. La fase de senescencia se acortó con el retraso de las fechas de plantación solo para Yvonne.

Se observó que las plantas cultivadas en fechas tardías (21/05/2021 y 21/6/2021) y, en consecuencia, expuestas a un aumento del fotoperíodo, tuvieron un menor número de hojas a la floración (7.85 ± 0.10) y estuvieron menos expuestas a temperaturas inductivas que las plantas cultivadas en fechas tempranas (15/02/2021 y 19/03/2021). La transición a la fase reproductiva estuvo determinada por la interacción entre el fotoperíodo, la temperatura y la edad de la planta.

Las varas cosechadas, provenientes de la primera fecha de plantación, midieron $54,21 \pm 0,67$ cm de longitud. La longitud de las varas disminuyó en las últimas fechas de plantación. La longitud de la inflorescencia también disminuyó con el retraso de la fecha de plantación, la última fecha de plantación produjo inflorescencias de $7,30 \pm 0,25$ cm. El número de inflorescencias y el número de flores disminuyeron con el retraso de la fecha de plantación. Yvonne en la última fecha de plantación presentó $6,02 \pm 0,19$ flores. El peso fresco y seco de las varas presentaron la misma tendencia, disminuyeron con el retraso de la fecha de plantación. Las varas de la primera fecha de plantación duraron $10,50 \pm 0,13$ días y las de la última fecha $8,04 \pm 0,12$ días. Las flores de B. Bayou de las dos últimas fechas de plantación presentaron más del 50 % de las varas dañadas.

Se observó que el tamaño de los cormos y el número de cormillos se vieron afectados por la fecha de plantación. El peso del nuevo cormo disminuyó significativamente con el retraso de la fecha de plantación, en ambas variedades. B. Bayou produjo en promedio cormos de mayor diámetro ecuatorial ($30,20 \pm 0,24$ cm) y se diferenciaron significativamente del diámetro de los cormos de la variedad Yvonne ($26,57 \pm 0,27$ cm). Se determinó que el diámetro disminuyó a medida que la fecha de plantación se retrasó en ambas variedades. Los cormos provenientes de cormos plantados durante primera fecha de plantación produjeron el mayor número de cormillos ($5,16 \pm 0.17$). El peso promedio de los cormillos disminuyó a medida que la fecha de plantación se retrasó.

Entre las fechas de plantación evaluadas, las dos primeras (15/02/2021 y 19/03/2021) le permitieron al cultivo crecer en condiciones ambientales favorables para un adecuado desarrollo vegetativo y reproductivo, lo que se tradujo en mejores características cuantitativas y cualitativas de las varas, cormos de mayor tamaño y mayor número de cormillos por planta.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1. Introducción general

1.1 Floricultura, su situación mundial y nacional

La floricultura es una de las actividades agrícolas más rentables en el mundo, contribuye fuertemente a la economía en los países productores (Akpinar y Bulut, 2011) y se caracteriza por combinar el uso intensivo del suelo y una gran ocupación de mano de obra (Morisigue *et al.*, 2012; Chandel *et al.*, 2022).

El sector floricultura es muy diverso e incluye la producción y comercialización de flores y follaje de corte, plantas en contenedor, árboles, producción de plántulas, semillas y bulbos florales (Figura 1). De estos, el segmento de flores de corte es el más dinámico, seguido de plantas en contenedor, órganos de propagación y follajes (Morisigue *et al.*, 2012).

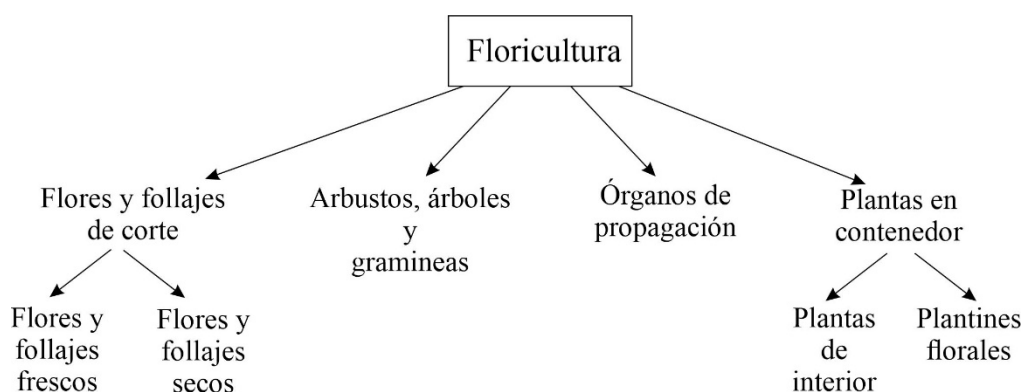


Figura 1. Tipo de actividades dentro del sector florícola argentino.

A nivel mundial, entre 2020 y 2021 las exportaciones de flores de corte crecieron un 24,1 %, desde US\$ 8,47 billones y alcanzaron un total de US\$ 10,5 billones y actualmente los mercados de Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón representan más del 90 % de las importaciones (Faust y Dole, 2021) (Figura 2).

El comercio de flores de corte representa 0,039 % del total de comercio mundial fue el producto número 442 más comercializado del mundo (de un total 4.648). (Observatorio de Complejidad Económica, 2022).

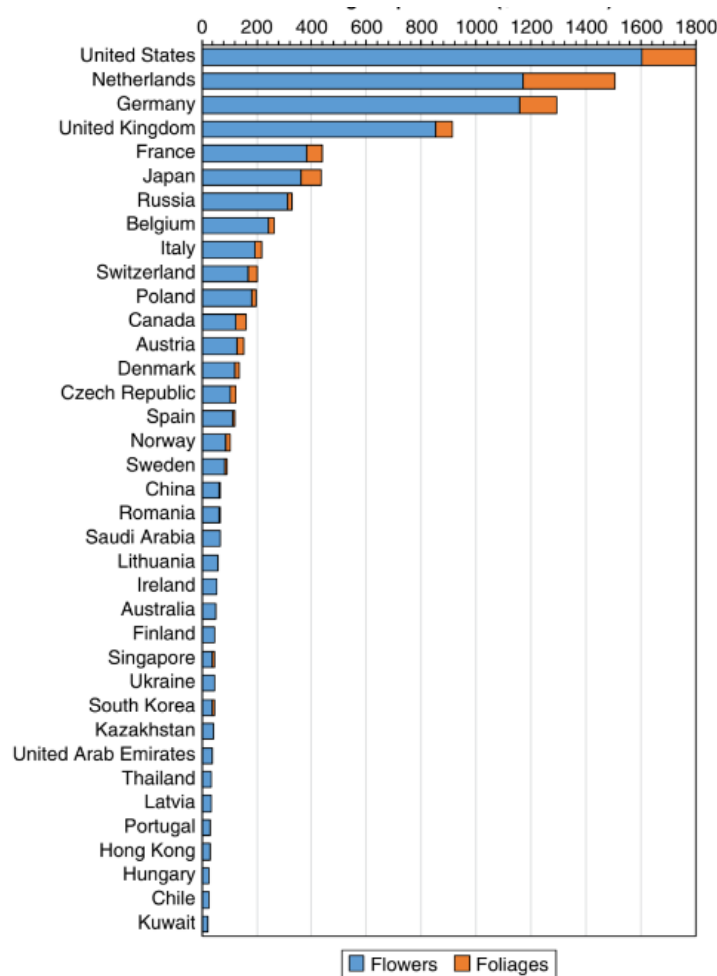


Figura 2. Valor anual de las importaciones de flores y follajes de corte expresado en millones de US\$ para los 37 países principales (Faust y Dole, 2021).

En Argentina, la floricultura es una importante actividad económica tanto por las divisas que genera como por la cantidad de mano de obra que demanda (INTeA, 2003, Villanova *et al.*, 2013).

En este sector es difícil estimar el valor bruto anual de la producción nacional de flores debido a la desactualización y dispersión de la información (Villanova *et al.*, 2013), sin embargo, de

acuerdo a la última información disponible, se estimó que la producción florícola nacional alcanzó un valor bruto anual en el año 2002 cercano a 284 millones de dólares, posicionando a la actividad sobre los cultivos de tabaco, sorgo, pera y mandarina, entre otros (INTeA, 2003).

La popularidad de las especies de flores de corte varía según la cultura y la tradición, pero, las principales especies tienden a tener una gran demanda en todos los mercados. La rosa, el clavel y el crisantemo son las flores más demandadas (Figura 3), pero, fresia es una flor muy conocida y presenta una posición importante en el mercado internacional, se encuentra entre las diez flores de corte más vendidas (Berecici y Bala, 2011; Bazaraa, 2018; Faust y Dole, 2021; Khan *et al.*, 2022) (Figura 3).

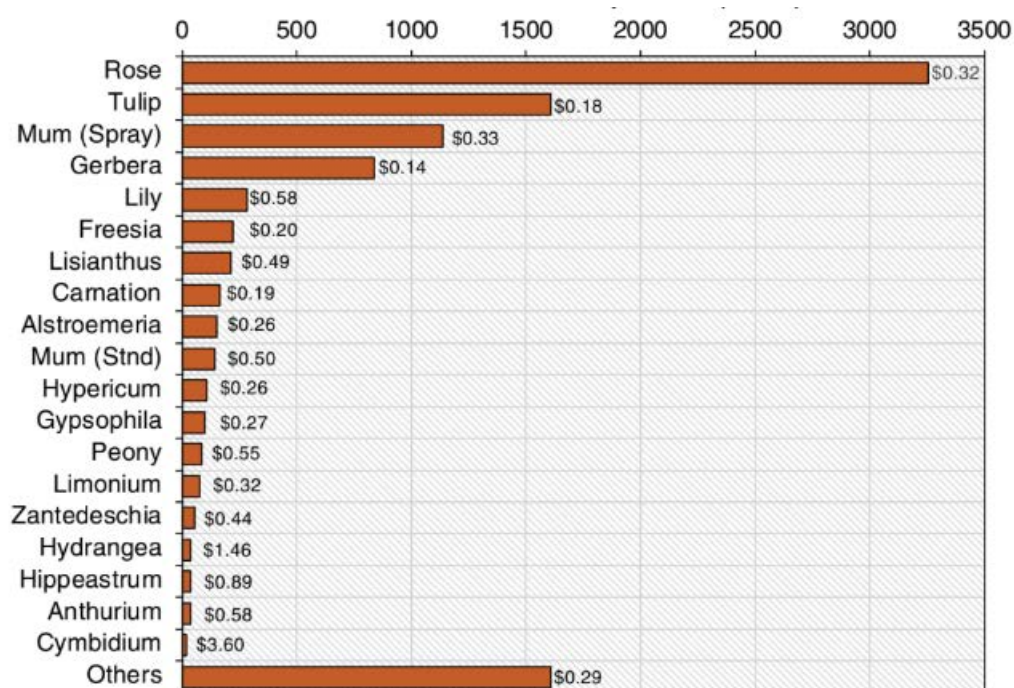


Figura 3. Millones de tallos vendidos y precio por tallo. Cantidad y precio de 19 especies vendidas en Royal Flora Holland. (Faust y Dole, 2021).

A nivel mundial, Países Bajos es el principal productor de fresia (Ali *et al.*, 2011; Khan *et al.*, 2012), cuenta con 102 ha de producción bajo cubierta (Trends in the Netherlands, 2018) y es el

centro de mejoramiento esta especie floral (Alam *et al.*, 2013). Las variedades que se utilizan actualmente, con amplia gama de colores desde blanco hasta rojo, rosa, amarillo, naranja y azul con numerosos tonos corresponden a híbridos (*Freesia x hybrida*) obtenidos mediante cruzamientos entre las especies *F. alba* (G.L.Mey.) Gumbel., *F. refracta* (Jacq.) Klatt, *F. corymbosa* (Burm.f.) N.E.Br. y *F. leichtlinii* Klatt (Miranda-Villagómez *et al.*, 2014; Piovano *et al.*, 2017).

1.2 Origen y taxonomía

Fresia es una planta perenne, monocotiledónea, herbácea, de crecimiento determinado. que presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Asparagales

Familia: Iridaceae

Subfamilia: Crocoideae

Tribu: Ixieae

Género: *Freesia*

Especie: *Freesia x hybrida*

Pertenece a la familia Iridaceae (Mosa y Abdulrahman, 2022) y a la subfamilia Crocoideae. Ésta es una gran subfamilia, compuesta por alrededor de 28 géneros y 995 especies, que constituye un poco más de la mitad del total de especies en toda la familia (Goldblatt *et al.*, 2006). Klatt fue quien estableció el género en 1866 (Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018), el cual contiene 11 especies *Freesia* (Khalaf *et al.*, 2020), todas son originarias de la provincia del

Cabo Occidental y Cabo Norte, Sudáfrica, África (Wang, 2007; Ma *et al.*, 2021) (Figura 4). Esta planta en su estado natural crece desde llanuras arenosas secas hasta las orillas de los ríos en Sudáfrica, desde donde se llevó a Europa en 1759 y se convirtió en la planta más importante en la horticultura de mediados del siglo XIX (Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018).

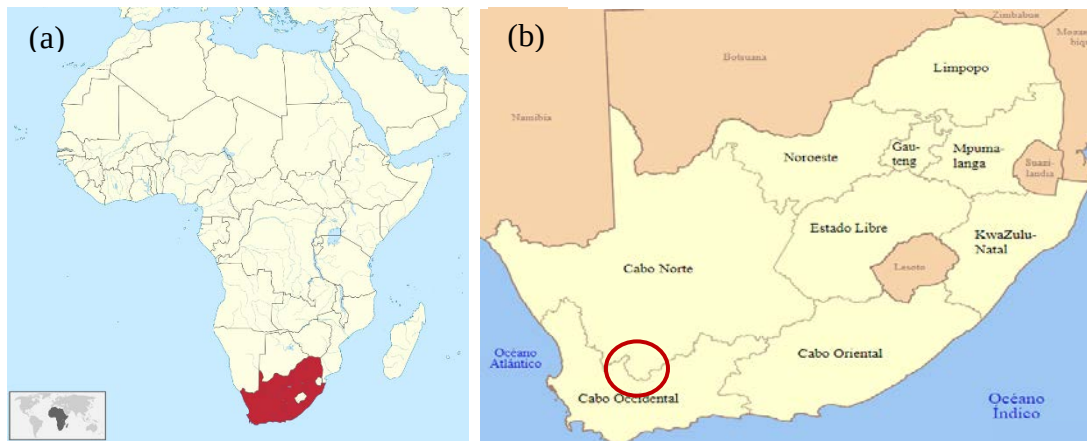


Figura 4. Centro de origen de fresia. a: Mapa de África y en rojo la ubicación de Sudáfrica. b: Regiones de Sudáfrica y distribución de fresia en las Provincias Cabo Occidental y Cabo Norte.

Es una especie geófita que, al igual que el azafrán (*Crocus sativus* L.), gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.), sparaxis (*Sparaxis tricolor* (Schneev.) Ker Gawl.) y watsonia (*Watsonia* sp.), se caracteriza por producir cormos, los que constituyen la estructura vegetativa subterránea especializada que le permite sobrevivir en épocas adversas, y además cumplen con la función de órgano de propagación vegetativa (Dole, 2003; Thompson *et al.*; 2011, Kamenetsky, 2012). Por lo tanto, en estos cultivos el cormo y la inflorescencia son los órganos de importancia económica (Zubair *et al.*, 2013).

1.3 Descripción botánica

1.3.1 Cormos y raíces

Botánicamente, un cormo es la base engrosada del tallo subterráneo envuelto por hojas secas.

Un cormo es una estructura sólida con varios nudos y entrenudos (Figura 5 y 6). La mayor parte del cormo está compuesta por tejido de almacenaje formado por células parenquimáticas, especializadas en el almacenamiento de carbohidratos (almidón), agua y minerales (Schiappacasse *et al.*, 2002).

En el cormo maduro las bases de las hojas persisten en cada uno de los nudos, se superponen y se unen en un punto en la parte superior, envolviendo al cormo (Ahmad *et al.*, 2011; Fatihullah y Bostan, 2018). Ésta cubierta, conocida como túnica, lo protege contra daños y pérdida de agua (Figura 5).

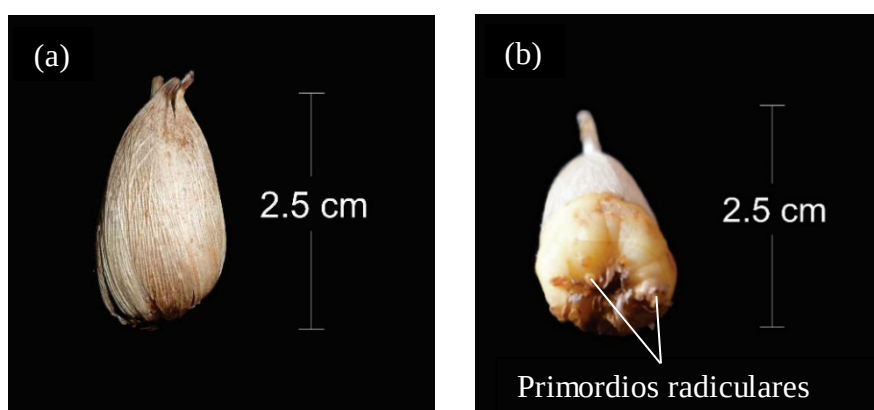


Figura 5. Cormo de fresia inactivo. a: cormo protegido por las catáfilas. b: formación de primordios radiculares en la base del cormo.

Los cormos se adaptan a un clima estacional, se mantienen inactivos, en estado de dormición o latencia fisiológica (por la acción de hormonas inhibitoras, como el ácido abscísico), sin organogénesis visible hasta que el crecimiento se reanuda, como estrategia de supervivencia ante condiciones adversas (Koksal *et al.*, 2011).

En condiciones de crecimiento favorables, la yema terminal del ápice del cormo dará origen a las nuevas hojas y al tallo floral (Erol *et al.*, 2008) (Figura 6). En los cormos grandes suele suceder que varias de las yemas laterales se puedan transformar en varas florales y quedan

inhibidas aquellas más cercanas a la base. Las yemas basales serán capaces de desarrollar tallos florales si por alguna razón se impide el desarrollo de las yemas superiores (Figura 6).

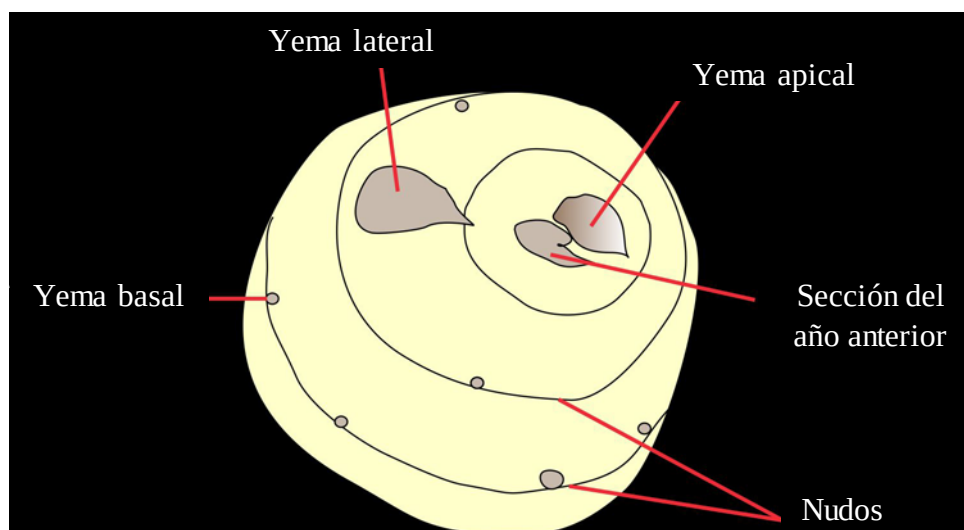


Figura 6. Esquema del cormo de fresa.

Después de la plantación, un cormo madre generalmente produce uno o dos cormos de tamaño estándar (cormos nuevos) y luego se marchita y muere (Noor-ul-Amin *et al.*, 2013). El cormo madre se puede desintegrar o permanecer adherido en la base del cormo nuevo. La sustitución es anual (Erol *et al.*, 2008; Santilli *et al.*, 2021) (Figura 7). Mientras el nuevo cormo se forma, en la base aparecen pequeños cormillos. Estos cormos y cormillos aumentan de tamaño después de la floración, a medida que las flores senescen y dejan de ser un fuerte destino de fotoasimilados (Figura 7).

La presencia del primordio radicular como una pequeña protuberancia en la base del cormo, indica que la dormición se rompió (Figura 5 b). El sistema radical de un cormo está compuesto por dos tipos de raíces: fibrosas y contráctiles (Erol *et al.*, 2008). Las primeras emergen de la base del cormo madre, son rectas y delgadas (1 mm de espesor) y su función es absorber agua y nutrientes. Las contráctiles, comparadas con las fibrosas, son de gran tamaño, gruesas,



Figura 7. Cormos de fresia. Formación del cormo nuevo sobre cormo madre. Presencia de raíces fibrosas y raíz contráctil en la base de las hojas.

blanquecinas y aspecto carnoso, que se desarrollan a partir de la base del cormo nuevo, independiente del sistema radicular desarrollado por el cormo plantado (cormo madre) (Goldblatt *et al.*, 1998; Santilli *et al.*, 2021) (Figura 7). Su función es de sostén y tracción de los cormos nuevos (Wang, 2007; Kumar 2008).

1.3.2 Hojas

En los primeros estadios de crecimiento se forman 2 o 3 hojas envainadoras, membranosas, persistentes y alcanzan pocos centímetros de longitud y su función es de protección. Estas hojas formarán las catáfilas que protegerán al cormo nuevo (Goldblatt *et al.*, 1998) (Figura 8).

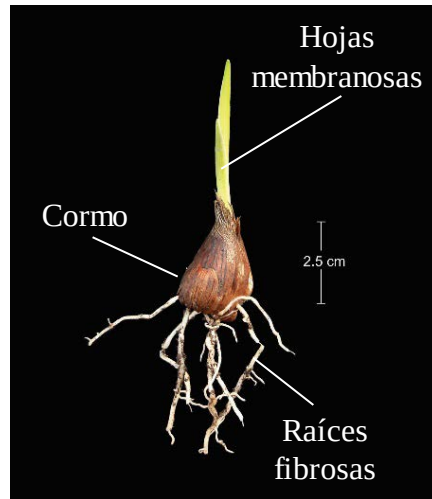


Figura 8. Hojas membranosas o catáfilas del brote del cormo de fresa.

Las hojas del follaje de fresa son simples, ensiformes, paralelinervadas y erectas (Figura 9). Tienen la nervadura central prominente y las bases envainadoras (Rudall, 1990). Tiene su origen en el ápice meristemático del cormo, se forman en el interior del brote y emergen desde un falso tallo formado por las vainas de las hojas. La disposición de las hojas es equitante, es decir, que las hojas más nuevas quedan ubicadas hacia el centro de la planta (Santilli *et al.*, 2021) (Figura 9).

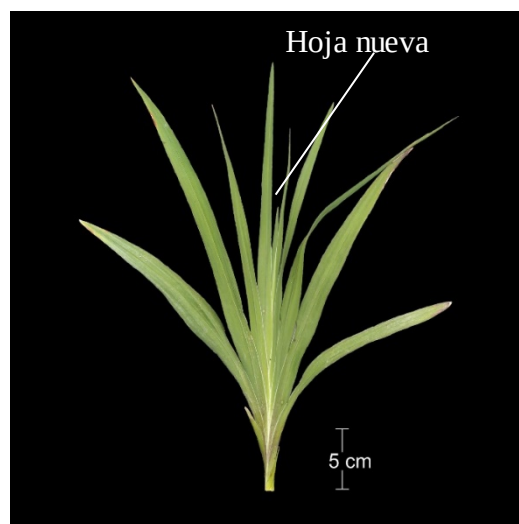


Figura 9. Hojas del follaje de la planta de fresa con distribución equitante.

1.3.3 Inflorescencias

La planta posee una inflorescencia cimosa (cincino) ubicada en la parte superior del escapo floral. Cada inflorescencia consta de 10 a 12 flores tubulares, sésiles, aromáticas, simples o dobles con un par de brácteas membranosas de color verde debajo de cada flor (Figura 10).

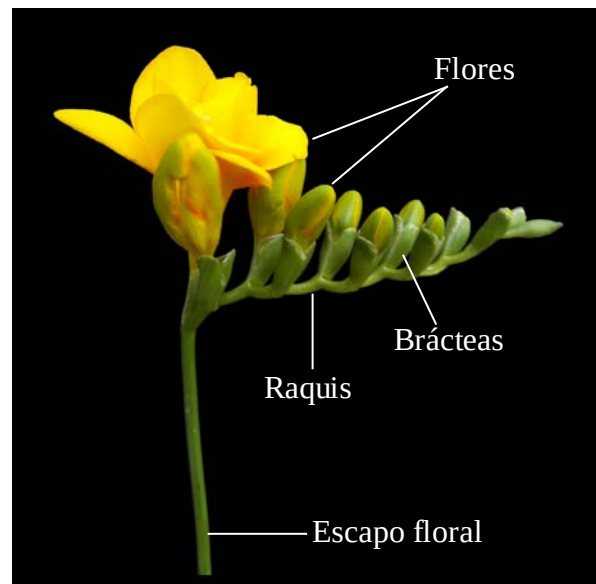


Figura 10. Inflorescencia de fresia. Antesis de la primera flor.

La base de la inflorescencia forma un ángulo de aproximadamente 90° con el escapo floral, por lo que ésta tiene una orientación horizontal y las flores se disponen en dos filas alternas y quedan en forma perpendicular sobre la misma (Wang, 2007) (Figura 10). El perianto es tubular en la base y se curva en forma de embudo hacia la parte superior que se divide en seis sépalos. Los seis estambres se insertan en el tubo. El estilo es ramificado y bífido (Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018). El ovario es ovoide u oblongo (Mansour, 1968).

El escapo floral en fresia es ramificado, presenta varias inflorescencias (Wang, 2007) (Figura 11), en las cuales el desarrollo de la floración, la antesis y la senescencia de las flores progresan de manera acrópeta (Santilli *et al.*, 2021) (Figura 11).

El tallo principal es la fuente más importante de ingresos, ya que constituye la flor de mayor

calidad y la que por ende alcanza los mejores precios, los tallos laterales son más cortos y poseen un menor valor comercial.

El fruto es una cápsula redonda, con tres valvas. Después del secado, las semillas son de color marrón oscuro (Wang, 2007).

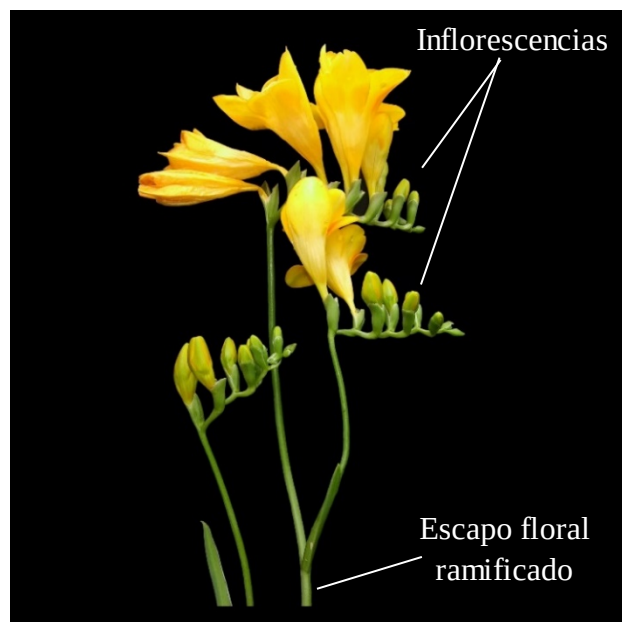


Figura 11. Escapo floral ramificado. Vara de fresia con tres inflorescencias.

1.4 Ciclo del cultivo y descripción de las etapas fenológicas

El desarrollo del cultivo está definido por una serie de eventos identificables que resultan en cambios de la estructura de la planta (Dambreville *et al.*, 2015). Estos cambios definen los estadios de desarrollo del cultivo y se expresan a través de la diferenciación celular, iniciación de órganos (organogénesis), aparición de órganos (morfogénesis) y senescencia (Streck *et al.*, 2012; Flores-Magdaleno *et al.*, 2014).

El estado de desarrollo o estado fenológico se trata de un momento único que atraviesa la planta durante su desarrollo o ciclo de vida. Asimismo, la fase de desarrollo o fase fenológica es el tiempo que existe entre los estados fenológicos (Ruml y Vulić, 2005). Santilli *et al.*, 2021

adaptaron la escala BBCH a *Freesia x hybrida*, describieron la fenología completa del cultivo, tanto en los órganos subterráneos, como en los aéreo y codificaron 6 estadios de desarrollo (Figura 12).

Fresia tiene un ciclo termoperiódico anual de calor - frío - calor, es decir, exige una secuencia de temperaturas, las cuales tienen que ser elevadas para salir de dormancia, después temperaturas bajas para enraizar, inducir la floración, elongar el tallo floral y florecer; finalmente una vez más temperaturas altas para formar el cormo y los cormillos (Piovano *et al.*, 2017).

El ciclo del cultivo comienza cuando se interrumpe la dormición del cormo. Si las condiciones de humedad y temperatura del suelo son adecuadas, las raíces fibrosas se forman en la base del cormo (Figura 12: código 005), lo cual sucede a fines de verano principio de otoño y crecen durante el período otoño-invernal, aumentando su longitud.

Posteriormente, el brote, formado por las hojas membranosas, se extiende sobre la superficie del suelo (Figura 12: código 009). La emergencia del brote marca el inicio de un nuevo período de crecimiento epigeo, que continúa con la emergencia de las hojas que forman el follaje (Figura 12: códigos desde 101 a 109) (etapa vegetativa).

La etapa reproductiva, la de mayor interés económico en el cultivo, comienza con la aparición de la hoja bandera (Figura 12: código 500) y posteriormente la aparición de la inflorescencia (Figura 12: código 501). Luego, el escapo floral incrementa su longitud (Figura 12: código 502) y la inflorescencia se curva 90° en la base de la primera flor (Figura 12: código 503). Posteriormente, el raquis incrementa la longitud y las flores se distancian (Figura 12: código 504). Luego, las flores de la porción basal se separan de las brácteas que la contienen, se hace visible el tubo corolino, pero los tépalos permanecen cerrados. Esta etapa corresponde al punto de cosecha de la inflorescencia (Figura 12: código 509).

La senescencia del follaje comienza por las hojas externas, las más antiguas (Figura 12: código 901). Posteriormente, el proceso de senescencia avanza hacia las hojas centrales (Figura 12: código 905) y finalmente toda la parte aérea de la planta (Figura 12: código 909). Este estadio coincide con el punto de cosecha de los cormos (Figura 12: código 409). Las bases de las hojas secas forman las túnicas que protegen al cormo en estado de dormición.

La formación del nuevo cormo incluye un crecimiento hipógeo durante el otoño, el invierno, y la primavera. Se extiende a lo largo del ciclo del cultivo y acontece de manera simultánea con el desarrollo de las hojas, emergencia de la inflorescencia, floración y senescencia (Figura 12).

1.5 Influencia del ambiente en el desarrollo

El crecimiento y desarrollo de las plantas está afectado por factores internos y externos (Bernier y Périlleux, 2005). El desarrollo tiene una estrecha relación con la temperatura (Hatfield y Prueger, 2015). El proceso de floración está influenciado por la temperatura ambiental y el fotoperíodo (Wang, 2007).

1.5.1 Temperatura

El factor decisivo para el éxito del cultivo de fresa es la temperatura, la cual tiene una fuerte influencia en todas las fases de desarrollo y afecta tanto la ocurrencia como la duración de dichas fases y la calidad de las inflorescencias (Mansour, 1968; Wang, 2007; Berecici y Bala 2011). Fresa es sensible a las altas temperaturas, bajo esa situación el ciclo de crecimiento vegetativo se prolonga y la floración se retrasa o no se completa (Berghoef y Zevenber, 1990). El proceso de floración, aunque es un proceso unitario e integrado, se divide en dos fases: inducción y desarrollo floral. Estas fases no tienen los mismos requerimientos, motivo por el cual no reaccionan de manera similar ante el medioambiente (Bernier, 1988; Adams *et al.*, 1998) y según Wang (2007) en fresa, la temperatura es el factor causal en ambas fases.

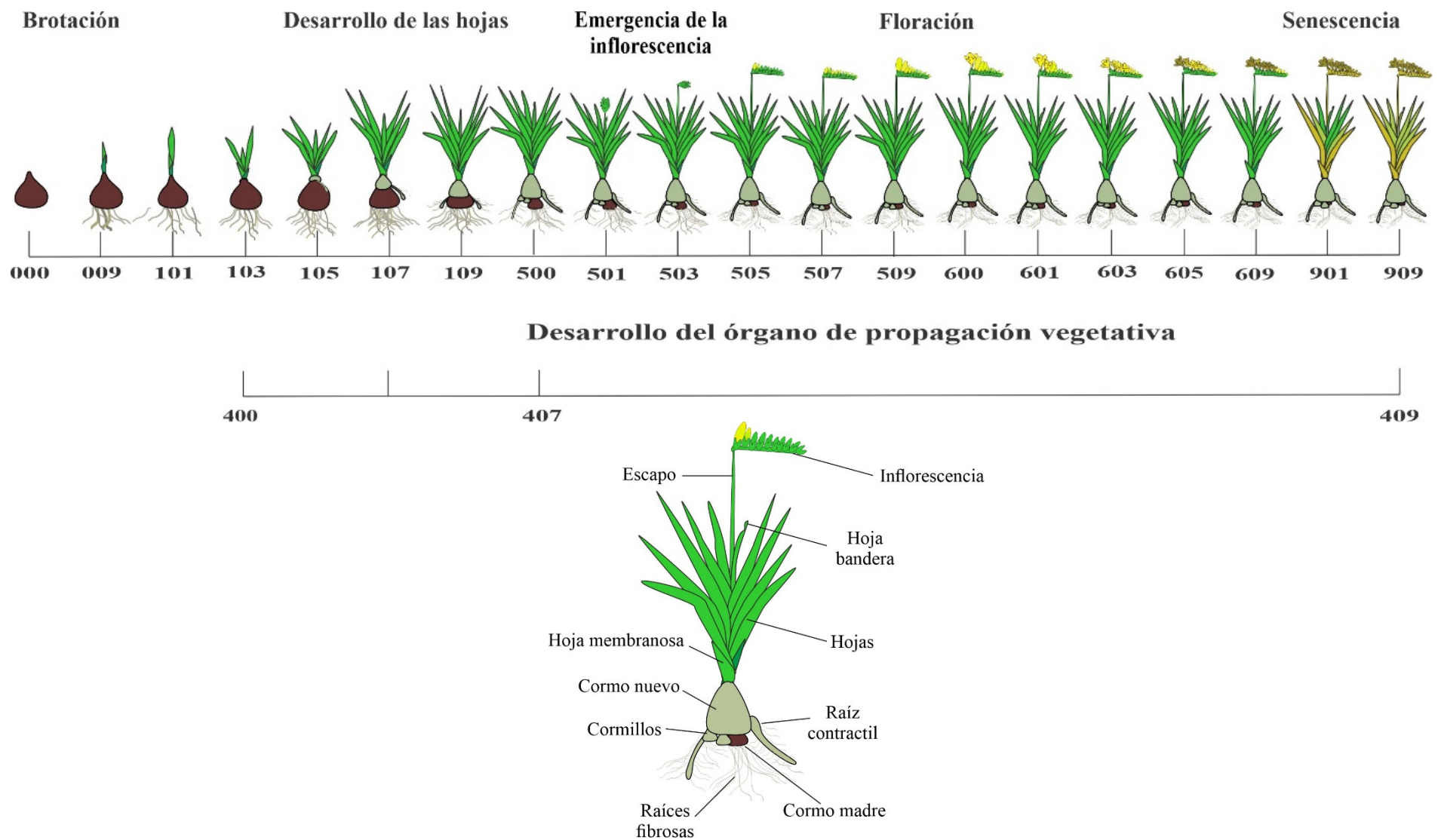


Figura 12. Representación esquemática. a: Ciclo de desarrollo del cultivo de fresa. b: Morfología de una planta de fresa.

La inducción floral en fresa es estimulada por bajas temperaturas. Temperaturas entre 5 - 20 °C (con un rango óptimo de 12 – 15 °C), desencadenan este proceso y para que se complete requiere entre 6 y 9 semanas, bajo esas temperaturas (Heide, 1965; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018). Asimismo, las temperaturas superiores a 21 °C no son inductivas para el cultivo (Heide, 1965; Mansour, 1968; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018). Las fluctuaciones de temperatura durante la inducción floral causan deformaciones y un espaciamiento irregular de las flores en el raquis denominado “thumbing” o “aparición del pulgar” (Wang, 2007).

El desarrollo de la inflorescencia requiere temperaturas óptimas de 12 a 15 °C, ralentizándose con bajas temperaturas (10 a 12 °C) y acelerándose con temperaturas superiores a 16 °C. Sin embargo, las temperaturas superiores a 16 °C pueden limitar la calidad de las inflorescencias (Wang, 2007).

El otro órgano de interés comercial en este cultivo es el cormo, y la temperatura controla su formación y dormición. Gilbertson - Ferris (2018) y Thompson *et al.* (2011) afirman que la formación de cormos y la inducción floral son procesos competitivos que se dan en simultáneo. Pero la continua exposición a temperaturas más elevadas que las requeridas en la inducción, favorece producción de cormos, convirtiéndolos en un destino de fotoasimilados más competitivo.

Durante el período de senescencia, el cultivo requiere temperaturas óptimas de 15 °C para la correcta formación de los cormos. Las condiciones de temperaturas más altas durante la cosecha de los cormos pueden desencadenar en éstos un desorden fisiológico denominado “pupación” o “crisalidación” que ocasiona la producción de cormos jóvenes anormales sobre los cormos madres (Wang, 2007; Piovano *et al.*, 2017).

Los cormos, después que se cosechan, pasan por un período de dormición y requiere temperaturas de 30 °C durante 10 a 12 semanas para romper la dormición y asegurar la rápida emergencia de los brotes (Startek, 2002). Los cormos se pueden almacenar inmediatamente

después de la cosecha a temperaturas de 3 a 15 °C, hasta nueve meses sin afectar la calidad (Wang, 2007). Cuando se almacena a 13 °C ocurre el fenómeno de pupación.

1.5.2 Fotoperiodo

La inducción floral es estimulada por días cortos y el desarrollo floral es acelerado por días largos (Gilbertson – Ferris, 2018). Los días cortos incrementan el número de flores por inflorescencia, la longitud de la vara floral y el número de inflorescencias laterales, mientras que los días largos aceleran la antesis y disminuyen la calidad de las inflorescencias (Wang, 2007). Sin embargo, la influencia del fotoperíodo decrece con el incremento de la temperatura y a medida que continúa el mejoramiento genético, *F. x hybrida* puede estar perdiendo sensibilidad a la duración del día (Wang, 2007).

Heide (1965) observó una asociación entre el fotoperíodo y los colores de las flores. Los días cortos estimulan la inducción floral en variedades con flores de color amarillo y blanco, mientras que los días largos estimulan las variedades con flores azul y rojo.

Según Startek, *et al.* (2002 b) *F. x hybrida* es una planta fotoperiódicamente.

1.6. Justificación del trabajo de tesis

En los principales puntos de venta, la oferta y el precio de las flores de corte generan alta competencia entre las distintas especies y los mejores precios son alcanzados por las flores primicia. En este contexto, en Tucumán el cultivo de fresa se presenta como una actividad que posee una gran oportunidad de desarrollo y como alternativa de diversificación de producción de flores de corte, que puede alcanzar el mercado de primicia. Sin embargo, para poder incentivar el cultivo de fresa y desarrollar estrategias para su manejo es necesario generar conocimientos referentes a su comportamiento en las condiciones ambientales de la provincia.

Realizar este aporte a la información disponible para la producción de flores de corte, contribuiría al crecimiento de este cultivo a nivel país y proporcionará una base fisiológica adicional, principalmente para la provincia de Tucumán.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

Los diferentes escenarios ambientales generan diferencias en el desarrollo de fresia lo que impacta en las variables cuantitativas de rendimiento, poscosecha y producción de cormos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la influencia de los diferentes escenarios ambientales, generados por las diferentes fechas de plantación, sobre el desarrollo, las variables cuantitativas de rendimiento de las flores, la poscosecha y la tasa de multiplicación de cormos de *Freesia x hybrida* producidas en invernadero.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la fecha de plantación en la duración de las etapas fenológicas.
2. Evaluar la influencia de los diferentes escenarios ambientales en variables cuantitativas de rendimiento y en parámetros poscosecha de la vara floral.
3. Evaluar el efecto de las fechas de plantación en el tamaño y multiplicación de los cormos.

CAPÍTULO I

Ocurrencia y duración de las fases fenológicas de *Freesia x hybrida* cultivadas en diferentes fechas de plantación.

1. Introducción

El ciclo de vida de las plantas se divide en fases vegetativa, reproductiva y senescencia (Streck *et al.*, 2012). Durante estas fases suceden una serie de procesos fisiológicos, bioquímicos y moleculares controlados por mecanismos endógenos y regulados por factores ambientales, los cuales determinan la duración y ocurrencia de las mismas (Bernier *et al.*, 1993; Bernier y Périlleux, 2005; Bäurle y Dean, 2006; Erwin, 2007; Thompson *et al.*, 2011; Proietti *et al.*, 2022).

La transición de la fase vegetativa a la reproductiva en plantas está determinada por la capacidad del meristema de producir órganos florales (Erwin, 2007; Proietti *et al.*, 2022). En fresia, la inducción floral puede iniciar en una amplia gama de etapas vegetativas, de 3 a 14 hojas (Gilbertson-Ferriss, 2018), mientras que en gladiolo la diferenciación floral coincide con la aparición de la tercera hoja verdadera (Schwab *et al.*, 2015a).

Las condiciones de temperatura y fotoperíodo que ocurren durante el ciclo del cultivo dependen de la época de plantación (Dhatt y Jhanji, 2021). Se ha demostrado en algunas especies de la familia Iridaceae que las diferentes fechas de plantación modifican la ocurrencia y la duración de las fases fenológicas, la duración del ciclo del cultivo (Streck *et al.*, 2012; Schwab *et al.*, 2015a; Uhlmann *et al.*, 2016; Tomiozzo *et al.*, 2018; Adil *et al.*, 2021) y el número de hojas (Kumar *et al.*, 2017; Fatihullah y Bostan, 2018; Tirkey *et al.*, 2019). En fresia, la fase vegetativa se ve favorecida por días con al menos 16 h con temperaturas registradas superiores a 21 °C (Heide, 1965; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018). Asimismo, la inducción floral se desencadena por temperaturas entre 5 °C y 20 °C durante 8 h al día durante 6 a 9 semanas. La sensibilidad al fotoperíodo también puede diferir entre variedades (Gilbertson-Ferriss, 2018).

Comprender y cuantificar la influencia de los factores ambientales sobre el desarrollo de la planta permite ejecutar prácticas de manejo en momentos claves del ciclo, y de esta manera proveer flores al mercado de manera gradual considerando las fechas conmemorativas (Streck *et al.*, 2012; Schwab *et al.*, 2018; Becker *et al.*, 2021; Chandel *et al.*, 2022; Proietti *et al.*, 2022).

2. Objetivo

Evaluar el efecto de distintas fechas de plantación en la ocurrencia y duración de las fases fenológicas de dos variedades de *Freesia x hybrida*.

3. Materiales y métodos

3.1 Manejo experimental

El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán, El Manantial, Tucumán, Argentina (26°50'6,9'' S – 65°16'44,6'' O), bajo condiciones de invernadero. El invernadero utilizado mide 11 m de largo, 5 m de ancho y 4 m de alto. Está orientado en dirección noroeste-sureste. Su cubierta es de polietileno (larga duración térmica), de 100 micrones. No tiene control de variables ambientales (Anexo Foto 1). Se utilizaron cormos de *Freesia x hybrida* cv. Blue Bayou e Yvonne, de 2,0 a 2,2 cm de diámetro, adquiridos en la empresa FlorAr (Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina) (Anexo Foto 2). Antes de la plantación, los cormos se desinfectaron por inmersión en una solución antifúngica de Carbendazim 50 % SP en una dosis de 2 cc/l de agua, durante 30 minutos.

La plantación se realizó en canteros de 0,70 m de ancho, 0,20 m de altura y 4 m de largo. Se utilizó un sustrato compuesto por suelo (previamente solarizado) y perlita agrícola en relación 3:1 (v/v) con una conductividad eléctrica de 1,11 dS/m, 6,4 de pH y 2,5 – 3,5 % de materia orgánica y 66,8 % de contenido de agua gravimétrica a capacidad de campo.

El ensayo se realizó sin restricciones hídricas, para lo cual se aplicaron periódicamente riegos mediante un sistema por goteo (se utilizó como referencia el valor gravimétrico del sustrato a capacidad de campo). Se realizó manejo químico de plagas (lambdacialotrina 400 cm³/ha) y desmalezado manual. Para el soporte del cultivo se utilizaron dos hileras de malla tutora con cuadrícula de 0,125 m x 0,125 m.

3.2 Diseño experimental

Se realizó un diseño factorial (2 x 5) en cuatro bloques completos aleatorizados (cada cantero fue considerado un bloque). Se consideraron dos factores: 1- variedad de *Freesia x hybrida* (V1: Blue B. y V2: Yvonne) y, 2- fecha de plantación (F1: 15/2/2021, F2: 19/3/2021, F3:16/4/2021, F4: 21/5/2021 y F5: 21/6/2021). Las fechas de plantación fueron elegidas para exponer al cultivo a distintas condiciones de temperatura y fotoperíodo, no representan fechas seleccionadas por productores. La combinación de ambos factores generó 10 tratamientos: T1: V1F1; T2: V2F1; T3: V1F2; T4: V2F2; T5: V1F3; T6: V2F3; T7: V1F4; T8: V2F4; T9: V1F5 y T10: V2F5. La unidad experimental fue una parcela de 18 cormos, dentro de cada cantero. Se evaluaron 72 cormos por tratamiento (Anexo Foto 3).

3.3 Fases de desarrollo

Se registraron las fases fenológicas acorde a la escala propuesta por Santilli *et al.* (2021). El ciclo fue dividido en tres fases: 1- vegetativa (desde brotación a aparición de la hoja bandera), 2- reproductiva (de aparición de la hoja bandera hasta cosecha) y 3- senescencia (de cosecha a senescencia) (Anexo Foto 4). Para calcular la duración del ciclo del cultivo se consideró el período desde brotación a senescencia.

La duración de las fases se expresó en números de días y en grados días de desarrollo GDD acorde a la metodología publicada por Bas-Nahas *et al.* (2022). La temperatura base utilizada fue 5 °C (Heide, 1965; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018).

Se consideró que las plantas alcanzaron un determinado estado fenológico cuando el 50 % de las mismas se encontraban en el estado fenológico correspondiente.

Antes de la cosecha se determinó el número total de hojas, incluida la hoja bandera.

3.4 Fotoperiodo y temperatura

El fotoperíodo diario se calculó con la planilla *varas 1.0* (Fernández-Long *et al.*, 2015).

La temperatura del aire en el interior del invernadero, se registró cada 30 minutos con un data logger (modelo TPD8016).

De acuerdo con la información disponible sobre el número de hojas que marca el inicio de la fase adulta (Gilbertson-Ferriss, 2018) y el requerimiento de temperatura (Heide, 1965; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018), se definió el Periodo con Temperaturas Inductivas (PTI) para la floración. El PTI inició en la primera fecha que se registró 8 horas o más ininterrumpidas con temperaturas entre 5 °C y 20 °C, en plantas con tres o más hojas (Figura 13 a).

Del mismo modo, y en consonancia con la información disponible sobre las temperaturas que favorecen el desarrollo vegetativo, se definió el número de horas en las que la temperatura del aire fue superior a 21 °C durante más de 16 horas ininterrumpidas durante el día o la noche (Heide, 1965; Wang, 2007; Gilbertson-Ferriss, 2018); dicho periodo se denominó Periodo con Temperaturas no Inductivas (PTnI) (Figura 13b).

Los datos diarios de temperatura del registrador de datos se descargaron en una hoja de cálculo. Luego, se contabilizó el número de días (expresado en semanas) durante los cuales el cultivo estuvo en las condiciones descritas en PTI y PTnI, como se muestra en las figuras 13 a y 13 b, respectivamente.

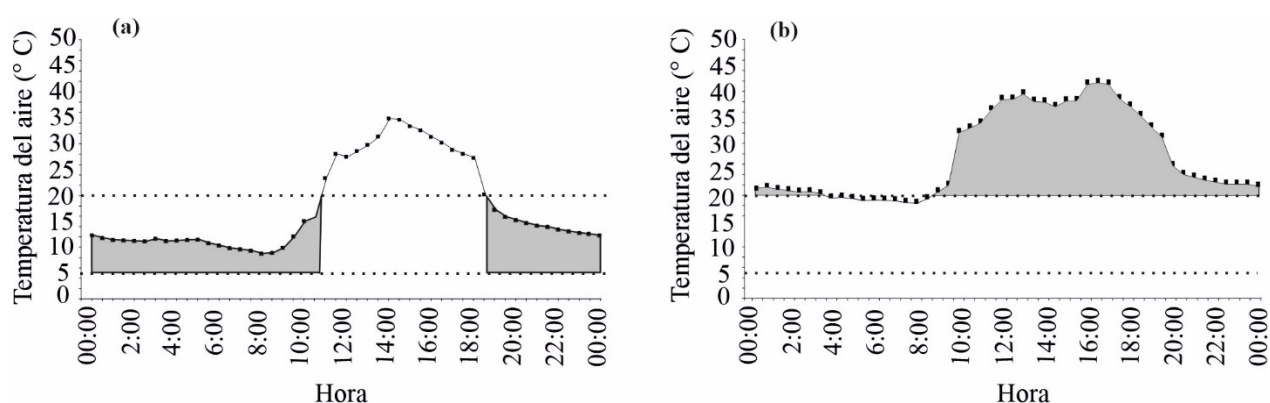


Figura 13. a- Representación de un día de mayo en que se cumple la PTI. El área sombreada representa el número de horas que el cultivo estuvo a temperaturas del aire comprendidas entre 5 °C y 20 °C. b- Representación de un día de marzo en que se cumple la PTnI. El área sombreada representa el número de horas que el cultivo estuvo a temperaturas del aire superiores a 21 °C. Las líneas horizontales indican los umbrales térmicos (5 °C y 21 °C).

3.5 Análisis

Los datos se analizaron mediante Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Se realizó un análisis de varianza y se evaluó la interacción entre las fechas de plantación y las variedades. Las medias se compararon con el test DGC ($\alpha = 0,05$). Los datos analizados cumplen los supuestos de normalidad, con esperanza cero, varianza común e independiente.

4. Resultados

4.1 Condiciones ambientales

La temperatura mínima y máxima y el fotoperíodo registrados durante el ciclo del cultivo se observa en la Figura 14. La temperatura máxima absoluta del período fue 52,5 °C y se registró en febrero y la mínima absoluta fue 0,1 °C y se registró en junio (Figura 14).

Desde el inicio del ensayo el fotoperiodo fue acortándose hasta el 21 de junio, donde se registraron 11,3 h de luz, a partir de ese momento y hasta la finalización del ensayo el fotoperiodo fue alargándose, y en noviembre se registró 14,6 horas de luz (Figura 14).

4.2 Influencia de la fecha de plantación en la duración de las fases fenológicas

En la duración de la fase vegetativa se observó interacción significativa entre los factores al expresar la fase en días ($F = 22,12$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$) y en GDD ($F = 23,53$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$). Esta fase se acortó significativamente a medida que se retrasó la fecha de plantación, en ambas variedades (Tabla 1).

La primera fecha de plantación (15 de febrero) resultó en una fase vegetativa más larga en ambas variedades T1 ($151,25 \pm 1,42$ días, Blue B.) y T2 ($122,50 \pm 1,42$ días, Yvonne), con diferencias significativas entre ellas. Por el contrario, la última fecha de plantación (en junio) resultó con una fase vegetativa de menor duración para ambas variedades, T9 ($56,50 \pm 1,42$ Blue B.) y T10 ($52,00 \pm 1,42$ días para Yvonne) (Tabla 1), y sin diferencias significativas entre ellas. Al analizar la duración en GDD mostró la misma tendencia, aunque en la última fecha de plantación no se observaron diferencias significativas entre variedades (Tabla 1).

Con respecto a la variable número de hojas se observó interacción significativa entre los factores ($F = 48,66$; $gl_{\text{error}} = 551$; $p < 0,0001$). El número de hojas disminuyó con el retraso de la fecha de plantación (Tabla 1). Los tratamientos T1 y T2, produjeron en promedio $16,02 \pm 0,11$ y $13,07 \pm 0,10$ hojas, respectivamente. En la última fecha de plantación el número de hojas registradas fue el más bajo de las cinco fechas ($7,85 \pm 0,10$ en T9, y $7,13 \pm 0,10$ en T10), sin embargo, no presentaron diferencias significativas en la cantidad de hojas producidas por la variedad Yvonne en T8 y T10 (Tabla 1).

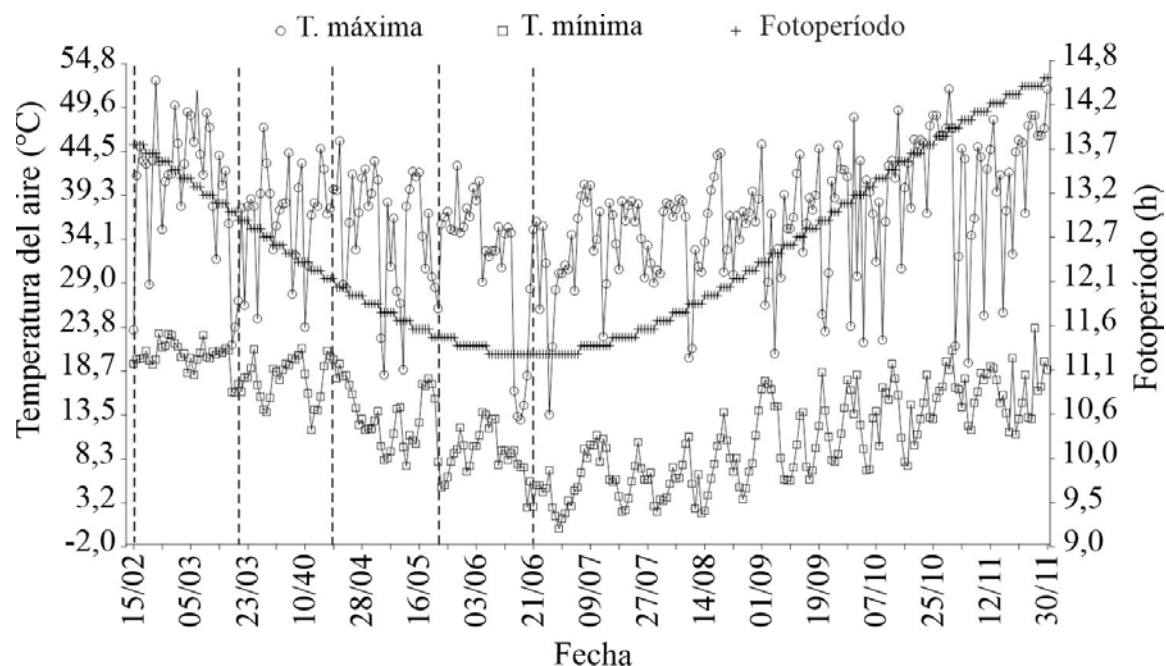


Figura 14. Temperaturas máximas y mínimas bajo invernadero (°C) y fotoperíodo (h) registrados durante el periodo de estudio. Las líneas verticales discontinuas muestran las cinco fechas de plantación evaluadas.

La variedad Yvonne requirió menos días para alcanzar el estado de hoja de bandera en las cinco fechas de plantación, por lo tanto, la duración de la fase vegetativa fue siempre significativamente más corta y con menor número de hojas comparada con Blue B. (Tabla 1). No se observó interacción significativa entre los factores en la duración de la fase reproductiva ($F = 0,82$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p = 0,5294$). La duración de esta fase para la variedad Blue B. fue significativamente más corta ($31,40 \pm 0,72$ días) que para la variedad Yvonne ($35,35 \pm 0,73$ días) ($F = 14,66$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p = 0,0007$). En cuanto al análisis del efecto principal del factor fecha de plantación ($F = 23,95$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$), no se observaron diferencias significativas en la plantación realizada el 15/2, 19/3 y 16/4, la fase reproductiva duró entre

$36,00 \pm 1,14$ y $37,25 \pm 1,14$ días para ambas variedades. Se observó que este período se acortó en las dos últimas fechas de plantación (21/5 y 21/6), las cuales se diferenciaron significativamente de las fechas anteriores (Tabla 1).

Respecto a la duración de la fase reproductiva expresada en GDD se encontró interacción significativa entre los factores ($F=3,61$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,017$). Los tratamientos T2, T7 y T9 requirieron menos GDD y se diferenciaron significativamente del resto de los tratamientos (Tabla 1).

En la fase de senescencia, se observó interacción significativa entre los factores para la duración en días ($F = 20,05$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$) y en GDD ($F = 19,23$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$). En la variedad Yvonne se observó que la duración de esta fase (en días y GDD) se acortó con el retraso de la fecha de plantación en T4, T6, T8 y T10 (Tabla 1). Mientras que Blue B. no presentó diferencias significativas en la duración en días de la fase senescencia y en GDD (Tabla 1).

La duración del ciclo del cultivo (expresado en días) no mostró interacción significativa entre los factores ($F = 2,62$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p = 0,0571$). El ciclo del cultivo fue significativamente más corto en la variedad Yvonne ($172,25 \pm 0,82$ días) que en la variedad Blue B. ($186,00 \pm 0,82$ días). Al considerar el factor fecha de plantación se observaron diferencias significativas entre las cinco fechas de plantación evaluadas ($F = 1098,15$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p < 0,0001$) (Tabla 1).

Se observó interacción entre los factores para la variable duración del ciclo del cultivo, expresada en GDD ($F = 4,74$; $gl_{\text{error}} = 27$; $p = 0,0050$). El requerimiento de GDD disminuyó con el atraso de las fechas de plantación. La duración del ciclo fue significativamente diferente en las cuatro primeras fechas de plantación, en las dos variedades (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas entre la cuarta y la quinta fechas de plantación en ambas variedades (Tabla 1).

Tabla 1. Fases de desarrollo y número de hojas para las cinco fechas de plantación y las dos variedades evaluadas.

Tratamiento	Fase vegetativa		Fase reproductiva		Senescencia		Duración del ciclo		Número de hojas (incluida la hoja bandera) ± e.e.
	días ± e.e.	GGD ± e.e.	días ± e.e.	GGD ± e.e.	días ± e.e.	GGD ± e.e.	días ± e.e.	GGD ± e.e.	
T1	151,25 ± 1,42 a	2269,78 ± 19,22 a	36,00 ± 1,14 a	459,50 ± 20,99 a	53,25 ± 1,84 c	924,80 ± 29,72 b	230,75 ± 1,29 a	3654,05 ± 32,86 a	16,02 ± 0,11 a
T3	122,25 ± 1,42 b	1664,18 ± 19,22 c	37,25 ± 1,14 a	443,08 ± 20,99 a	54,50 ± 1,84 c	949,65 ± 29,2 b	208,13 ± 1,29 b	3056,93 ± 32,86 c	13,46 ± 0,11 b
T5	97,75 ± 1,42 c	1175,28 ± 19,22 e	39,00 ± 1,14 a	479,82 ± 20,99 a	55,25 ± 1,84 c	984,55 ± 29,72 b	182,75 ± 1,29 c	2639,63 ± 32,86 e	10,91 ± 0,10 c
T7	80,70 ± 1,42 d	878,13 ± 19,22 g	27,75 ± 1,14 b	394,08 ± 20,99 b	49,50 ± 1,84 c	936,33 ± 29,72 b	148,00 ± 1,29 d	2208,58 ± 32,86 g	8,46 ± 0,09 d
T9	56,50 ± 1,42 f	736,50 ± 19,2 h	26,88 ± 1,14 b	379,51 ± 20,99 b	52,00 ± 1,84 c	1031,48 ± 29,72 b	126,00 ± 1,29 e	2147,50 ± 32,86 g	7,85 ± 0,10 f
T2	122,50 ± 1,42 b	1866,48 ± 19,22 b	36,00 ± 1,14 a	416,43 ± 20,99 b	62,50 ± 1,84 b	973,45 ± 29,72b	230,75 ± 1,29 a	3256,35 ± 32,86 b	13,07 ± 0,10 b
T4	96,25 ± 1,42 c	1324,81 ± 19,22 d	37,25 ± 1,14 a	451,81 ± 20,99 a	68,75 ± 1,84 a	1136,63 ± 29,72 a	208,13 ± 1,29 b	2913,25 ± 32,86 d	10,34 ± 0,11 c
T6	80,00 ± 1,42 d	950,59 ± 19,22 f	39,00 ± 1,14 a	499,55 ± 20,99 a	54,50 ± 1,84 c	990,84 ± 29,72 b	182,75 ± 1,29 c	2451,80 ± 32,86 f	8,13 ± 0,10 e
T8	68,00 ± 1,42 e	702,69 ± 19,22 h	27,75 ± 1,14 b	442,61 ± 20,99 a	42,25 ± 1,84 d	751,86 ± 29,72 c	148,00 ± 1,29 d	187,15 ± 32,86 h	7,19 ± 0,10 f
T10	52,00 ± 1,42 f	667,09 ± 19,22 h	26,88 ± 1,14 b	487,29 ± 20,99 a	37,75 ± 1,84 d	760,3 ± 29,72 c	126,00 ± 1,29 e	1914,53 ± 32,86 h	7,13 ± 0,10 f

Se presentan los valores medios de días ± error estándar (e.e.) y GDD ± error estándar (e.e.) Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el test DGC ($P > 0.05$). Referencias: GDD: grados días de desarrollo. Tratamientos: T1: V1F1, T3: V1F2, T5: V1F3, T7: V1F4, T9: V1F5, T2: V2F1, T4: V2F2, T6: V2F3, T8: V2F4 y T10: V2F5.

4.3 Influencia de la fecha de plantación en la transición de la fase vegetativa a reproductiva

La transición de la fase vegetativa a la fase reproductiva ocurrió en todas las plantas y estuvo determinada por el efecto del PTI, el fotoperiodo, la edad de la planta y la variedad. La edad de la planta, determinada por el número de hojas presentes al momento que experimentaron el cambio a la fase reproductiva (aparición de la hoja bandera) fue diferente en todos los tratamientos (Tabla 2).

El PTnI se calculó a partir del 15 de febrero (primera fecha de plantación) y finalizó el 4 de mayo, en las condiciones ambientales del sitio experimental. El PTI calculado comenzó el 5 de mayo y se extendió hasta el 2 de septiembre.

En la variedad Blue B. el T1 estuvo 9,7 semanas bajo PTnI. Luego dio inicio el PTI, en el momento que el 50 % de las plantas del tratamiento presentaban $9,2 \pm 0,07$ hojas (Tabla 2). Estas plantas emitieron la hoja bandera al cumplir 11,7 semanas de PTI, momento en el que presentaban $15,02 \pm 0,12$ hojas y el fotoperiodo un valor de 11,6 horas (Tabla 2).

En el T3 y T5 el PTnI fue más corto que el T1, pero las plantas emitieron la hoja bandera bajo el mismo fotoperiodo (11,6 horas), con $12,46 \pm 0,1$ y $9,91 \pm 0,1$ hojas, respectivamente (Tabla 2), mientras que en los tratamientos T7 y T9 las plantas no estuvieron bajo un PTnI, debido a su fecha de plantación.

Las plantas en T7 emitieron la hoja bandera cuando el PTI alcanzó 9,8 semanas, con $7,57 \pm 0,06$ hojas y el fotoperiodo fue 12,1 horas (Tabla 2). El tratamiento T9 solo estuvo 6,3 semanas de PTI. Las plantas de este tratamiento emitieron la hoja bandera con $6,85 \pm 0,07$ hojas producidas previamente y bajo un fotoperiodo de 12,4 horas (Tabla 2).

En la variedad Yvonne, las plantas del T2, estuvieron 8.1 semanas bajo un PTnI previo al PTI, el cual se extendió por 8.4 semanas. Este tratamiento emitió la hoja bandera bajo un fotoperiodo de 11.3 horas y con 12.30 ± 0.13 hojas. En el tratamiento T4 las plantas emitieron la hoja

bandera bajo el mismo fotoperiodo que las plantas del T2, pero en este caso presentaba 9.79 ± 0.13 hojas (Tabla 2).

En el T6 el PTnI fue 0.7 semanas y en T8 y T10 el PTnI fue nulo debido a la fecha de plantación (Tabla 2). El T6, cumplió 8.7 semanas de PTI, igual que el T4. Sin embargo, en el T6, la emisión de la hoja bandera, se retrasó 12 días comparado con T4 (Tabla 2).

Las plantas del tratamiento T8 con 6.7 semanas de PTI y con 6.29 ± 0.07 hojas, la emisión de la hoja bandera se produjo bajo un fotoperiodo de 11.9 horas. El T10, con 5.2 semanas de PTI emitió la hoja bandera con 6.13 ± 0.07 hojas, bajo un fotoperiodo de 12.5 horas.

5. Discusión

La ocurrencia y duración de las fases fenológicas fueron afectadas significativamente por la fecha de plantación y por la variedad. El retraso de la fecha de plantación produjo un acortamiento del ciclo del cultivo en las dos variedades, asociado principalmente al acortamiento de la duración del período vegetativo. Los resultados indican que la duración del ciclo total del cultivo de fresa depende de la duración de la fase vegetativa, es decir, cuanto menor fue la fase vegetativa, menor fue la duración total del ciclo.

Las variaciones en la duración de la fase de desarrollo entre las variedades en la misma fecha de plantación se deben a características del genotipo, como lo observaron Adil et al. (2013), Uhlmann et al. (2017), Schwab et al. (2018) en gladiolo.

A diferencia de la fase vegetativa, la duración de la fase reproductiva y senescencia no variaron en las diferentes fechas de plantación. En la fase reproductiva sólo se observó una diferencia de 10 días entre la plantación realizada en el mes de febrero y la del mes de junio, lo que también fue observado por Schwab et al. (2018) en gladiolo cultivado a campo.

Las fechas de plantación seleccionadas en el presente ensayo generaron diferencias en las condiciones térmicas durante el desarrollo de las plantas. A causa de ello, se observó que las

plantaciones tempranas crecieron durante 9 semanas a temperaturas no inductivas y produjeron en ambas variedades un mayor número de hojas en comparación con las fechas de plantación tardías. Esto coincide con lo expuesto por Berghoef y Zevenbergen (1990) quienes afirman que si el cultivo de fresa se somete a temperaturas mayores a 16 °C, la transición a la fase reproductiva se atrasa y el meristema apical del brote continúa produciendo hojas. Un comportamiento similar se observó en los cultivos de gladiolo y watsonia, donde un retraso en la transición a la fase reproductiva causado por temperaturas más cálidas resultó en un mayor número de hojas (Kumar *et al.*, 2017; Fatihullah y Bostan, 2018; Tirkey *et al.*, 2019).

En este trabajo se observó que la transición a la fase reproductiva fue influenciada por la interacción entre la temperatura, el fotoperiodo, la edad de la planta y la variedad, lo que cual coincide con lo expuesto por Heide (1965) y Gilbertson-Ferriss (2018).

Se observó que la transición a la fase reproductiva se aceleró a medida que aumentaron las horas de luz, registrándose un menor requerimiento de semanas a temperaturas inductivas. Un comportamiento similar fue reportado en watsonia por Thompson *et al.* (2011). Sin embargo, Wang (2007) y Thakur *et al.* (2019) consideraron la temperatura como la variable ambiental más importante, pero realizaron el ensayo en latitudes diferentes, con un régimen de fotoperiodo distinto y utilizaron otras variedades.

En las fechas de plantación más tempranas (15/2, 19/3 y 16/4), ambas variedades pasaron a la fase reproductiva en la misma fecha. Las plantas de los tratamientos correspondientes a esas fechas de plantación cumplieron y superaron los requisitos de PTI y edad propuestos por Heide (1965), Wang (2007) y Gilbertson-Ferriss (2018), pero no florecieron hasta que se alcanzaron un fotoperiodo determinado (11,3 h para Yvonne y 11,6 h para Blue B). En las siguientes fechas de plantación, a medida que aumentó el fotoperiodo, el PTI se acortó y el número de hojas antes de la aparición de la hoja bandera se redujo en ambas variedades.

Tabla 2. Fotoperiodo, temperatura y edad de la planta en la transición de la fase vegetativa a la fase reproductiva para las cinco fechas de plantación y las dos variedades evaluadas.

Tratamiento	Fecha media de aparición tercera hoja	Inicio de PTI	Cantidad de hojas promedio $\pm$ e.e al inicio del PTI	Cantidad de hojas promedio antes de la aparición de la hoja bandera promedio $\pm$ e.e	Fecha media de aparición de hoja bandera	Fotoperiodo registrado a la aparición de la hoja bandera	PTnI + PTI (semanas)
T1	15/03/2021	5/05/2022	9,20 $\pm$ 0,07	15,02 $\pm$ 0,12	26/07/2021	11,6	9,7 + 11,7
T3	05/04/2021	5/05/2022	6,72 $\pm$ 0,07	12,46 $\pm$ 0,10	27/07/2021	11,6	6,7 + 11,8
T5	01/05/2021	5/05/2022	2,97 $\pm$ 0,09	9,91 $\pm$ 0,10	30/07/2021	11,6	3 + 12,2
T7	12/06/2021	12/06/2021	2,84 $\pm$ 0,06	7,57 $\pm$ 0,06	20/08/2021	12,1	0 + 9,8
T9	21/07/2021	21/07/2021	2,97 $\pm$ 0,07	6,85 $\pm$ 0,07	03/09/2021	12,4	0 + 6,3
T2	26/03/2021	5/05/2022	7,82 $\pm$ 0,09	12,30 $\pm$ 0,13	03/07/2021	11,3	8,1 + 8,4
T4	13/04/2021	5/05/2022	5,77 $\pm$ 0,08	9,79 $\pm$ 0,13	05/07/2021	11,3	5,5 + 8,7
T6	17/05/2021	17/05/2022	2,65 $\pm$ 0,07	7,13 $\pm$ 0,09	17/07/2021	11,5	0,7 + 8,7
T8	27/06/2021	27/06/2021	2,86 $\pm$ 0,06	6,29 $\pm$ 0,07	13/08/2021	11,9	0 + 6,7
T10	30/07/2021	30/07/2021	2,71 $\pm$ 0,06	6,13 $\pm$ 0,07	06/09/2021	12,5	0 + 5,2

Referencias: PTnI: Periodo con Temperaturas no Inductivas (número de semanas que el cultivo estuvo a una temperatura superior a 21 °C); PTI:

Periodo con Temperaturas Inductivas (número de semanas que el cultivo estuvo expuesto a un rango de temperaturas entre 5 °C y 20 °C).

Tratamientos: T1: V1D1, T3: V1D2, T5: V1D3, T7: V1D4, T9: V1D5, T2: V2D1, T4: V2D2, T6: V2D3, T8: V2D4 and T10: V2D5.

En fresa, los diferentes requisitos de fotoperiodo están relacionados con el origen de los híbridos (Heide, 1965). En el presente estudio, se observó que Yvonne y Blue B., cuyos orígenes son diferentes, requieren fotoperíodos distintos para la floración. Estos resultados difieren con los de Gilbertson-Ferriss (2018), que no observó diferencias entre híbridos de distintos colores bajo fotoperíodos largos y cortos.

En las plantas existen fuertes interacciones entre los factores exógenos y endógenos que determinan la transición a la fase reproductiva y cada factor puede cambiar su valor umbral, favorecer la floración en condiciones ambientales propicias (Bernier y Périlleux, 2005; Uhlmann *et al.*, 2020). Asimismo, las plantas integran la información ambiental percibida y regulan el momento en el cual se desencadena el proceso de desarrollo (Poethig, 2003). Los datos presentados en este ensayo coinciden con los conceptos antes mencionados, ya que, los diferentes escenarios ambientales generados por las diferentes fechas de plantación, indujeron una variación en la transición a la fase reproductiva en las dos variedades evaluadas.

6. Conclusión

Los diferentes escenarios de temperatura y fotoperiodo, generados por las cinco fechas de plantación evaluadas en este trabajo, afectaron la ocurrencia y duración de las etapas fenológicas y el ciclo de desarrollo del cultivo de fresa en Tucumán. Las características del genotipo provocaron variaciones en la duración de la fase de desarrollo entre las variedades en la misma fecha de plantación, no obstante, en ambas variedades se observó que las primeras fechas de plantación presentaron plantas con mayor número de hojas y además la fase vegetativa y el ciclo del cultivo fue más largo en comparación con las fechas de plantación tardías. La transición de la etapa vegetativa a la reproductiva estuvo determinada por la interacción entre el fotoperiodo, la temperatura, la edad de la planta y la variedad.

CAPÍTULO II

Características cuantitativas y cualitativa de las varas florales de fresa plantadas en diferentes fechas.

1. Introducción

Entre las variables ambientales que inciden en las características de la inflorescencia en *F. x hybrida*, la temperatura del aire presenta gran relevancia (Gilbertson-Ferriss, 2018). Durante su etapa reproductiva, el rango de temperatura óptima para el desarrollo de las flores es 12 °C a 15 °C. Este proceso se ralentiza a temperaturas entre 10 °C a 12 °C y se acelera con temperaturas superiores a 16 °C. El desarrollo a temperaturas superiores a 16 °C generalmente resulta en una disminución de la longitud del tallo floral, del número de flores por inflorescencia y del número de inflorescencias laterales (Gilbertson-Ferriss, 2018).

La fecha de plantación de los cormos es importante y decisiva en la producción de fresa, ya que establece las diferentes condiciones ambientales a las que se exponen las plantas durante su crecimiento y además influye en las características de las varas florales (Adil *et al.*, 2021).

Investigaciones realizadas en flores de corte perteneciente a la misma familia demostraron que la fecha de plantación y el genotipo regulan la duración del ciclo de desarrollo (Ahmad *et al.*, 2011; Schwab *et al.*, 2018), la época de cosecha (Adil *et al.*, 2013; Uhlmann *et al.*, 2016; Schwab *et al.*, 2018; Tomiozzo *et al.*, 2018; Ali, 2023) y también las características cuantitativas y cualitativas de las varas florales que determinan el rendimiento (Adil *et al.*, 2013; Schwab *et al.*, 2015 b; Uhlmann *et al.*, 2016; Amjad *et al.*, 2018; Nagar *et al.*, 2018; Schwab *et al.*, 2018; Tirkey 2018; Tirkey *et al.*, 2019; Ali *et al.*, 2023).

Con respecto a las características visuales, Schwab *et al.* (2018) plantaron en diferentes fechas y demostraron que durante el periodo reproductivo del cultivo de gladiolo las condiciones extremas de temperaturas del aire (temperatura máxima mayor o igual a 35 °C o temperatura mínima de – 2 °C) afectan negativamente la floración, producen quemaduras en los sépalos

(daño visual), generan riesgos de que las últimas 3 y 4 flores no se abran, proporcionando tallos florales no aptos para ser comercializados.

En los cultivos donde la flor es el órgano de importancia económica, el conocimiento de su ciclo de desarrollo en función del ambiente permite programar la plantación para que la cosecha de las flores sea homogénea, en términos de calidad y cantidad, y que coincida con la demanda del mercado para obtener el mejor precio de venta (Zubair *et al.*, 2006; Amjad *et al.*, 2018; Chandel *et al.*, 2022; Paulus *et al.*, 2022; Proietti *et al.*, 2022).

2. Objetivo

Determinar el efecto de diferentes escenarios ambientales, generados por diferentes fechas de plantación sobre las características de las varas florales en dos variedades de *F. x hybrida*.

3. Materiales y métodos

3.1 Manejo y diseño experimental

El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán, El Manantial, Tucumán, Argentina (26°50'6,9'' S – 65°16'44,6'' O), bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron cormos de *F. x hybrida* cv. Blue Bayou e Yvonne, cuya procedencia, manejo y plantación se presentó en el Capítulo I.

Se realizó un diseño factorial (2 x 5) en cuatro bloques completos aleatorizados (cada cantero fue considerado un bloque). Se consideraron dos factores: 1- variedad (V1: Blue B. y V2: Yvonne) y, 2- fecha de plantación (F1: 15/2/2021, F2: 19/3/2021, F3:16/4/2021, F4: 21/5/2021 y F5: 21/6/2021). Las fechas de plantación fueron elegidas para exponer al cultivo a distintas condiciones de temperatura y fotoperiodo, no todas representan fechas seleccionadas por productores. La combinación de ambos factores generó 10 tratamientos: T1: V1F1; T2: V2F1; T3: V1F2; T4: V2F2; T5: V1F3; T6: V2F3; T7: V1F4; T8: V2F4; T9: V1F5 y T10: V2F5. La

unidad experimental fue una parcela de 18 plantas, dentro de cada cantero, de las cuales se cosecharon las varas de 9 plantas. En total se evaluaron 36 varas por tratamiento.

El ensayo se realizó sin restricciones hídricas, para lo cual se aplicaron periódicamente riegos mediante un sistema por goteo (se utilizó como referencia el valor gravimétrico del sustrato a capacidad de campo). Se realizó manejo químico de plagas (lambdacialotrina 400 cm³/ha) y desmalezado manual. Para el soporte del cultivo se utilizaron dos hileras de malla tutora con cuadrícula de 0,125 m x 0,125 m.

3.2 Fases de desarrollo

Se registraron las fases fenológicas acorde a la escala propuesta por Santilli *et al.* (2021). La fase reproductiva se extendió desde la emergencia de la hoja bandera (código 500) hasta la cosecha de las varas florales (código 600). Se consideró que las plantas alcanzaron un estado fenológico cuando el 50 % de las plantas en cada repetición se encontraban en el estado fenológico correspondiente. La duración de las fases se expresó en números de días.

3.3 Variables cuantitativas y cualitativas de rendimiento

Se cosechó cuando la primera flor de la base de la inflorescencia estuvo coloreada y abierta. Las varas fueron cosechadas en forma manual, utilizando tijeras de podar. El punto de corte fue la zona por debajo de la última bifurcación del tallo floral. Después de la cosecha las varas fueron colocadas en un recipiente con agua y trasladadas al laboratorio donde se evaluaron las siguientes variables:

-Longitud de vara (cm): se midió desde la base de la vara (zona de corte) hasta el extremo apical de la primera flor (Figura 15). Se utilizó una regla graduada de 1 m de alcance y 1mm de apreciación (Anexo Foto 5).

- Longitud de la inflorescencia (cm): se midió desde la inserción de la primera flor hasta el extremo distal de la inflorescencia con una regla graduada de 1 m de alcance y 1mm de apreciación (Figura 15) (Anexo Foto 5).
- Número de flores de la inflorescencia principal: se contabilizó la cantidad de flores coloreadas y pimpollos presentes en la inflorescencia.
- Número de inflorescencia laterales: Se contabilizó el número de inflorescencias laterales presentes en la vara floral (Figura 15).
- Peso fresco de la vara floral (g), se determinó con una balanza electrónica (Ohaus TA501, Nueva Jersey, EEUU)
- Porcentaje de varas con daño visual (%): Se consideró que la vara presentaba daño visual cuando una o más flores de la inflorescencia principal presentaban flores manchadas (color marrón) o pimpollos con brácteas quemadas. En cada tratamiento se contabilizo en número de varas dañadas y se calculó su porcentaje sobre el total de varas (Anexo Foto 6).

La ocurrencia de estos defectos visuales se relacionó con ocurrencias de temperaturas máximas del aire superior a 35 °C (Schwab et al., 2018), con la frecuencia (número de días) y la duración diaria (horas) de estos eventos de temperaturas altas durante la fase reproductiva. No se contemplaron las bajas temperaturas debido a que el cultivo no estuvo expuesto a temperatura menor a - 2 °C.

Las varas cosechadas y evaluadas se trasladaron a una cámara con condiciones controladas, a 25 ± 1 °C, 85 – 90 % HR, y bajo iluminación fluorescente blanca fría durante 14 h por día, donde se mantuvieron en recipientes con agua corriente (250 ml) (Anexo Foto 7). El agua se renovó diariamente.

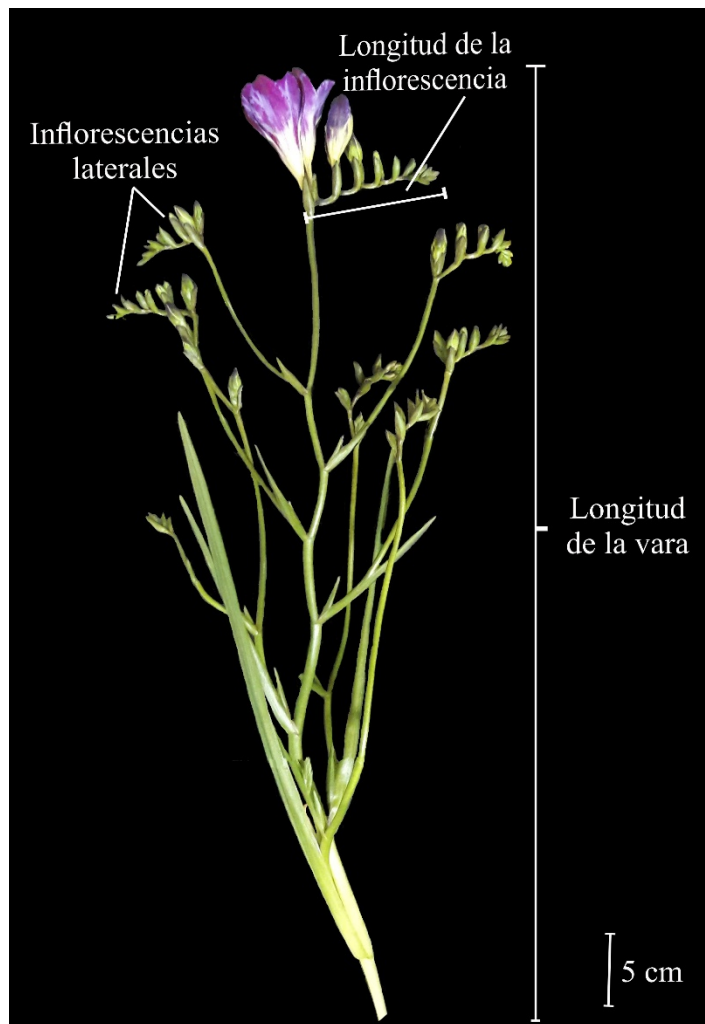


Figura 15. Variables evaluadas en la vara floral de *Freesia x hybrida*

En la cámara se determinó el tiempo de vida en florero (días) determinado por la duración en días desde el momento de cosecha hasta que todas las flores de la inflorescencia alcanzaron la senescencia.

Luego de alcanzar el estado de senescencia las varas se llevaron a estufa (60 °C) hasta peso seco constante. El peso seco (g) se determinó con una balanza electrónica (Ohaus TA501, Nueva Jersey, EEUU).

3.4 Fotoperiodo y temperatura

La temperatura del aire en el interior del invernadero, se registró cada 30 minutos con un data logger (TPD8016, LogTag, New Zealand). Se calculó la temperatura máxima, media y mínima diaria y mensual.

El fotoperiodo diario se calculó con la hoja de cálculo *varas 1.0* (Fernández-Long *et al.*, 2015).

3.5 Análisis

Los datos se analizaron mediante Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Se realizó un análisis de varianza y se evaluó la interacción entre las fechas de plantación y las variedades. Las medias se compararon con el test DGC ($\alpha = 0.05$). Los datos analizados cumplen los supuestos de normalidad, con esperanza cero, varianza común e independiente.

4. Resultados

4.1 Condiciones ambientales y la fase reproductiva

Las cinco fechas de plantación generaron condiciones temperatura y fotoperíodo distintas, como se informó en el Capítulo I, ocasionaron que la ocurrencia de la fase reproductiva suceda en diferentes fechas bajo escenarios térmicos distintos, para ambas variedades. La variedad B. Bayou inició la fase reproductiva con condiciones térmicas similares en los tratamientos T1, T3 y T5; mientras que Yvonne lo hizo en los tratamientos T2 y T4 (Figura 16).

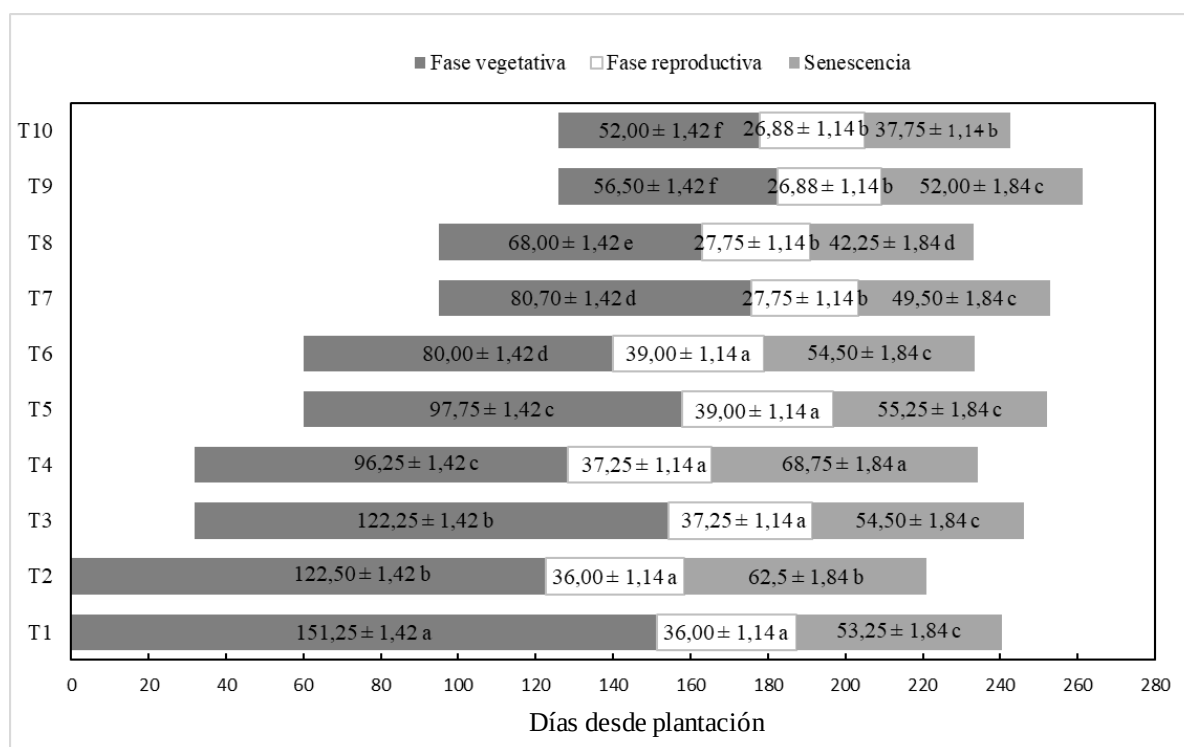


Figura 16. Valores medios de la duración de cada fase expresado en días $\pm$ error estándar (e.e.) de duración las fases vegetativa, reproductiva y senescencia en dos variedades de fresa plantadas en cinco fechas diferentes. Medias con letras distintas en cada barra indican diferencias significativas según el test DGC ($p > 0.05$). Tratamientos: T1: V1F1, T2: V2F1, T3: V1F2, T4: V2F2, T5: V1F3, T6: V2F3, T7: V1F4, T8: V2F4, T9: V1F5 y T10: V2F5

4.2 Influencia de la fecha de plantación en las variables cuantitativas de rendimiento

No se observó interacción significativa entre los factores en la variable longitud de la vara floral ($F = 1,72$; gl error = 289; $p = 0,1447$). La variedad Blue B. produjo varas significativamente más largas ($50,22 \pm 0,42$ cm) que la variedad Yvonne ($44,45 \pm 0,42$ cm) ($F = 66,56$; gl error = 289; $p < 0,0001$). En cuanto al análisis del efecto principal del factor fecha de plantación ($F = 113,61$; gl error = 289; $P < 0,0001$), no se observaron diferencias significativas en el tamaño de las varas correspondientes a la plantación realizada el 15/2, 19/3 (T1, T2, T3 y T4), las varas midieron entre $54,21 \pm 0,67$ y $55,47 \pm 0,72$ cm respectivamente (Tabla 3). Las varas se

acortaron en las dos últimas fechas de plantación (T7, T8, T9, T10), las cuales se diferenciaron significativamente de las fechas anteriores (Tabla 3).

Con respecto a la variable longitud de la inflorescencia se observó interacción significativa entre los factores ($F = 15,45$; gl error = 289; $p < 0,0001$). La longitud disminuyó con el retraso de la fecha de plantación en ambas variedades (Tabla 3). Los tratamientos T1, T3 y T4, produjeron en promedio inflorescencias más largas. Las inflorescencias más cortas se observaron en T10 ($7,30 \pm 0,25$ cm) (Tabla 3).

El número de inflorescencias laterales presentes en cada vara floral no presentó interacción significativa entre los factores ($F = 1,34$; gl error = 289; $p = 0,2533$). Al considerar el efecto principal del factor variedad no se observó diferencia significativa ($F = 0,64$; gl error = 289; $p = 0,4251$), pero si se observó diferencias significativas al analizar el efecto del factor fecha de plantación ($F = 196,31$; gl error = 289; $p < 0,0001$). El número de inflorescencia disminuyó significativamente con el retraso de la fecha de plantación (Tabla 3).

En la variable número de flores en la inflorescencia principal se observó interacción significativa entre los factores ($F = 19,86$; gl error = 289; $p < 0,0001$). En ambas variedades el número de flores disminuyó significativamente con el retraso de la fecha de plantación. Los tratamientos T1, T2 y T4 no se diferenciaron significativamente entre ellos y presentaron mayor número de flores. El T10 presentó menor número de flores (Tabla 3).

El peso fresco de las varas no presentó interacción significativa entre los factores ($F = 0,54$; gl error = 288; $p = 0,7091$). Al analizar el efecto del factor variedad, las varas de la variedad B. Bayou, pesaron en promedio $31,13 \pm 0,62$ g y se diferenciaron significativamente del peso de las varas de la variedad Yvonne, que pesaron $25,06 \pm 0,62$ g. Con respecto al efecto del factor fecha de plantación, se observó que el peso de las varas disminuyó significativamente con el retraso de la fecha de plantación, en ambas variedades y alcanzó valores de $39,73 \pm 0,95$ g para la primera fecha y $13,34 \pm 0,91$ g para la última fecha (Tabla 3)

Al analizar la variable peso seco de la vara floral no se observó interacción significativa entre los factores ($F = 2,46$; gl error = 289; $p = 0,0456$). Se observó diferencia significativa al considerar el efecto principal del factor variedad ($F = 4,39$; gl error = 289; $p = 0,0372$). La variedad Blue B. presentó mayor peso seco ($3,43 \pm 0,07$ g) y se diferenció significativamente de Yvonne ($3,02 \pm 0,07$ g). Con respecto al efecto del factor fecha de plantación si se observó diferencias significativas ($F = 177,69$; gl error = 289; $p < 0,0001$). El peso seco de las varas disminuyó a medida que la fecha de plantación se retrasó. El mayor peso se registró en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 y el menor peso seco en T7, T8, T9 y T10. Los tratamientos T5 y T6 presentaron valores intermedios (Tabla 3).

En cuanto a la variable vida en florero de las varas no se observó interacción significativa entre los factores ($F = 2,22$; gl error = 287; $p = 0,0669$). Se observó diferencia significativa al analizar el efecto principal del factor variedad ($F = 42,02$; gl error = 287; $p < 0,0001$), la variedad Yvonne duró $9,63 \pm 0,08$ y la variedad Blue B. $8,87 \pm 0,08$ días (Tabla 3). Con respecto al efecto del factor principal fecha de plantación se observó que esta variable se acortó significativamente a medida que la fecha de plantación se retrasó en ambas variedades ($F = 62,24$; gl error = 287; $p < 0,0001$). Las varas correspondientes a la primera fecha de plantación (T1, T2) duraron en promedio $10,50 \pm 0,13$ días y las de la última fecha duraron $8,04 \pm 0,12$ días (Tabla 3).

Tabla 3. Variables cuantitativas y cualitativas de varas florales de dos variedades de *F. x hybrida*

Tratamiento	Variables cuantitativas							Variable cualitativa
	Longitud de la vara $\pm$ e.e. (cm)	Longitud de la inflorescencia $\pm$ e.e. (cm)	Número de inflorescencias laterales $\pm$ e.e.	Número de flores por inflorescencia $\pm$ e.e.	Peso fresco (g)	Vida en florero (días)	Peso seco de la vara $\pm$ e.e. (g)	Porcentaje de varas con daño visual $\pm$ e.e. (%)
T1	54,21 $\pm$ 0,67 a	10,24 $\pm$ 0,23 a	7,93 $\pm$ 0,18 a	9,11 $\pm$ 0,17 a	39,73 $\pm$ 0,95 a	10,50 $\pm$ 0,13 a	4,72 $\pm$ 0,11 a	0,0 *
T2	54,21 $\pm$ 0,67 a	10,30 $\pm$ 0,25 a	7,93 $\pm$ 0,18 a	9,36 $\pm$ 0,19 a	39,73 $\pm$ 0,95 a	10,50 $\pm$ 0,13 a	4,72 $\pm$ 0,11 a	0,0
T3	55,47 $\pm$ 0,72 a	9,51 $\pm$ 0,26 b	7,32 $\pm$ 0,19 b	8,11 $\pm$ 0,19 b	41,09 $\pm$ 1,03 a	9,77 $\pm$ 0,14 b	4,72 $\pm$ 0,12 a	0,0
T4	55,47 $\pm$ 0,72 a	10,68 $\pm$ 0,29 a	7,32 $\pm$ 0,19 b	9,59 $\pm$ 0,22 a	41,09 $\pm$ 1,03 a	9,77 $\pm$ 0,14 b	4,72 $\pm$ 0,12 a	0,0
T5	45,73 $\pm$ 0,67 b	9,17 $\pm$ 0,24 b	4,79 $\pm$ 0,18 c	7,46 $\pm$ 0,19 c	25,97 $\pm$ 0,94 b	9,58 $\pm$ 0,13 b	3,02 $\pm$ 0,11 b	8,75 $\pm$ 5,45 c
T6	45,73 $\pm$ 0,67 b	9,2 $\pm$ 0,26 b	4,79 $\pm$ 0,18 c	8,74 $\pm$ 0,20 b	25,97 $\pm$ 0,94 b	9,58 $\pm$ 0,13 b	3,02 $\pm$ 0,11 b	3,12 $\pm$ 5,45 c
T7	40,69 $\pm$ 0,69 c	8,95 $\pm$ 0,5 b	2,95 $\pm$ 0,18 d	7,76 $\pm$ 0,19 c	16,47 $\pm$ 0,97 c	8,56 $\pm$ 0,13 c	1,87 $\pm$ 0,11 c	52,0 $\pm$ 6,94 a
T8	40,69 $\pm$ 0,69 c	9,09 $\pm$ 0,25 b	2,95 $\pm$ 0,18 d	8,42 $\pm$ 0,19 b	16,47 $\pm$ 0,97 c	8,56 $\pm$ 0,13 c	1,87 $\pm$ 0,11 c	11,7 $\pm$ 6,94 c
T9	39,59 $\pm$ 0,63 c	8,70 $\pm$ 0,23 b	2,46 $\pm$ 0,17 d	6,61 $\pm$ 0,17 d	13,34 $\pm$ 0,91 d	8,04 $\pm$ 0,13 d	1,61 $\pm$ 0,11 c	58,6 $\pm$ 6,94 a
T10	39,59 $\pm$ 0,63 c	7,30 $\pm$ 0,25 c	2,46 $\pm$ 0,17 d	6,02 $\pm$ 0,19 e	13,34 $\pm$ 0,91 d	8,04 $\pm$ 0,13 d	1,61 $\pm$ 0,11 c	29,3 $\pm$ 6,94 b

Se presentan los valores medios $\pm$ error estándar (e.e.). Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el test

DGC ($p > 0.05$). Tratamientos: T1: V1F1, T2: V2F1, T3: V1F2, T4: V2F2, T5: V1F3, T6: V2F3, T7: V1F4, T8: V2F4, T9: V1F5 y T10: V2F5.

4.3 Influencia de la temperatura en la variable cualitativa de rendimiento

Al analizar el daño visual en las flores presentes en la inflorescencia principal se observó interacción significativa entre los factores ($F = 5,79$; gl error = 30; $p = 0,0014$). Los tratamientos T2 y T4 no presentaron daño (Tabla 3). Estos tratamientos si bien estuvieron sometidos a temperaturas máximas superiores a 35 °C por más de tres días consecutivos, la duración de los eventos de temperatura extrema fue como máximo de 4,5 h (Figura 17). Los tratamientos T1 y T3 tampoco presentaron daño visual, aunque, a diferencia de tratamientos anteriores, la duración de los eventos de temperaturas superiores a 35 °C alcanzó 7 h durante 4 días consecutivos (Figura 17).

En T5, T6 y T8 los porcentajes de varas con daño visual fueron 8,75, 3,12 y 11,7 % respectivamente y no se diferenciaron estadísticamente entre ellos (Tabla 3). Los tratamientos T5, T6 y T8 estuvieron sometidos a temperaturas superiores a 35 °C, estos episodios duraron 7h, durante 5 días consecutivos como máximo (frecuencia) (Figura 17).

T7 y T9 se diferenciaron significativamente del resto de los tratamientos y presentaron más del 50 % de las varas cosechadas dañadas visualmente (Tabla 3). Ambos tratamientos estuvieron a temperaturas superiores a 35 °C y los eventos de temperatura extrema fueron más intensos (45 °C), más duradero (8 h) y más frecuentes (6 días consecutivos) que los tratamientos analizados anteriormente (Figura 17). En T10 el porcentaje alcanzó el 29 % y se diferenció significativamente del resto de los tratamientos.

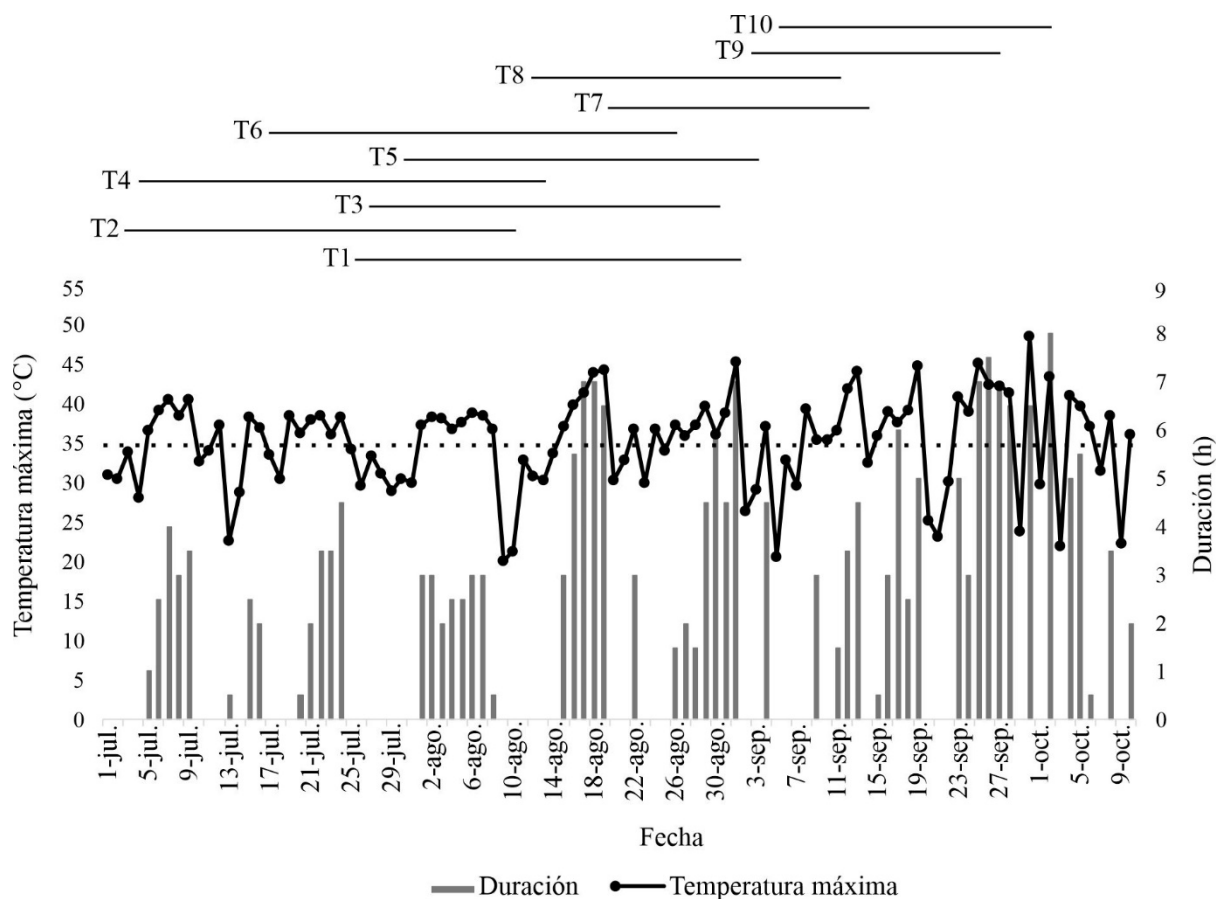


Figura 17. Temperatura máxima registrada durante la fase reproductiva de los tratamientos. Las líneas verticales muestran la duración (h) de la ocurrencia de temperaturas superiores a 35 °C. Las líneas horizontales muestran el inicio y la duración (día) de la fase reproductiva. Tratamientos: T1: V1F1, T2: V2F1, T3: V1F2, T4: V2F2, T5: V1F3, T6: V2F3, T7: V1F4, T8: V2F4, T9: V1F5 y T10: V2F5.

5. Discusión

Los resultados de este estudio indican que el genotipo y las condiciones ambientales, determinadas por las cinco fechas de plantación, llevaron a que las características cuantitativas y cualitativas de las inflorescencias presenten diferencias significativas. Este resultado es coincidente con lo publicado por Zubair *et al.* (2006), Schwab *et al.* (2015 b) y Amjad *et al.*

(2018), quienes también demostraron que las características de las varas florales de gladiolo son afectadas por la fecha de plantación y el genotipo.

En concordancia con los estudios realizados en gladiolo, publicados por Zubair *et al.* (2006), Schwab *et al.* (2015 b), Amjad *et al.* (2018), Nagar *et al.* (2018) Tirkey *et al.* (2018) y Tirkey *et al.* (2019) en este trabajo también se demostró que la longitud del tallo floral de fresia es una variable que depende de la fecha de plantación. Los tratamientos T7, T8, T9 y T10, plantados durante fines de otoño (21/5) y principio invierno (21/6), que alcanzaron la fase reproductiva con temperaturas en ascenso, produjeron tallos significativamente más cortos en ambas variedades. Adil *et al.* (2013), Amjad *et al.* (2018), Nagar *et al.* (2018), Tirkey *et al.* (2018) y Tirkey *et al.* (2019) encontraron una tendencia similar en varios genotipos de gladiolo, en condiciones ambientales similares.

Con respecto a la longitud de la inflorescencia, el retraso de la fecha de plantación llevó a que la longitud de la inflorescencia disminuya, esto coincide con lo publicado por Nagar *et al.* (2018) Tirkey *et al.* (2018) y Tirkey *et al.* (2019) para el cultivo de gladiolo.

En este trabajo se demostró que el número de inflorescencias laterales producidas por las plantas es una variable cuantitativa que es afectada por la fecha de plantación. Los cormos plantados en las últimas dos fechas de plantación (21/5 y 21/6), cuya fase reproductiva se desarrolló con temperaturas diarias en ascenso (invierno - primavera), produjeron 5 inflorescencias laterales menos que la primera fecha de plantación en ambas variedades.

Se observó diferencias significativas en el número de flores por inflorescencia en las diferentes fechas de plantación y una disminución de esta variable con el retraso de la fecha de plantación, sin embargo, Adil *et al.* (2021) publicó que en fresia esta variable no depende de la fecha de plantación.

Gilbertson-Ferriss (2018), reportó que el registro de temperaturas superiores a 16 °C durante la fase reproductiva afecta las características de las varas. En este estudio, en las cinco fechas de

plantación se registraron temperaturas superiores a 16 °C, a pesar de ello, la longitud del tallo floral alcanzó valores aceptables por la Asociación de Subastas de Flores de los Países Bajos, VBN (Vereniging van Bloemenveilingen in Nederland) y se clasificaron entre las clases 055 (tallos florales de 55 cm de longitud) para la segunda fecha y 039 (tallos florales de 39 cm de longitud) para la quinta fecha de plantación. Con respecto al número de flores, en este estudio, en las cinco fechas de plantación este valor fue superior al valor mínimo exigido por VBN, 4 flores por inflorescencia.

Adil *et al.* (2013) trabajó con gladiolo con 5 fechas de plantación bajo un régimen de temperaturas medias similares a las registradas en este ensayo, y al igual que en este trabajo, encontró que el peso fresco de las varas disminuyó con el retraso de la fecha de plantación. En este ensayo el peso de las varas, según los criterios de clasificación de la VBN, están dentro de los valores aceptables para su comercialización, aunque el valor registrado en la última fecha de plantación (13.34 ± 0.91 g) coincide con la clase más baja 013.

El peso seco disminuyó con el retraso de la fecha de plantación y las fechas más tardías (21/5 y 21/6), presentaron varas florales con menor peso seco. Una tendencia similar fue publicada por Adil *et al.* (2013) para el cultivo de gladiolo.

En fresa la vida en florero es otra variable que depende de la fecha de plantación, tal como informó previamente Adil *et al.* (2021). En este trabajo se encontró que la vida en florero más larga se registró en las primeras fechas de plantación (tempranas) en ambas variedades. Hallazgos similares fueron reportados por Amjad *et al.* (2018) y Nagar *et al.* (2018) en el cultivo de gladiolo.

Asimismo, se demostró que la ocurrencia, la duración y la frecuencia de altas temperaturas (superior a 35 °C) tienen impacto en el daño visual de las inflorescencias y que hay efecto de la variedad, B. Bayou alcanzó siempre mayor porcentaje de daño comparada con la variedad Yvonne. Uhlmann *et al.* (2016), Schwab *et al.* (2018) y Paulus *et al.* (2022) publicaron el efecto

de la ocurrencia y frecuencia de los episodios de las altas temperaturas en los tallos florales de diferentes variedades de gladiolo, pero no tuvieron en cuenta la duración.

6. Conclusión

La fecha de plantación y la variedad afectaron las variables cuantitativas y cualitativas de las varas florales de fresia. Independiente del genotipo, las varas de mayor calidad corresponden a los cormos plantados el 15/2/2021, y el 19/3/2021.

A partir de la plantación realizada el 19/3/2021 se observó una disminución general en la calidad de la vara. A pesar que las varas alcanzaron la longitud aceptable, según los criterios de clasificación de VBN, el bajo peso fresco y la presencia de daño (en mayor porcentaje en la variedad B. Bayou) es un motivo de rechazo del lote de flores por pérdida de calidad.

Estos resultados reflejan la importancia de elegir la variedad, planificar la plantación y la cosecha de fresia, de modo tal que el crecimiento y el desarrollo del cultivo coincidan con las mejores condiciones ambientales.

CAPÍTULO III

Tamaño de cormos y multiplicación de cormillos de fresa cultivados en diferentes fechas de plantación

1. Introducción

Freesia x hybrida es una planta herbácea, perenne y geófita (Dole, 2003). Esta especie presenta un tallo modificado, llamado cormo, que almacena sustancias de reservas y tiene la capacidad de mantener a la planta en estado latente, permitiéndole sobrevivir frente a condiciones ambientales adversas.

Anualmente, después de la plantación, el cormo de fresa produce en su parte superior el nuevo cormo y posteriormente senesce y muere. El cormo nuevo produce en la base cormillos. El cormo y los cormillos son los principales medios de propagación de fresa. En cultivos como fresa, gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) y azafrán (*Crocus sativus* L.) el rendimiento de cormo y cormillos junto al número y calidad de la inflorescencia, son importantes desde el punto de vista económico (Zubair *et al.*, 20013).

Asimismo, el tamaño del cormo, definido por el diámetro ecuatorial y el peso, es un factor importante para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantas, la capacidad de floración y la producción de cormos (Uddin, *et al.*, 2002; Kumar *et al.*, 2008; Joshi *et al.*, 2011; Kareem *et al.*, 2013; Noor-Ul-Amin *et al.*, 2013, Ahmed *et al.*, 2015; Özel *et al.*, 2017; Methela *et al.*, 2019; Nafees *et al.*, 2021).

La producción de cormos de mayor tamaño (diámetro ecuatorial y peso) tiene importancia productiva. En el cultivo de azafrán se demostró que la obtención de cormos de mayor diámetro ecuatorial tiene un efecto significativo en la producción de cormos hijos. Cuanto más grande es el cormo madre, más cormos hijos se producen en el ciclo anual, lo que influye en la producción de flores por planta (Kumar, *et al.*, 2008; Özel *et al.*, 2017). Asimismo, en el cultivo de gladiolo estudios previos evidenciaron que el tamaño de los cormos tiene influencia en la producción de

flores, cormos y cormillos (Uddin *et al.* 2002; Joshi *et al.*, 2011; Kareem *et al.*, 2013; Ahmed *et al.*, 2015; Methela *et al.*, 2019; Nafees *et al.*, 2021).

La fecha de plantación es una variable decisiva del rendimiento de los cormos. Estudios previos realizados en otras especies de la misma familia indicaron que la fecha de plantación afecta el tamaño de los cormos y el número de cormillos producidos por cormo (Ahmad *et al.*, 2011; Kocira *et al.*, 2015; Amjad *et al.*, 2018; Fatihullah y Bostan, 2018; Ferdousi *et al.*, 2018, Dhatt y Jhanjiy, 2021; Yaygini *et al.*, 2022).

2. Objetivos

El presente capítulo tiene por objetivo evaluar el efecto de fecha de plantación en el rendimiento y en la multiplicación de los cormos.

3. Materiales y métodos

3.1 Manejo experimental

El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán, El Manantial, Tucumán, Argentina (26°50'6,9'' S – 65°16'44,6'' O), bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron cormos de *F. x hybrida* cv. Blue Bayou e Yvonne, cuya procedencia, manejo y plantación se presentó en el Capítulo I.

3.2 Diseño experimental

Se realizó un diseño factorial (2 x 5) en cuatro bloques completos aleatorizados (cada cantero fue considerado un bloque). Se consideraron dos factores: 1- variedad (V1: Blue B. y V2: Yvonne) y, 2- fecha de plantación (F1: 15/2/2021, F2: 19/3/2021, F3:16/4/2021, F4: 21/5/2021 y F5: 21/6/2021). La combinación de ambos factores generó 10 tratamientos: T1: V1F1; T2:

V2F1; T3: V1F2; T4: V2F2; T5: V1F3; T6: V2F3; T7: V1F4; T8: V2F4; T9: V1F5 y T10: V2F5.

La unidad experimental fue la parcela, donde se plantaron 18 cormos por repetición. Posteriormente, cuando todas las plantas alcanzaron el estado de senescencia, se cosecharon los cormos de 9 plantas de cada unidad experimental (Figura 18).

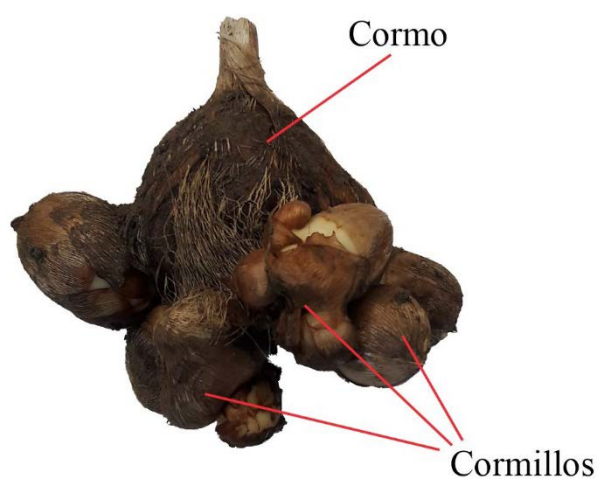


Figura 18. Cormo y cormillos cosechados

Se evaluaron las siguientes variables:

- Peso del cormo (g) se determinó con una balanza electrónica (Ohaus TA501, Nueva Jersey, EEUU)
- Diámetro del cormo (mm): se midió el diámetro ecuatorial de cada cormo producido con un calibre digital (Isard 88607, China) (Anexo Foto 8).
- Número de cormillos producidos por cormo.
- Peso promedio de los cormillos (g): se determinó el peso total de los cormillos con una balanza electrónica (Ohaus TA501, Nueva Jersey, EEUU) y luego se dividió el valor en el número de cormillos.

3.3 Análisis

Los datos se analizaron mediante Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Con los datos obtenidos realizó un análisis de varianza y se evaluó la interacción entre los factores fecha de plantación y variedad. Las medias se compararon con el test DGC ($\alpha = 0,05$). Los datos analizados cumplen los supuestos de normalidad, con esperanza cero, varianza común e independiente.

4. Resultados

Se observó interacción significativa entre la fecha de plantación y la variedad en la variable peso del cormo (Tabla 4). El peso disminuyó significativamente con el retraso de la fecha de plantación, en ambas variedades. El tratamiento T1 presentó el valor más alto de peso ($19,43 \pm 0,64$ g) y se diferenció significativamente del resto de los tratamientos (Tabla 5). En los tratamientos T8, T9 y T10 se registró el menor peso de los cormos, $5,25 \pm 0,63$; $5,35 \pm 0,55$ y $4,39 \pm 0,61$ g respectivamente (Tabla 5).

La variable diámetro del cormo no presentó interacción significativa entre la fecha de plantación y la variedad (Tabla 4). Al considerar el efecto del factor principal variedad se observó que B. Bayou produjo en promedio cormos de mayor diámetro ($30,20 \pm 0,24$ mm) y se diferenciaron significativamente del diámetro de los cormos de la variedad Yvonne ($26,57 \pm 0,27$ mm) (Tabla 6). Con respecto al efecto del factor principal fecha de plantación se determinó que el diámetro ecuatorial disminuyó a medida que la fecha de plantación se retrasó en ambas variedades. El valor de diámetro más alto se registró en la primera fecha de plantación ($35,35 \pm 0,41$ mm) (Tabla 6) y se diferenció significativamente de las otras fechas de plantación. El menor diámetro se observó en la última fecha de plantación ($21,50 \pm 0,38$ mm) (Tabla 6) (Anexo Fotos 9 y 10).

El número de cormillos producido por cormo no presentó interacción significativa entre el factor fecha de plantación y variedad (Tabla 4). Al analizar el efecto del factor principal

variedad no se encontró diferencia significativa, la variedad B. Bayou produjo en promedio $3,34 \pm 0,11$ cormillos y la variedad Yvonne $3,091 \pm 0,10$ cormillos (Tabla 6). Respecto al efecto del factor fecha de plantación, se observó diferencia significativa. Los cormos provenientes de cormos plantados durante primera fecha de plantación (15/2/2021) produjeron un número de cormillos más alto ($5,18 \pm 0.17$), en ambas variedades y se diferenciaron estadísticamente de las restantes fechas. La última fecha de plantación (21/6/2021) dio lugar a la producción de menor número de cormillos por cormo en las dos variedades evaluadas ($1,66 \pm 0,15$) (Tabla 6).

El peso promedio de los cormillos presentó interacción significativa entre los factores (variedad y fecha de plantación) (Tabla 4). El peso promedio disminuyó a medida que la fecha de plantación se retrasó. El mayor peso promedio se registró en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 y se diferenciaron significativamente de los tratamientos restantes. El menor peso promedio de los cormillos se observó en los tratamientos T8, T9 y T10 (Tabla 5).

Tabla 4. Estadístico de prueba F (Prueba F), significancia estadística (p valor) y grados de libertad del error (gl error) para las variables peso de los cormos, calibre, número de cormillos y peso promedio de cormillos de fresa.

	Cormos						Cormillos					
	Peso (g)			Diámetro ecuatorial (mm)			Número			Peso promedio (g)		
	Prueba F	gl error	p valor	Prueba F	gl error	p valor	Prueba F	gl error	p valor	Prueba F	gl error	p valor
Factor Fecha de plantación	174,81	285	<0,0001	221,51	285	<0,0001	66,37	285	<0,0001	81,34	285	<0,0001
Factor Variedad	42,92	285	<0,0001	92,23	285	<0,0001	2,88	285	0,0906	6,15	285	0,0137
Interacción Fecha de plantación* Variedad	3,71	285	0,0058	1,90	285	0,1110	1,21	285	0,3065	3,33	285	0,0110

Tabla 5. Peso del corno y peso promedio de los cormillos de dos variedades de *F. x hybrida* en cinco fechas de plantación.

Tratamiento	Peso del corno $\pm$ e.e. (g)	Peso promedio de los cormillos $\pm$ e.e. (g)
T1	19,43 $\pm$ 0,64 a	2,04 $\pm$ 0,14 a
T2	16,98 $\pm$ 0,83 b	2,02 $\pm$ 0,11 a
T3	16,66 $\pm$ 0,65 b	1,85 $\pm$ 0,12 a
T4	15,35 $\pm$ 0,74 b	2,10 $\pm$ 0,14 a
T5	12,58 $\pm$ 0,60 c	1,74 $\pm$ 0,11 a
T6	7,37 $\pm$ 0,66 d	1,18 $\pm$ 0,12 b
T7	8,21 $\pm$ 0,51 d	0,98 $\pm$ 0,09 b
T8	5,25 $\pm$ 0,63 e	0,60 $\pm$ 0,11 c
T9	5,35 $\pm$ 0,55 e	0,52 $\pm$ 0,10 c
T10	4,39 $\pm$ 0,61 e	0,34 $\pm$ 0,11 e

Se presentan los valores medios $\pm$ error estándar (e.e.). Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el test DGC ($p > 0.05$). Tratamientos: T1: V1F1, T2: V2F1, T3: V1F2, T4: V2F2, T5: V1F3, T6: V2F3, T7: V1F4, T8: V2F4, T9: V1F5 y T10: V2F5.

Tabla 6. Efecto de la variedad y la fecha de plantación en el diámetro ecuatorial y número de cormillos.

Variedad	Diámetro ecuatorial $\pm$ e.e. (mm)	Número de cormillos $\pm$ e.e.
Blue Bayou	30,20 $\pm$ 0,24 a	3,34 $\pm$ 0,11 a
Yvonne	26,57 $\pm$ 0,27 b	3,09 $\pm$ 0,10 a
Fecha		
F1	35,35 $\pm$ 0,41 a	5,18 $\pm$ 0,17 a
F2	33,53 $\pm$ 0,46 b	3,74 $\pm$ 0,19 b
F3	27,77 $\pm$ 0,41 c	2,97 $\pm$ 0,17 c
F4	23,76 $\pm$ 0,37 d	2,52 $\pm$ 0,15 c
F5	21,50 $\pm$ 0,38 e	1,66 $\pm$ 0,15 d

Se presentan los valores medios $\pm$ error estándar (e.e.). Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el test DGC ($p > 0.05$).

4. Discusión

En este trabajo se observó que el rendimiento y la tasa de multiplicación de los cormos se vieron afectadas por el genotipo y por las cinco fechas de plantación. Se observó que los cormos de mayor peso corresponden a las fechas de plantación tempranas. Observaciones similares en gladiolo fueron publicadas por Ahmad *et al.* (2011) y Ferdousi *et al.* (2018), quienes demostraron que la fecha de plantación influye en el peso del cormo cosechado y que las fechas tempranas producen cormos de mayor peso.

En las variedades ensayadas de fresia, el mayor diámetro de los cormos se obtuvo en la primera fecha de plantación y luego disminuyó con el retraso de la fecha de plantación. Esto coincide con lo publicado por Kocira *et al.* (2015) quienes informaron que en *Acidanthera bicolor* (Iridaceae) el diámetro depende la fecha de plantación y que el menor diámetro se obtuvo a partir de cormos plantados tardíamente. Asimismo, Ahmad *et al.* (2011), Fatihullah y Bostan, (2018) y Yaygini *et al.* (2022) informaron la misma tendencia en el cultivo de gladiolo, bajo las condiciones ambientales de Pakistán y Turquía.

En este estudio se observó que el número de cormillos formado por cormos fue alto en las primeras fechas de plantación y luego disminuyó, una tendencia similar fue publicada por Fatihullah y Bostan, (2018) y Yaygini *et al.* (2022) en gladiolo. Sin embargo, los resultados de este ensayo no son coincidentes con los publicados por Ahmad *et al.* (2011) quienes informaron que, en gladiolo, el retraso de la fecha de plantación hacia los meses más cálidos del año influye positivamente en el número de cormillos.

El peso promedio de los cormillos se vio afectado por la fecha de plantación en ambas variedades, el retraso de la plantación produjo la disminución del peso. Investigaciones realizadas gladiolo demostraron la influencia de la fecha de plantación en el peso de los cormillos y las fechas tempranas tuvieron efecto positivo en la obtención de mayor peso de los cormillos (Ahmad *et al.*, 2011, Amjad *et al.*, 2018; Fatihullah y Bostan, 2018; Yaygini *et al.*, 2022).

Según lo publicado por Renau-Morata *et al.* (2012) el tamaño de los cormos depende principalmente del suministro de carbohidratos generado por el proceso de fotosíntesis en las hojas. En este trabajo la mejor producción de cormos obtenido en las fechas de plantación temprana podría estar relacionado con un período de crecimiento vegetativo más largo que dio como resultado plantas con un mayor número de hojas (Capítulo I). Resultados similares fueron publicados por Khan *et al.* (2008). en el cultivo de tulipán y por Kocira *et al.* (2015) en el cultivo de *Acidanthera bicolor*.

5. Conclusión

La fecha de plantación de los cormos tuvo un efecto relevante en el tamaño y en la multiplicación de *Freesia x hybrida*.

El mayor peso y diámetro ecuatorial de los cormos, mayor incremento en el número de cormillos y peso promedio se observó en la plantación realizada el 15/02/2021 y el 19/03/2021, en ambas variedades.

CONCLUSIONES GENERALES

El análisis de los resultados obtenidos en esta tesis permite expresar las siguientes conclusiones:

1- Ocurrencia y duración de las fases fenológicas de *Freesia x hybrida* cultivadas en diferentes fechas de plantación.

Los resultados obtenidos demostraron que la ocurrencia y la duración de las fases fenológicas del ciclo del cultivo de fresia fueron afectadas por la fecha de plantación y la variedad. Las características del genotipo provocaron variaciones en la duración de la fase de desarrollo entre las variedades en la misma fecha de plantación, no obstante, el retraso de la fecha de plantación produjo en ambas variedades un acortamiento del ciclo de cultivo, que está directamente relacionado con la duración de la etapa vegetativa.

En esta tesis se logró demostrar un efecto significativo de la interacción de la temperatura, el fotoperíodo, la edad de la planta y la variedad en transición de la etapa vegetativa a la reproductiva. El conocimiento de ésta interacción es importante no sólo desde el punto de vista agronómico sino también biológico y económico.

Para poder cuantificar y comparar los requerimientos de temperatura se propuso el cálculo del PTI y del PTnI, una metodología nueva, basada en los requerimientos de temperaturas previamente publicados por otros autores.

Sería importante realizar futuras investigaciones para observar los cambios morfológicos que ocurren en el meristema apical durante la inducción floral y ajustar los requerimientos de temperatura y fotoperíodo a ese momento.

2- Características cuantitativas y cualitativa de las varas florales de fresia plantadas en diferentes fechas.

De los ensayos realizados en esta tesis se destaca que la fecha de plantación temprana (febrero, marzo) garantizan mayor rendimiento y calidad de varas florales en ambas variedades.

El escenario ambiental generado en esas fechas de plantación, permitió al cultivo crecer bajo condiciones ambientales favorables para un óptimo desarrollo vegetativo y reproductivo, lo que dio como resultado flores de alta calidad.

Las inflorescencias obtenidas de fechas de plantación tardía fueron afectadas por la ocurrencia, duración y la frecuencia de temperaturas superiores a 35 °C, lo que tuvo impacto en la calidad de las varas florales y produjo daño visual en las inflorescencias. Se observó un comportamiento varietal diferente frente a las altas temperaturas, el porcentaje de daño fue más alto en B. Bayou, comparado con Yvonne.

Sería importante realizar futuras investigaciones que permitan determinar los umbrales de estrés térmicos por alta temperatura, con rangos de temperaturas específicos para cada variedad.

3- Tamaño de cormos y multiplicación de cormillos de fresia cultivados en diferentes fechas de plantación.

De los resultados alcanzados en este estudio se destaca el efecto de los diferentes escenarios ambientales generados por las fechas de plantación en la producción de cormos.

La fecha de plantación es un factor decisivo e importante que debe ser planificado ya que afecta la estructura de la planta y modifica el peso, el diámetro ecuatorial del cormo y el número de cormillos producidos.

Las plantaciones tardías de los cormos provocaron la disminución en el peso, diámetro ecuatorial y número de cormillos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, S.R.; Pearson, S.; Hadley, P. Inflorescence commitment and subsequent development differ in their responses to temperature and photoperiod in *Osteospermum jucundum*. *Physiologia Plantarum*, v.104, n.2, p.225-231, 1998.
- Adil, M.; Ahmad, W.; Ahmad, K.S.; Shafi, J.; Shehzad, M.A.; Sarwar, M.A.; Iqbal, M. Effect of different planting dates on growth and development of *Gladiolus grandiflorus* under the ecological conditions of Faisalabad, Pakistan. *Universal Journal of Agricultural Research*, v.1, n.3, p.110-117, 2013. DOI: 10.13189/ujar.2013.010311
- Adil, A.M.; Ahmed, E.E.; Al-Chalabi, A.T; Al-Ma'Athedi, A.F. Effect of planting time and corms treatment with gibberellic acid on growth, flowering, and vase life of of *Freesia hybrid* 'Corona'. *Journal of Horticultural Research*, v.29, n.2, p.23-30, 2021. <https://doi.org/10.2478/johr-2021-0011>
- Ahmad, I.; Khattak, A.M.; Ara, N.; Noor-Ul-Amin. Effect of planting dates on the growth of gladiolus corms in Peshawar. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.27, n.2, p.195-199, 2011.
- Ahmed, S.; Sultana, S.; Kawochar, M.A.; Naznin, S.; Tuli, F.U. Effect of Corm Size and Nitrogen on the Growth and Flowering of Gladiolus (*Gladiolus grandiflorous* L.). *Emergent Life Sciences Research*, v.1, n.1, p.18-25, 2015.
- Alam, A.; Iqbal, M.; Vats; S. Cultivation of Some overlooked Bulbous Ornamentals-A review on its commercial viability. *Report and opinion*, v.5, n.3, p.9-34, 2013.
- Ali, T.; Khattak, A.M.; Noor-Ul-Amin; Khan, M.A. Response of Freesia cultivars to different growing media under Peshawar conditions. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.27, n.1, p.43-49, 2011.
- Ali, F.; Solangi, B.K.; Bazai, M.J.K.; Lahri, S.M.; Shahzad, F.; Ullah, A.; Zaib, J. Effect of different planting dates on the growth and flower production of gladiolus under the agro-climatic conditions of Sohbat Pur Balochistan. *Pure and Applied Biology*, v.12, n.2, p.862-873, 2023.Doi: 10.19045/bspab.2023.120086.

- Akpinar, E.; Bulut, Y. A study on the growth and development of some *Gladiolus* (*Gladiolus* L.) varieties planted in different time under the ecological conditions of Erzurum. African Journal of Agricultural Research, v.6, n.13, p.3143-3148, 2011. DOI: 10.5897/AJAR11.066
- Amjad, N.; Ahmad, I.; Qasim, M. Optimizing planting time for some selected commercial gladiolus cultivars under agro-climatic conditions of Faisalabad, Pakistan. Journal of Horticultural Science and Technology, v.1, n.1 p.21-27, 2018.
- Bas-Nahas, S.S.; Interdonato, R.; Romero, E.R. Evaluation of different methods for estimating thermal time requirements for phenological phases of Norteño chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivar. Revista Agronómica del Noroeste Argentino, v.42, n.1, p.16-24, 2022.
- Bäurle, I.; Dean, C. The timing of developmental transitions in plants. Cell, v.125, n.4, p.655-664, 2006.
- Bazaraa, W.M. Improving the growth, flowering and corm production of *Freesia refracta* cv. Red Lion by using some growing media and fertilization treatments. Middle East Journal of Agriculture Research, v.7, n.4, p.1381-1394, 2018.
- Becker, C.C.; Streck, N.A.; Schwab, N.T.; Uhlmann, L.O.; Tomiozzo, R.; Ferraz, S.E. Climate risk zoning for gladiolus production under three climate change scenarios. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.25, p.297-304, 2021. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n5p297-304>.
- Berecici, D.N.; Bala, M. The influence of the planting material quality on the quantity and quality of the flowers of *Freesia hybrida*. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, v.15, n.2, p.19-26, 2011.
- Berghoef, J.; Zevenbergen, A.P. The effect of air and soil temperature on assimilate partitioning and flower bud initiation of *Freesia*. Acta Horticulturae, v.266, p.169-176, 1990. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.266.21>

- Bernier, G. The control of floral evocation and morphogenesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.39, n.1, p.175-219, 1988.
- Bernier, G.; Havelange, A.; Houssa, C.; Petitjean, A.; Lejeune, P. Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell*, v.5, n.10, p.1147 – 1157, 1993.
- Bernier, G.; Périlleux, C. A physiological overview of the genetics of flowering time control. *Plant Biotechnology Journal*, v.3, n.1, p.3-16, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2004.00114.x>
- Chandel, A.; Thakur, M.; Singh, G.; Dogra, R.; Bajad, A.; Soni, V.; Bhargava, B. Flower regulation in floriculture: an agronomic concept and commercial use. *Journal of Plant Growth Regulation*, v.42, p.2136-2161, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10688-0>
- Cieza, R. Caracterización de la producción Florícola en el Partido de La Plata. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, v.113, n.1, p.28-37, 2014.
- Dambreville, A.; Lauri, P.E.; Normand, F.; Guédon, Y. Analysing growth and development of plants jointly using developmental growth stages. *Annals of Botany*, v.115, n.1, p.93-105, 2015. DOI:10.1093/aob/mcu227
- Dhatt, K.K.; Jhanji, S. Evaluating gladiolus varieties for off-season planting using agrometeorological indices. *Journal of Agrometeorology*, v.23, n.1, p.46.53, 2021. <https://doi.org/10.54386/jam.v23i1.87>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dole, J.M. Research approaches for determining cold requirements for forcing and flowering of geophytes. *HortScience*, v.38, n.3, p.341-346, 2003.
- Dutch Flower Auctions Association. Disponible en: <https://beheer.vbn.nl/Zoekscherm/Productspecificatie.aspx?lang=NL&specid=100019&type=fu>
 Il consultado el: febrero de 2024.

- Erol, O; Küçüker, O; Üzen, E. Corm tunic morphology of Turkish Crocoideae (Iridaceae) and their systematic significance. Nordic Journal of Botany, v.26, p.66-73, 2008. DOI: 10.1111/j.010755X.2008.00122.x.
- Erwin, J. Factors affecting flowering in ornamental plants. En: ANDERSON, N.O. Flower Breeding and Genetics. Netherlands: Springer, 2007. p.665-693.
- Fatihullah; Bostan, N. Effect of different planting dates on Gladiolus production. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, v.9, n.1, p.21-25, 2018. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2018.08.555753>
- Faust, J.E.; Dole, J.M. The global cut flower and foliage marketplace. En: FAUST, J.E.; DOLE, J.M. Cut Flowers and Foliages. Boston: CABI, 2021. p.1-47.
- FerdousI, S.; Ferdousi, J.; Islam, M.; Nath, D.; Hossain, M. Effects of Corm Size and Planting Date on Flower and Corm Production of Gladiolus in Sylhet Region. Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, v.1, n.1, p.1-9, 2018.
- Fernández - Long, M.E.; Hurtado, R.H; Spescha, L. Planilla de cálculo de variables astronómicas (VARAST 1.0). Revista Agronomía & Ambiente, v.35, n.2, p.171-177, 2015.
- Flores-Magdaleno, H.; Flores-GallardO, H.; Ojeda-Bustamante, W. Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. Revista fitotecnica mexicana, v.37, n.2, p.149-157, 2014.
- Gilbertson-Ferriss, T.L. *Freesia*× *hybrida*. En: Halevy, A.H. CRC Handbook of Flowering. Florida: CRC Press, 2018. p.34-37.
- Goldblatt, P.; Manning, J.C.; Rudall, P. Iridaceae. En: K. Kubitzki. Flowering Plants. Monocotyledons. Berlin: Springer, ,1998 p. 295-333. Doi: 10.1007/978-3-662-03533-7_37
- Goldblatt, P.; Davies, T.J.; Manning, J.C.; van der Bank, M.; Savolainen, V. Phylogeny of Iridaceae Subfamily Crocoideae Based on a Combined Multigene Plastid DNA Analysis. A

Journal of Systematic and Floristic Botany, v.22, n.1, p.399-411, 2006. DOI: 10.5642/aliso.20062201.32

- Hatfield, J.L.; Prueger, J.H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. Weather and climate extremes, v.10, p.4-10, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Heide, O.M. Factors controlling flowering in seed-raised Freesia plants. Journal of Horticultural Science, v.40, n.4, p.267-284, 1965. <https://doi.org/10.1080/00221589.1965.11514138>.
- INTeA S.A. (Innovaciones Tecnológicas Agropecuarias S.A.). Estudio sobre la Caracterización de la Producción Florícola en la República Argentina. JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) - INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), p.87, 2003.
- Joshi, K.R.; Gautam, D.M.; Baral, D.R.; Pun, U.K. Effect of corm size and varieties on corm/cormels production and vase life of gladiolus. Nepal Journal of Science and Technology, v.12, p.35-40, 2011.
- Kareem, A.; Khan, M.A.; Rehman, S.U.; Afzal, I. Different corm sizes affect performance of *Gladiolus grandiflorus* cvs. Red Majesty and Early Yellow. Advances in Zoology and Botany, v.1, n.4, p. 86-91, 2013.
- Khan, F.U.; Jhon, A.Q.; Khan, F.A.; Mir, M.M. Effect of planting time on flowering and bulb production of tulip conditions in Kashmir. Indian Journal of Horticulture, v.65, n.1 p.0972-8538, 2008.
- Kamenetsky, R. Biodiversity of Geophytes Phytogeography, Morphology, and Survival Strategies. En: Kamenetsky, R.; Okubo, H. Ornamental Geophytes From Basic Science to Sustainable Production. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2012. p. 57-71.

- Khalaf, Y.F.; Mohammad, S.; Abdul Kareem, A.J. Response of freesia (*Freesia hybridaa*) to growth medium and foliar spray with marine algae extract (alga plant). Plant Archives, v.20, n.2, p.65-70, 2020
- Khan, M.K.; Sajid, M.; Rab, A.; Jan, I.; Zada, H.; Zamin, M.; Rehman, A.U. Influence of nitrogen and phosphorus on flower and corm production of freesia. African Journal of Biotechnology, v.11, n.56, p.1936-11942, 2012.
- Khan, S.; Iqbal, M.Z.; Iqbal, B.; Abbasi, K.H.; Shah, R.A.; Khanum, S., Ali, H.; Khalid, M.; Nadeem, S.; Ashfaq, M.; Ikhlaiq, M.; Waqas, M.; Ullah, I. Performance evaluation of freesia genotype under hyper-arid conditions of Pakistan. International Journal of Agriculture and Biology, v.28, n.5, p.303-310, 2022. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.1982>
- Koksai, N.; Gulen, H.; Eris, A. Dormancy in tulip (*Tulipa gesneriana* L.) bulbs and freesia (*Freesia refracta* Klatt.) corms: Changes in soluble proteins and APX activity. Journal of Food, Agriculture & Environment, v.9, n.2, p.535-539, 2011.
- Kumar, R.; Singh, V.; Devi K.; Sharma, M.; Singh M.K.; Ahuja P.S. State of Art of Saffron (*Crocus sativus* L.) Agronomy: A Comprehensive Review. Food Reviews International, v.25, n.1, p.44-85, 2008.
- Kumar, R.; Singh, D.; Kumari, S. Effect of different planting time on vegetative and flowering on five cultivar of Gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v.6, n.9, p.2124-2131, 2017. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.261>
- Ma, L.; Ding, S.; Fu, X.; Yan, Z.; Tang, D. Enzymatic and transcriptomic analysis reveals the essential role of carbohydrate metabolism in freesia (*Freesia hybrida*) corm formation. PeerJ, v.9, n.e11078, 2021. <http://doi.org/10.7717/peerj.11078>
- Mansour, B.M.M. Effects of temperature and light on growth, flowering and corm formation in freesia (Tesis doctoral, Veenman), 1968.

- Methela, N.J.; Al Zihad, M.R.; Islam, M.S.; Rahman, M.H. Effect of spacing and corm size on growth and spike production of gladiolus. Asian Journal of Medical and Biological Research, v.5, n.3, p.226-230, 2019. DOI: 10.3329/ajmbr.v5i3.43592
- Miranda-Villagómez, E.; Carrillo-Salazar, J.A.; Rodríguez-Mendoza, M.D.L.N.; Colinas-León, M.T.; Livera-Muñoz, M.; Gaytán-Acuña, E.A. Crecimiento y calidad del tallo floral de *Freesia x hybrida* en hidroponía. Revista fitotecnia mexicana, v.37, n.1, p.1-39, 2014.
- Morisigue, D.; Mata, D.; Facciuto, G.; Bullrich, L. Floricultura: pasado y presente de la Floricultura Argentina, Ediciones INTA, Buenos Aires, p.1-40, 2012.
- Mosa, H.F.; Abdulrahman, Y.A. Response of Freesia (*Freesia refracta* L.) plant to different growth media calcium chloride and gibberellic acid. Journal of Duhok University, v.25, n.2, p.144-154, 2022. DOI:10.26682/ajuod.2022.25.2.13
- Nafees, M.; Ahmad, I.; Qureshi, R.; Ashraf, I.; Maqsood, A.; Aslam, M.N.; Noor-Un-Nisa, M. Cultivars and corm size response for gladiolus flower and corms production in arid region of Bahawalpur . Pakistan Journal of Botany v.53, n.2, 2021. DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2\(1\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2(1))
- Nagar, K.K.; Mishra, A.; Patil, S.S. Studies on effect of planting dates and varieties on growth and quality in gladiolus (*Gladiolus hybridus* Hort.) under sub-humid zone of Rajasthan. Rajasthans. Universal Journal of Agricultural Research, v.6, n.5, p.160-164, 2018. DOI: 10.13189/ujar.2
- Noor-ul-Amin; Khattak, A.M.; Ahmad, I.; Ara, N.; Alam, A.; Ali, M.; Ali, I. Corm and cormel size of gladiolus greatly influenced growth and development of subsequent corm production. Pakistan Journal of Botany, v.45, n.4, p.1407-1409, 2013.
- Özel, A.; Erden, K.; Demirbilek, T. Determination of optimum corm size for saffron (*Crocus sativus* L.) and corm yield under the Harran plain conditions. Journal of Agricultural and Biological Science, v.12, n.7, p.236-240, 2017

- Paulus, D.; Becker, D.; Boy, A.A. Climate hazards for gladiolus cultivation. Brazilian Journal of Development, v.8, n.4, p.30654-30661, 2022. DOI:10.34117/bjdv8n4-512
- Piovano, M.V.; Pisi, G.E.; Francescangeli, N. Guía práctica para el cultivo de Fresia. Ediciones INTA, Argentina, 2016.
- Proietti, S.; Scariot, V.; De Pascale, S.; Paradiso, R. Flowering mechanisms and environmental stimuli for flower transition: bases for production scheduling in greenhouse floriculture. Plants, v.11, n.432, 2022. DOI: 10.3390/plants11030432
- Reinten, E.; van Wyk, B.E. Floriculture industry benefits from southern African floral biodiversity. In ISHS Acta Horticulturae 1201: VII International Conference on Managing Quality in Chains (MQUIC2017) and II International Symposium on Ornamentals, p. 659-664, 2018. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1201.89
- Renau-Morata, B.; Nebauer, S.G.; Sánchez, M.; Molina, R.V. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products, v.39, p.40-46, 2012.
- Rudall, P. Comparative leaf morphogenesis in Iridaceae. Botanische Jahrbücher für Systematik, v.112, n.2, p.241-260, 1990.
- Ruml, M.; Vulić, T. Importance of phenological observations and predictions in agriculture. Journal of Agricultural Sciences, v.50, n.2, p.217-225, 2005.
- Santilli, M.; Bas-Nahas, S.S.; Medrano, N. Freesia crop (*Freesia x hybrida*) phenological growth stages according to the BBCH scale. Revista Agronómica del Noroeste Argentino, v.41, n.1, p.15-25, 2021.
- Schiappacasse, F.; Peñailillo, P.; Yáñez, P. Propagación de bulbosas chilenas ornamentales. Chile, Universidad de Talca, p.1-65, 2002.

- Schwab, N.T.; Streck, N.A.; Becker, C.C.; Langner, J.A.; Uhlmann, L.O.; Ribeiro, B.S.M.R. A phenological scale for the development of *Gladiolus*. *Annals of Applied Biology*, v.166, n.3, p.496-507, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000006>
- Schwab, N.T.; Streck, N.A.; Ribeiro, B.S.M.R.; Becker, C.C.; Langner, J.A.; UhlmanN, L.O.; Ribas, G.G. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiólo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v.50, n.10, p.902-911, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001000006.
- Schwab, N.T.; Streck, N.A.; Uhlmann, L.O.; Becker, C.C.; Ribeiro, B.S.M.R.; Langner, J.A.; Tomiozzo, R. Duration of cycle and injuries due to heat and chilling in *gladiolus* as a function of planting dates. *Ornamental Horticulture*, v.24, p.163-173, 2018. <https://doi.org/10.14295/oh.v24i2.1174>
- Startek L. Growth dynamics and decorative value of 'Easy Pot' potted freesia depending on the growing conditions. En: VIII International Symposium on Flower Bulbs. p. 385-390, 2002.
- Startek, L.; Mynett, K.; Zurawik, P. The effect of the method of cultivation on the development of freesia (*Freesia* Eckl. Ex Klatt). En: VIII International Symposium on Flower bulbs, p. 377-383, 2002 b.
- Streck, N.A.; Bellé, R.A.; Antonello Londero Backes, F.A., Fernandes Gabriel, L.; Uhlmann, L.O.; Becker, C.C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiólo. *Ciência Rural*, v.42, n.11, p.1968-1974, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001100010>
- Thakur, N.; Sharma, R.; Thaneshwari; Sahare, H. Flower Bulb Forcing in Floriculture. *Think India Journal*, v.22, n.30, p.462-473, 2019.
- Thompson, D.I.; Mtshali, N.P.; Ascough, G.D.; Erwin, J.E.; Van Staden, J. Flowering control in *Watsonia*: Effects of corm size, temperature, photoperiod and irradiance. *Scientia Horticulturae*, v.129, n.3, p.493-502, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.004>

- Tirkey, T.; Tamrakar, S.; Sharma, G.; Sahu, M. Effect of planting dates and cultivars on floral characters of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) under Chhattisgarh Plains. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v.7, n.6, p.1964-1976, 2018.
- Tirkey, T.; Tamrakar, S.; Sharma, G.; Varma, L.S.; Sahu, M.K. Performance of gladiolus cultivars under different planting dates for vegetative and floral characters under Chhattisgarh plains. Journal of Pharmacognosy Phytochemistry, v.8, n.6, p.1191-1195, 2019.
- Tomiozzo, R.; Paula, G.M.D.; Streck, N.A.; Uhlmann, L.O.; Becker, C.C.; Schwab, N.T.; Muttoni, M.; Alberto, C.M. Cycle duration and quality of gladiolus floral stems in three locations of Southern Brazil. Ornamental Horticulture, v.24, n.4, p.317-326, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i4.1237>
- Trends in the Netherlands, (2018). En https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2018/26/trends-in-the-netherlands_2018_web.pdf, consulta: febrero 2024.
- Uddin, F.M.; Rahman, M.M.; Rabbani, M.G.; Mannan, M.A. Effect of corm size and depth of planting on the growth and flowering of gladiolus. Journal of Biological Sciences, v.5, n.5, p.553–555, 2002
- Uhlmann, L.O.; Streck, N.A.; Becker, C.C.; Schwab, N.T.; Benedetti, R.P.; Charão, A.S.; Muttoni, M. PhenoGlad: A model for simulating development in Gladiolus. European Journal of Agronomy, v.82, p.33-49, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.001>
- Uhlmann, L.O.; Streck, N.A.; Becker, C.C.; Tomiozzo, R.; Schwab, N.T.; Ortiz, V.M. Climate risk zoning for gladiolus in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.55, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921>
- Villanova, I.; Brieva, S.S.; Ceverio, R. Producción y comercialización de flores de corte en el AMBA. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales, n.13, p.1-45, 2013.

- Wang, L. Freesia. En: Anderson, N.O. Flower Breeding and Genetics. Netherlands: Springer, 2007. p.665-693.
- Yaygın, T.; Erden, K.; Pakyürek, A. Y. Effects of different planting times and corm sizes on plant growth, development, and flower production of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) under Sanliurfa Conditions. Journal of Applied Sciences, v.7, n.1, p.23-31, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.197>
- Zubair, M.; Wazir, F.K.; Akhtar, S.; Ayub, G. Planting dates affect floral characteristics of gladiolus under the soil and climatic conditions of Peshawar. Pakistan Journal of Biological Sciences, v.9, n.9, p.1666-1676, 2006.
- Zubair, M.; Ayub, G.; Rab, A.; Noor-Ul-Amin; Ahmad, M.; Ara, N. Preflowering growth of gladiolus in response to staggered planting. Pakistan Journal of Botany, v.45, n.4, p.1329-1338, 2013.

ANEXO



Foto 1: Invernadero tipo capilla con cubierta de polietileno (larga duración térmica).



Foto 2: Variedades de fresa utilizadas en los ensayos: a) Blue Bayou, b) Yvonne



Foto 3: Plantación de cormos en canteros. Diseño en bloques completamente aleatorizado, cada cantero fue considerado un bloque.



Foto 4: Fases de desarrollo del cultivo de fresa: a) emergencia, b) aparición de la cuarta hoja, c) aparición de la inflorescencia y d) punto de corte de la inflorescencia.



Foto 5: Variables cuantitativas evaluadas en las varas cosechadas de fresa: a) longitud de la inflorescencia, b) longitud de la inflorescencia.



Foto 6: Daño visual en las brácteas de las flores de la inflorescencia principal.



Foto 7: Cámara con condiciones controladas (25 ± 1 °C, 85 – 90 % HR, bajo iluminación fluorescente blanca fría durante 14 h por día), donde se mantuvieron las varas cosechadas en recipientes con agua corriente.



Foto 8: Medición del diámetro ecuatorial del corno con un calibre digital.



T1: V1F1



T3: V1F2



T5: V1F3



T7: V1F4



T9: V1F5

Foto 9: Efecto de la fecha de plantación en el tamaño y en el número de cormillos presentes en los cormos de la variedad Blue Bayou.



T2: V2F1



T4: V2F2



T6: V2F3



T8: V2F4



T10: V2F5

Foto 10: Efecto de la fecha de plantación en el tamaño y en el número de cormillos presentes en los cormos de la variedad Yvonne.