

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFECTO DE LA ATMÓSFERA MODIFICADA SOBRE LA
VIDA EN FLORERO DE TULIPANES DE CORTE**

KARINA DENISSE ORELLANA MOREIRA

SANTIAGO – CHILE
2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFECTO DE LA ATMÓSFERA MODIFICADA SOBRE LA
VIDA EN FLORERO DE TULIPANES DE CORTE**

**MODIFIED ATMOSPHERE EFFECT IN VASE LIFE OF
CUT TULIPS**

KARINA DENISSE ORELLANA MOREIRA

SANTIAGO – CHILE
2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**EFECTO DE LA ATMÓSFERA MODIFICADA SOBRE LA
VIDA EN FLORERO DE TULIPANES DE CORTE**

**Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo**

KARINA DENISSE ORELLANA MOREIRA

PROFESORES GUÍA	Calificaciones
Danilo Aros O., Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	7,0
Víctor Escalona C., Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0
PROFESORES EVALUADORES	
Carlos Muñoz S., Ingeniero Agrónomo, MS. Ph. D.	6,5
María Verónica Díaz M., Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,0

SANTIAGO – CHILE
2015

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a la Universidad de Chile y a todos sus profesores por formarme y darme los valores y conocimientos necesarios para enfrentarme de la mejor manera a la agronomía.

A mis profesores guía Danilo Aros, por permitir involucrarme dentro del mundo de la floricultura y Víctor Escalona, por todos sus consejos y correcciones. A mis profesores evaluadores Verónica Díaz y Carlos Muñoz por sus valiosos aportes.

A Araucanía Flowers por proporcionar el material vegetal y al Centro de Estudios Postcosecha de la Universidad de Chile (CEPOC) y en especial a Daniela Cárdenas y todos los técnicos por ayudar en mi proceso experimental.

A mis amigas Poli, Gaby y Cony por estos años de universidad y amistad, y por ayudarme en todas las etapas de la realización de esta memoria, por retarme y animarme en los momentos que fue necesario. A mis amigas Vale y Yami, porque aunque no lo supieran, siempre me ayudaron con todas sus risas. A mi familia, tíos, primos y en especial a mis papás y hermana, por su paciencia y apoyo.

Finalmente agradecer a todos quienes de una u otra forma se vieron involucrados en este proyecto.

INDICE

ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
MATERIALES Y MÉTODO	11
Lugar de estudio	11
Materiales	11
Tratamientos y diseño de experimentos	12
Metodología	13
Análisis estadístico	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
Tasa Respiratoria	19
Producción de Etileno	20
Concentración de gases al interior de los empaques	22
Deshidratación	24
Vida en florero	25
Notas	25
Comportamiento por variedad	30
Color	31
CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35
APÉNDICES	40
Apéndice I	40
Apéndice II	42
Apéndice III	45
Apéndice IV	48
Apéndice V	54

RESUMEN

El tulipán (*Tulipa spp.*) es una de las principales flores de corte para exportación producidas en Chile, con una superficie de 20 ha aproximadamente, el destino principal de este producto son países como Estados Unidos, Canadá y Holanda, con valores de exportación cercanos a los US\$ 179.000. El largo trayecto que estas flores deben recorrer para llegar a sus destinos finales genera problemas de amarillamiento del follaje, senescencia, caída de tépalos, producto de que es una flor sensible al etileno. Ante este problema, se han desarrollado tecnologías de postcosecha, una de las usadas es la atmósfera modificada, es decir, el almacenamiento de un producto en un ambiente diferente al aire, cambiando la concentración de gases al interior de los envases.

Para la realización de este experimento se utilizaron varas florales de tulipán de 8 variedades, las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en 18 ramos. Se realizaron 3 tipos de envasado: convencional (testigo), atmósfera modificada pasiva y activa (concentración inicial: 10% O₂ + 0% CO₂). Una vez envasadas, las muestras fueron almacenadas en una cámara de frío a 0°C por 20 y 31 días. Se caracterizó la tasa respiratoria y producción de etileno de las flores, se determinaron diferencias de peso fresco entre tratamientos. Luego del almacenamiento las flores fueron puestas en floreros para estimar la vida en florero (temperatura: 18°C y 80% HR).

Los resultados muestran que las flores almacenadas en atmósferas modificadas presentaron diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo, observándose una vida en florero de 8,2 días en atmósferas modificadas y 4,5 días en envase convencional. Además no se obtuvieron diferencias significativas entre atmósfera modificada activa y pasiva. En cuanto a la deshidratación se observaron diferencias significativas durante el almacenamiento entre el tratamiento testigo y las atmósferas modificadas, con valores de pérdida de 21,5% y 0,2% respectivamente. Considerando los resultados obtenidos, este tipo de tecnologías mejoraría la conservación y vida en florero de flores de tulipán.

Palabras Claves: etileno, tasa respiratoria, vida en florero, deshidratación

ABSTRACT

Tulip (*Tulipa spp.*) is one of the main export cut flowers produced in Chile, with an area of 20.5 hectares approximately. The main destination of this product are countries like USA, Canada and The Netherlands with an export value of US \$ 179,000. The long journey these flowers must travel to reach their final destinations, triggers problems like foliage yellowing, senescence, tepal falling, and ethylene damage. Because of this problems, postharvest technologies have been developed one of which is the modified atmosphere, to change the initial gas composition inside the package during storage.

To perform this experiment, tulip floral stem of 8 varieties were randomly distributed in 18 branches. Three types of packing were evaluated: Conventional (control), passive and active modified atmosphere (initial concentration: 10% O₂ + 0% CO₂). Respiration rate and ethylene production of tulip flowers was characterized and differences in fresh weight among treatments was determined. Once packaged, the samples were stored in a cold chamber at 0 °C for 20 and 31 days. After the storage, vase life durability (temperature: 18 °C and 80% RH) was evaluated.

Flowers stored under modified atmospheres showed significant differences compared to control, showing a vase life of 8.2 days in modified atmosphere and 4.5 days in conventional packaging, while no significant differences were obtained between active and passive modified atmospheres. Significant difference during storage between the control and modified atmospheres were observed in dehydration, showing weight loss values of 21.5% and 0.2% respectively. Considering the obtained results, modified atmosphere packaging could extend the shelf life of flowers.

Keywords: ethylene, respiratory rate, vase life, dehydration

INTRODUCCIÓN

El mercado de las flores de corte es una actividad económica poco desarrollada en nuestro país, debido a que la industria nacional se encuentra compuesta por pequeños productores, gran parte de los cuales carecen de las capacidades técnicas y financieras que les permitan desarrollar una actividad productiva y rentable (ODEPA, 2007). Respecto a la incursión de Chile en el mercado externo, durante los últimos años se han alcanzado un rango de ganancias por concepto de exportación de entre US\$ 1,2 y 3,2 millones. Estados Unidos y Holanda son los principales mercados de destino, y las especies enviadas de mayor importancia han sido liliium, calas, tulipán y peonía (ODEPA, 2013). Observando los mercados de mayor interés y las especies demandadas, se deben recalcar las ventajas comparativas que Chile tiene con respecto a la competencia, como lo son la contraestación con los grandes mercados y la amplia gama de climas, que permiten disponer de una oferta variada para los consumidores. Entre las principales desventajas están las largas distancias a los mercados de consumo, lo que conlleva un aumento de los tiempos de embarque y un gran desafío a los exportadores de flores (Errázuriz y Muchnik, 1996). Según Evans y Van del Ploeg (2009) el incremento de los costos del transporte aéreo, por el alza del petróleo y sobretasas de seguridad ha aumentado el interés de los productores por los embarques marítimos, ya que estos pueden reducir los costos hasta en un 50%.

Una de las especies que Chile exporta es el tulipán (*Tulipa spp.*), que forma parte de la familia *Lilliaceae* y fue introducido a principios de los '90 a la producción nacional (FIA, 2003). La existencia de buenas condiciones agroecológicas, e inviernos con bajas temperaturas, han hecho que su producción se distribuya principalmente en la zona sur, entre las regiones del Bío Bío y Aysén. Según el CENSO agrícola del año 2007, en el país se estima una superficie de producción de 20,5 ha, de las cuales 96% son al aire libre y sólo un 4% bajo invernadero (INE, 2007). Según datos de ODEPA (2013) se exportaron US\$ 179.000 en ramos de tulipanes el año 2013. El destino de estas exportaciones son principalmente Estados Unidos, Canadá y Holanda (FIA, 2003).

Se entiende como postcosecha para flores de corte tanto el periodo de almacenamiento y transporte, como su posterior vida en florero, según Van Doorn et al. (1992) las principales limitantes de la vida en florero de esta especie son el amarillamiento del follaje, la senescencia, la abscisión de tépalos y su alta sensibilidad al etileno. La apariencia, calidad y longevidad de las flores depende de las condiciones del cultivo, el momento oportuno de la cosecha, las condiciones del transporte y el manejo de post cosecha (Teixeira, 2003). El tipo de manejo que se les dé a los factores anteriormente citados, afectarán en la longevidad de la flor y conllevarán a la abscisión de tépalos y hojas, las cuales se consideran las señales de que una flor terminó su vida en florero (Mansilla, 1995). Según Abril (1991) la senescencia de las flores cortadas se ve afectada por los siguientes aspectos: descenso del peso fresco, debido a la dificultad de absorción y desplazamiento del agua por los vasos conductores y la incapacidad del tejido de retenerla; disminución de las reservas de azúcares reductores, metabolizados por el proceso de respiración; y el incremento de la producción de etileno, que conduce a una desorganización de las células. Es por esto que

los tulipanes presentan una corta vida de postcosecha, ya que son flores de tejidos muy sensibles, que necesitan de mucha agua para mantenerse turgentes (Briones, 2003). Debido a esto, es muy importante mantener las varas de tulipán en frío con temperaturas recomendadas de entre 0 y 2°C y humedades de entre 90 y 95%, con estas condiciones puede mantenerse entre 2 a 3 semanas (FIA, 2003). El aumento del almacenamiento a 4 semanas podría permitir un adecuado transporte vía marítima a destinos como Japón.

Una de las tecnologías utilizadas en el último tiempo tanto en postcosecha de frutas como hortalizas, es la atmósfera modificada, la cual se refiere a un almacenamiento de un producto en un ambiente diferente al aire, cambiando la concentración de gases al interior. El envasado en atmósfera modificada consiste en el cambio producido por la respiración en un ambiente cerrado, consiguiendo una concentración de gases distinta a la ambiental (Sandhya, 2010). El uso de la atmósfera modificada (aumento de las concentraciones de CO₂ o nitrógeno y disminución de concentración de O₂) disminuye la actividad de la polifenol oxidasa, la producción de etileno y etanol y reducen la magnitud de la tasa respiratoria (Teixeira, 2003). Aunque muy poco se ha hecho en flores, existen estudios que indican que muestras compuestas por 10% O₂, 5% CO₂ y 85% N₂ por un lapso de diez días en almacenamiento refrigerado seco, prolonga la vida en florero en rosas (Mansilla, 1995). Existen dos tipos de modificaciones de la atmósfera dentro del envase: pasiva y activa. La modificación pasiva de la atmósfera consiste en la utilización de envases plásticos, creando de forma natural una atmósfera modificada favorable como resultado de la permeabilidad de la pared del envase y factores como la respiración del producto. En cambio, la atmósfera modificada activa se consigue con la realización de un vacío y posterior inyección de una mezcla adecuada de gases, de tal manera que la atmósfera en el envase varíe con el paso del tiempo en función de las necesidades y respuesta del producto (Belloso y Oms, 2005).

Para conseguir la modificación pasiva y activa de la atmósfera interior del envase, es fundamental conocer las características de permeabilidad del envase a los gases (Belloso y Oms, 2005). Según Martín y Robledo de Pedro (1988) la propiedad más importante a tener en cuenta es la permeabilidad al vapor de agua y a gases como el CO₂ en distintas cantidades dependiendo de su permeabilidad, la que puede ir desde los 150 hasta los 77.000 mL CO₂ m⁻² d⁻¹. La permeabilidad de los envases, temperatura, tasa respiratoria del producto y gradientes de concentración de gases tanto fuera como dentro del envase determinarán el equilibrio final de la atmósfera, alcanzando las concentraciones deseadas y proporciona una potencial extensión de la vida en postcosecha, lo que podría ser beneficioso para los transportes marítimos (González-Aguilar et al., 1997).

Hipótesis:

La utilización de atmósfera modificada prolonga el tiempo de almacenamiento y posterior vida en florero en flores de corte de tulipán.

Objetivo general:

Evaluar la calidad de la flor de corte de tulipán en atmósfera modificada y su posterior vida en florero.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

El estudio se realizó en los laboratorios del Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC), de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Material Vegetal

Se utilizaron varas florales de tulipán de 8 variedades (Cuadro 1), cuyo índice de madurez de cosecha corresponde al 50% de coloración de botón floral (FIA, 2003). Las varas fueron cosechadas a mediados de agosto y proporcionadas por la empresa Araucanía Flowers, ubicada en San José de la Mariquina, Valdivia, Chile y transportadas vía terrestre, en cajas de cartón, dentro de envases tradicionales, sin cámara de frío, hasta las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Se utilizaron distintas variedades, las cuales son las que comúnmente se comercializan en el mercado nacional.

Cuadro 1. Identificación de cada una de las variedades de tulipán utilizadas en este estudio, especificando su color, grupo y empresa de origen.

Variedad	Color	Grupo	Origen
Royal Virgin	Blanco	Triumph	Tulip Flower BV
Ile de France	Rojo	Triumph	J.C.Knijjn
Pretty Woman	Rojo	Lily Flowering	Jan van Bentem
Ollioules	Rosado	Darwin Hybrids	Van Zanten Bros
Jan Van Nes	Amarillo	Triumph	Konijnenburg & Mark
Margarita Púrpura	Púrpura	Double Early	Jan Ligthart
Viking Naranja	Naranja	Double Early	J.W.Reus
Leen v/d Mark Bicolor	Naranja	Double Late	Tomorrows Tulips BV

Fuente: tulipworld.com

Tratamientos y diseño de experimentos

En el caso de los análisis de concentración de gases al interior de los envases, deshidratación, y durabilidad en vida en florero, se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con estructura factorial, cuyos factores fueron los siguientes:

Tiempo de almacenamiento, cuyos niveles fueron:

1. 20 días.
2. 31 días.

Aplicación de distintos tipos de almacenamiento, cuyos niveles fueron:

1. Atmósfera activa.
2. Atmósfera pasiva.
3. Envase convencional, sin atmósfera modificada (cono de celofán).

La unidad experimental fue un ramo de 10 varas florales. En total se realizaron 6 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones, dando esto un total de 18 unidades experimentales.

La conformación de cada uno de los tratamientos fue la siguiente:

- T1: Atmósfera modificada activa con un tiempo de almacenamiento de 20 días (Activa/20).
- T2: Atmósfera modificada activa con un tiempo de almacenamiento de 31 días (Activa/31).
- T3: Atmósfera modificada pasiva con un tiempo de almacenamiento de 20 días (Pasiva/20).
- T4: Atmósfera modificada pasiva con un tiempo de almacenamiento de 31 días (Pasiva/31).
- T5: Envase convencional con un tiempo de almacenamiento de 20 días (Testigo/20).
- T6: Envase convencional con un tiempo de almacenamiento de 31 días (Testigo/31).

En el caso del análisis para vida en florero de cada uno de los órganos de la vara floral por separado se realizaron 6 análisis con un diseño completamente aleatorizado (DCA), los cuales se especifican a continuación:

1. Atmósfera modificada activa almacenada por 20 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.
2. Atmósfera modificada activa almacenada por 31 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.

3. Atmósfera modificada pasiva almacenada por 20 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.
4. Atmósfera modificada pasiva almacenada por 31 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.
5. Envase convencional almacenado por 20 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.
6. Envase convencional almacenado por 31 días: cuyos tratamientos son los tres órganos en estudio flor, hoja, tallo, con 3 repeticiones cada uno y la unidad experimental de un ramo de 10 varas florales.

Metodología

Las flores proporcionadas por el productor fueron agrupadas en paquetes de 10 varas, de acuerdo a la norma internacional para la exportación de flores de tulipán (Briones, 2003). Las variedades de tulipanes fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de los 18 ramos, construyendo así una mezcla heterogénea en cada unidad experimental. Las especificaciones de número y disposición de varas se encuentran en el Apéndice I.

Se realizaron 3 tipos de procedimientos para el envasado, los cuales fueron:

1. Envase convencional: empaque utilizado habitualmente por el productor. El ramo fue envuelto con una película plástica de permeabilidad no considerada en este estudio (celofán), puesto que éste solo será utilizado como sostén y protección de daños mecánicos para las flores, no realizándose modificación de atmósfera.
2. Atmósfera modificada pasiva: envase con polietileno de baja permeabilidad (Permeabilidad a 23°C: 2000 mL m⁻² d⁻¹ para el O₂ y 6000 mL m⁻² d⁻¹ para el CO₂). El ramo fue envuelto y sellado herméticamente sin la aplicación de ningún tipo de gas, puesto que será la misma respiración dentro del empaque la que modifica la concentración de gases al interior.
3. Atmósfera modificada activa: Envase de polietileno de baja permeabilidad, sellado, teniendo la precaución de dejar un extremo libre, por el cual se realizó un barrido de nitrógeno mediante una inyección de este gas. Esto provocó que el oxígeno fuese desplazado del envase. Se midieron las concentraciones al interior de éste por medio de un Dansensor (Checkpoint, PBI Dansensor, Rongsted, Dinamarca), al alcanzar una concentración de gases de 10% O₂ y 0% CO₂, las bolsas fueron selladas completamente.

Una vez empacadas, las muestras fueron almacenadas en una cámara de frío a 0°C.

Tasa respiratoria

Se realizó una evaluación descriptiva de tasa respiratoria sólo en los tratamientos testigo de este estudio. Las mediciones se realizaron en los días 0, 3, 5, 10, 13, 17, 20, 31 de almacenamiento, utilizando el método estático a 0°C. Para esto se colocaron los ramos en contenedores de vidrio de 8 L de volumen, los cuales fueron cerrados herméticamente durante 3 horas. Luego se extrajo una muestra de aire desde el empaque, utilizando un analizador de gases manual (Checkpoint, PBI Dansensor, Rongsted, Dinamarca). Los resultados fueron expresados como producción de CO₂ (mL kg⁻¹ h⁻¹) según la siguiente fórmula:

$$\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = \frac{((\% \text{ CO}_2 \text{ Muestra} - \% \text{ CO}_2 \text{ Ambiente}) \times \text{VEL})}{(100 \times \text{PV} \times \text{T})}$$

Donde:

VEL: Volumen espacio libre (mL).

PV: Peso vara (kg).

T: Tiempo (h)

Producción de etileno

Se realizó una evaluación descriptiva de producción de etileno sólo en los tratamientos testigo de este estudio. Las mediciones se realizaron en los días 0, 3, 5, 10, 13, 17, 20, 31 de almacenamiento. Se utilizó una metodología similar a la de la tasa respiratoria, sin embargo se usó una jeringa de plástico de 1 mL (BD Plastic, Brasil) para la extracción de la muestra, las cuales se inyectaron en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7820A (CG System, EE.UU.) provisto de un detector de ionización de llama y una columna Porapak QN 80/100 (1,20 m × 3,18 mm) (Norwalk, Connecticut, EE.UU.). La temperatura del inyector, horno y detector es de 200, 50 y 200 °C respectivamente. Se utilizó gas helio como gas transportador con un flujo de 55 ml min⁻¹. Diariamente el equipo fue calibrado con un gas estándar de etileno de 0,5 ppm. Los resultados fueron expresados en μL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ según la siguiente fórmula:

$$\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = \frac{(\text{ppm C}_2\text{H}_4 \times \text{VEL})}{(1.000 \times \text{PV} \times \text{T})}$$

Donde:

VEL: Volumen espacio libre (mL).

PV: Peso vara (kg).

T: Tiempo (h)

Concentración de gases al interior de las bolsas

Se realizaron mediciones en los días 0, 1, 3, 5, 10, 13, 17, 20, 31 de almacenamiento, para conocer la evolución de las concentraciones de CO₂ y O₂ al interior de cada una de las bolsa de atmósfera modificada (sólo en tratamientos atmósfera activa 20 días, atmósfera activa 31 días, atmósfera pasiva 20 días, atmósfera pasiva 31 días) utilizando un analizador de gases manual (Checkpoint, PBI Dansensor, Rongsted, Dinamarca). El análisis se realizó introduciendo la aguja que posee la máquina al interior del envase, para luego sellar el orificio con cinta adhesiva. Las concentraciones fueron expresadas en porcentaje (%) de CO₂ y O₂.

Deshidratación

Se midió el peso de las varas florales antes y después del almacenamiento, se estimó que las pérdidas de peso ocurridas entre estos dos periodos se deberían a pérdidas de agua. La fórmula utilizada para estimar la deshidratación fue la siguiente:

$$\text{Deshidratación (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Vida en Florero

Luego de transcurrido el tiempo de almacenamiento, se simuló condiciones tradicionales de vida en florero. Las flores fueron sacadas de su envase y puestas en floreros de 1L con 250 mL de agua destilada, estos floreros fueron puestos bajo condiciones constantes de 10 horas de luz blanca de fotoperiodo y temperaturas aproximadas de 21°C durante el día y 16°C durante la noche (Apéndice II), tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Disposición del ensayo en el proceso de vida en florero de varas de tulipán durante 10h de luz blanca a 21°C.

Escala de apariencia

Adicionalmente se realizó un registro fotográfico del estado de las flores, las cuales fueron evaluadas de acuerdo a una escala sensorial desarrollada en base a un estudio preliminar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especificación de cada uno de los niveles de la escala utilizada, considerando botón floral, hoja y tallo.

	Botón Floral	Hoja	Tallo
	Observaciones		
5	<ul style="list-style-type: none"> • Botón floral completamente cerrado. • Menos del 50% de coloración de botón. • Alto grado de turgencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja completamente erguida en posición ascendente. • Alto grado de turgencia. • Sin presencia de anomalías en cuanto a color. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vara completamente erguida.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Botón floral completamente cerrado. • Más del 50% de coloración de botón. • Alto grado de turgencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercio superior de hoja en posición decumbente. • Alto grado de turgencia. • Sin presencia de anomalías en cuanto a color. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vara con leve curvatura en la zona superior del tallo.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Botón floral parcial o totalmente abierto. • Botón floral completamente coloreado. • Alto grado de turgencia de tépalos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercio superior de hoja en posición decumbente. • Pérdida de turgencia. • Presencia de clorosis leve. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vara con pérdida de turgencia. • Inclinación menor a 45° desde posición vertical.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Botón floral parcial o totalmente abierto. • Botón totalmente coloreado. • Comienzo de signos de deshidratación y oscurecimiento de zona apical de tépalos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercio superior de hoja en posición decumbente. • Pérdida de turgencia. • Presencia de clorosis leve. • Necrosis apical leve (<0,5cm). 	<ul style="list-style-type: none"> • Vara con pérdida considerable de turgencia. • Inclinación mayor a 45° y menor a 90° desde posición vertical
1	<ul style="list-style-type: none"> • Botón floral totalmente abierto. • Botón floral completamente coloreado. • Alto grado de deshidratación y marchitamiento de zona apical de tépalos. • Más de un tépalo dehiscente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercio superior de hoja en posición decumbente. • Bajo grado de turgencia. • Presencia de clorosis. • Necrosis apical (>0,5cm). 	<ul style="list-style-type: none"> • Vara con pérdida considerable de turgencia. • Inclinación mayor a 90° desde posición vertical

Fuente: elaboración propia

Cada uno de los niveles de esta escala fue evaluado tanto para botón floral, como para hoja y tallo, en cada una de las 10 varas florales (enumeradas cada una del 1 al 10) realizando un promedio final de cada uno de los tratamientos. Mediante estudios previos de la evolución de la calidad durante la vida en florero, se determinaron las especificaciones de cada uno de los niveles de esta escala. Se estimó que en el momento en una calificación fuese inferior a 3, correspondería al fin de la vida en florero. Las fotografías de cada uno de los niveles de esta escala están especificadas en el Apéndice III.

Color

Se empleó un colorímetro compacto triestímulo (Minolta Chroma meter CR – 300, Tokio, Japón) con una fuente luminante D_{65} , utilizando un plato de calibración blanco ($Y= 92,6$; $x= 0,3161$; $y= 0,3325$) y un ángulo observador de 0° . Los valores se expresaron en los componentes de color del sistema CIE lab, donde L representa la luminosidad de color (0= negro; 100= blanco), a^* ($-a=$ verde, $a=$ rojo) y b^* ($-b=$ azul, $b=$ amarillo), para realizar una medición tanto en el tercio superior como en el inferior de la cara adaxial de la segunda hoja contada desde el extremo superior de cada vara. Se utilizó una superficie negra de fondo para evitar interferencias de color. Una vez obtenidos estos valores, se analizaron mediante una correlación con las notas obtenidas para hojas el día 4 según la escala diseñada para este estudio (Cuadro 2).

Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el programa MINITAB, obteniéndose un análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento completamente aleatorizado con estructura factorial, a al cual se le realizó una prueba de comparaciones múltiples (PCM) con un estadígrafo Tukey a un nivel de 95% de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa Respiratoria

Se realizó una evaluación descriptiva de tasa respiratoria sólo en los tratamientos testigo de este estudio, puesto que el método de análisis utilizado no era replicable de forma adecuada en los tratamientos con empaques con atmósfera modificada. En el se puede apreciar que la tasa respiratoria aumenta al inicio del almacenamiento hasta llegar a valores de 50,61 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ al día 10 (Figura 2). Esto coincide con la máxima producción de etileno, que de la misma manera se genera el día 10 de almacenamiento (Figura 3), para luego disminuir gradualmente hasta el día 31, donde alcanzan valores similares a los registrados el día 0 (25 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹).

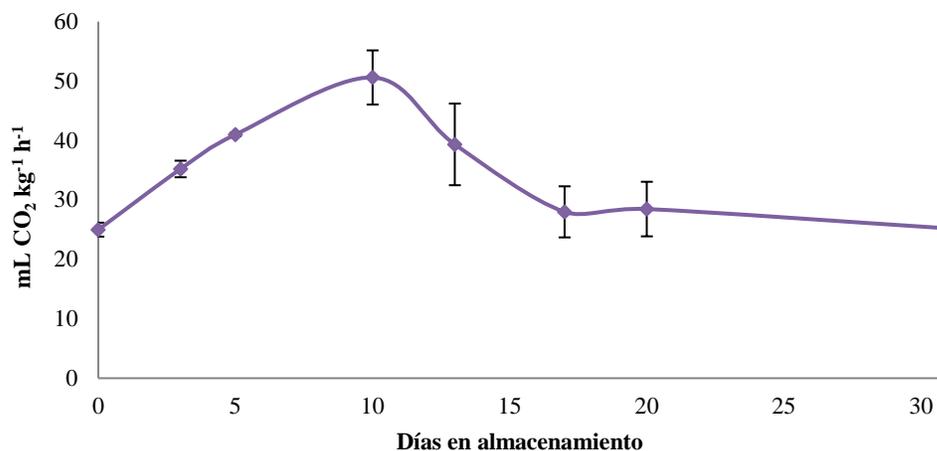


Figura 2. Valores promedio (\pm DE, n=3) en tratamiento testigo, de la evolución de tasa respiratoria (mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), durante el almacenamiento en frío de varas florales de tulipán almacenados a 0°C.

Los valores de tasa respiratoria alcanzados por las varas de tulipán almacenados en frío coinciden con lo expuesto por Kader (2007), quién indica que la tasa respiratoria de flores de corte está clasificada como “muy alta”, con valores que van entre los 40 a 60 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ estudiadas a 5°C. Según lo expuesto por Coller (1997), la tasa respiratoria del tulipán almacenados a 4°C varía entre rangos de 20 a los 40 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ hasta llegar a un máximo de 40 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a los 2 días. Los resultados obtenidos en este ensayo coinciden con lo expuesto anteriormente, encontrándose valores de entre 25 a 50 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, aunque con un alza más tardía en el día 10.

Dentro de las especies de flores de corte comercializadas en nuestro país, el tulipán tiene una tasa respiratoria similar al clavel, con valores de entre 25 a 45 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹

¹ estudiados a temperaturas de 20°C (Serrano et al., 1991) y menor que la de alstroemeria, que presenta valores de entre 200 a 450 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ a 18°C (Villaseca, 2005).

Cabe destacar que el control de la tasa respiratoria es fundamental en la vida en postcosecha, puesto que la pérdida de las reservas durante la respiración significa una aceleración de la senescencia, degradación de compuestos fenólicos, pigmentos, tanto en hojas como en botón floral y compuestos aromáticos, todo esto debido a que la tasa de deterioro es directamente proporcional a su tasa respiratoria. Según lo expuesto por (Asrar, 2012) la concentración de azúcares permiten prolongar la vida de flores de corte, ya que estos carbohidratos actúan como fuente de nutrientes para tejidos que se aproximan a la muerte. Durante la senescencia, se observa una disminución del 10% aproximadamente de la tasa respiratoria, producido por el consumo de sus reservas de almidón, disminuyendo con esto la durabilidad de la flor (Coller, 1997).

Producción de Etileno

Se realizó una evaluación descriptiva de producción de etileno sólo en los tratamientos testigo de este estudio, puesto que el método de análisis utilizado no era replicable de forma adecuada en los tratamientos con empaques con atmósfera modificada. Según los resultados obtenidos, se puede apreciar que al igual que lo observado en la tasa respiratoria (Figura 2), la producción de etileno del tratamiento testigo, presenta un aumento sostenido hasta llegar al día 10 a un valor máximo de 0,79 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, para luego disminuir (Figura 3). Los resultados obtenidos en este ensayo otorgarían a la especie una tasa de producción de etileno clasificada como baja (0,1 a 1 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), propia de las flores de corte, de acuerdo a lo sugerido por Kader (2007).

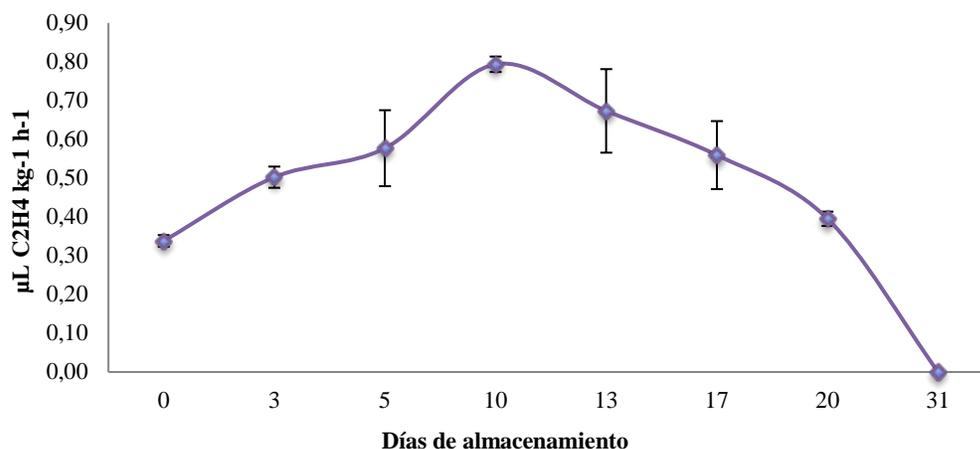


Figura 3. Valores promedio ($\pm\text{DE}$, $n=3$) en tratamiento testigo, de la evolución de la tasa de producción de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), durante el almacenamiento en frío de varas florales de tulipán almacenados a 0°C.

Valores similares fueron obtenidos en tulipán por Skrzypek et al. (2004), alcanzando entre 0,72 y 1,26 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ con un alza al día 5 almacenados a 5°C. En el caso de otras flores de corte, se pueden encontrar valores similares, con promedios de 0,2 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en *Alstroemeria* (Villaseca, 2005) y entre 0,5 a 1,5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ en *lilium* (Elgar et al., 1999).

Dentro de la fisiología de postcosecha de flores de corte, podemos encontrar flores clasificadas dentro de la categoría climactérica y no climactérica. Esta definición se basa en el alza de las tasas de producción de etileno y tasa respiratoria para luego disminuir considerablemente. El etileno se sintetiza a partir de la metionina a través de la conversión de S-adenosilmetionina (SAM) en ACC para luego producir etileno. Esta vía es muy activa durante la apertura de botón floral y senescencia de frutas y flores climactericos, pero no en tejidos u órganos nonclimactericos (Serrano et al., 1991). De acuerdo a los resultados obtenidos, tanto en la tasa respiratoria como en la producción de etileno, se puede señalar que éstos corresponden a un patrón de tipo climactérico, ya que existe un incremento en la producción de etileno y tasa respiratoria hacia el día 10 de almacenamiento, momento en el que los botones florales se encontraban en estados de entre 50% de coloración de botón a comienzo de apertura floral, para luego disminuir considerablemente hacia los días 21 y 30.

Existen diferencias en las emisiones de etileno dependiendo del órgano que se este estudiando: Las flores de corte se caracterizan por producir bajas concentraciones de etileno (menos de 1 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Kader, 2007)), al igual que hojas, estudios realizados en rúcula almacenadas a 5°C evidencian tasas de producción de etileno de entre 0,06 y 0,8 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ consideradas como “muy baja” (Char et al., 2012). Inflorescencias como coliflor almacenadas a 25°C alcanzó valores de entre 0,3 y 1,2 $\text{C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ consideradas dentro de las categorías “baja” y “muy baja”(Zobayed et al., 1999). Comparadas con frutos como duraznos (var. Canino) almacenados a 20°C, con tasas de 6 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ considerada en el nivel “moderada” (Leida et al., 2011) o palta almacenada a 20°C, con valores de hasta 32 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ considerada en nivel “alto”(Zhang et al., 2011). Según lo mencionado por Teixeira (2003), la producción de etileno en flores se produce en una primera instancia en los antófilos reproductores (gineceo o anteras), para luego producir una respuesta catalítica en los antófilos protectores (pétalos, sépalos o tépalos). Esto se debe a que efectivamente son los antófilos reproductivos los que formarán el fruto en la etapa siguiente a la fecundación, pero en esta etapa aún no se encuentran completamente desarrollados.

La sensibilidad de las flores de corte a la presencia de etileno es variable, ya que depende de cada especie, e incluso cada variedad. Estudios comprueban que existen diferencias considerables en la sensibilidad al etileno en *lilium*, ya que variedades Brunello y Montenegro presentaron baja sensibilidad a etileno, mientras que Martagón presentó una alta sensibilidad a la presencia de este gas (Van Doorn y Han, 2011). En el caso específico del tulipán, éste posee una sensibilidad alta comparada con otras especies como *alstroemeria*, *fresia* o *clavel*. Además cabe destacar que esta sensibilidad aumenta a medida que se acerca la senescencia. (Chahín et al., 2002). Según lo expuesto por Kader (2007), los daños principales que produce la exposición a etileno en flores de corte es la abscisión de

pétalos y desprendimiento de flores. Ensayos realizados por Aros et al. (2013) caracterizaron el efecto del etileno sobre la vida en florero de ramos de tulipán, utilizando solución con etileno exógeno (Ethrel® 10ppm), en el se observó luego de 48 h la marchitez y caída de tépalos en todos los ramos en estudio.

Concentración de gases al interior de los empaques

Este análisis se realizó en todos los tratamientos que poseían envases con atmósfera modificada, esto debido a que el método de análisis utilizado no era replicable en los tratamientos, puesto que el empaque tradicional no posee un cierre hermético que permita la modificación de las concentraciones de gases en el. Como se puede ver en las figuras 4 y 5, las concentraciones de gases fueron variando hasta llegar a un punto de equilibrio. En el caso del oxígeno el equilibrio se alcanza entre el 5% y 12% en el día 13, mientras que para el CO₂ este equilibrio se alcanzó con concentraciones de entre 3% y 6% al día 17. Tal como indica Kader (2007), se alcanza un estado de equilibrio entre las concentraciones internas y externas al empaque para ambos gases. En el caso de las concentraciones de oxígeno (Cuadro, 3), se encontraron diferencias significativas en las concentraciones en los días 1, 3 y 5 de almacenamiento, en estos casos no se obtuvo efecto de la interacción entre factores, encontrándose diferencias significativas sólo en el efecto que los tipo de atmósfera provocan en ellos. Esto se debería a la concentración inicial con la que los envases de atmósfera modificada activa parten su almacenamiento (10% en comparación al 20% en atmósfera modificada pasiva), lo que también influiría en el tiempo en que se logra estabilidad, alcanzándose esta de manera más rápida en envases de atmósfera activa.

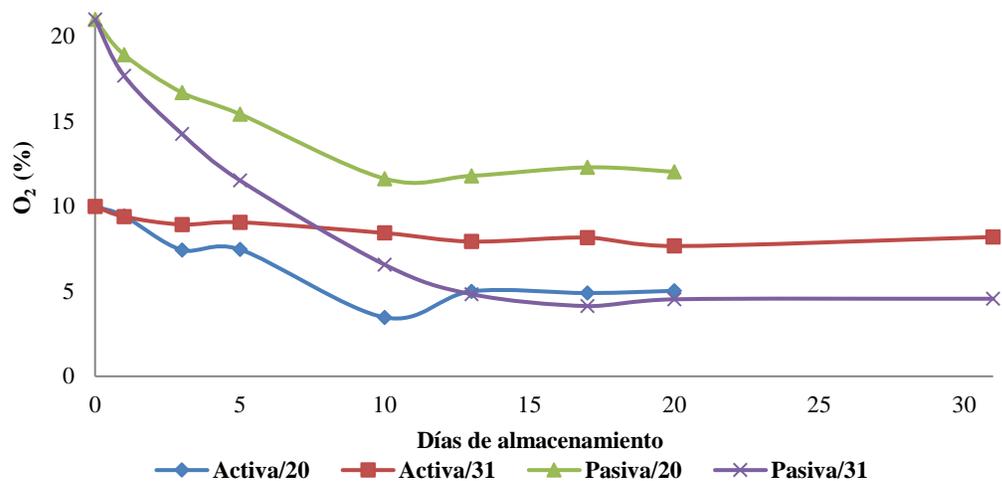


Figura 4. Evolución de las concentraciones de O₂ (%) en las distintas condiciones de atmósfera modificada de varas de tulipán, activa y pasiva, almacenadas a 0°C por 20 y 31 días a 0°C.

Cuadro 3. Concentraciones promedio de O₂ para ramos de tulipán envasados en atmósfera modificada a 0°C

	O ₂ (%)		
	1	3	5
Activa	9,41 a	8,18 a	8,26 a
Pasiva	18,31 b	15,48 b	13,48 b

*Letras distintas en dirección vertical indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En el caso del CO₂, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las fechas de medición, esto se debería a que al comenzar con una misma concentración de gases inicial el comportamiento en todos los tratamientos fue similar. Además, la estabilización de la concentración del gas no se alcanza de una manera tan evidente como en el caso del O₂, esto se puede deber a que según Mir y Beaudry (2004), si la tasa de absorción de O₂ por el producto es más o menos la misma que su producción de CO₂ (que es lo que ocurre en todos los casos, salvo en procesos de fermentación), el gradiente de CO₂ será mucho menor que el gradiente de O₂, por lo que el estado de equilibrio podría ocurrir de una manera más lenta.

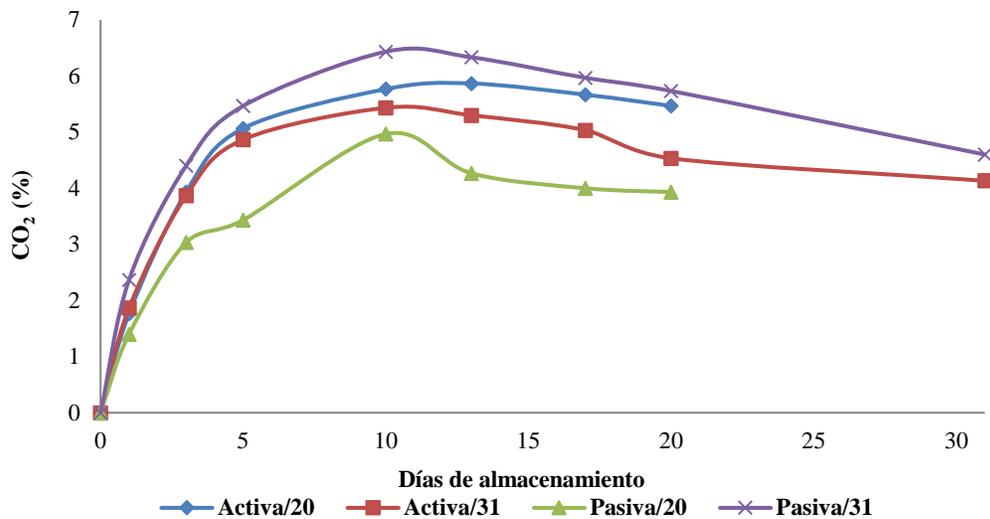


Figura 5. Evolución n de las concentraciones de CO₂ (%) en las distintas condiciones de atmósfera modificada, activa y pasiva, almacenadas a 0°C por 20 y 31 días.

Lo ocurrido en este ensayo es comparable con la dinámica de gases encontrada por Liu et al. (2003) en rosas almacenadas a 0°C, en donde se alcanzó el equilibrio entre los 7 y los 10 días de almacenamiento. Esto se opone con los ocurrido en frutos, donde el equilibrio se alcanza en una menor cantidad de días, como se ha demostrado a través de estudios realizados en pera almacenada a -1,1°C con polietileno de baja densidad (Wang y Sugar,

2013) y nectarín almacenado a 0°C con polietileno microperforado (Wang y Long, 2014), en donde se llegó a un estado de equilibrio a los 2 y 7 días respectivamente. El porcentaje de gas en el empaque al momento de alcanzar el equilibrio está directamente relacionado con el tipo de empaque, temperatura, microporosidad y la permeabilidad de éste (Christie et al., 1995). Según lo estudiado por Candan (2008), en atmósfera modificada con duraznos variedad O'Henry, el punto de equilibrio para empaques de alta permeabilidad se alcanzó con 19% O₂ y 3% de CO₂, mientras que el mismo punto para empaques de baja permeabilidad se consiguió con 7% O₂ y 6,5% de CO₂.

Ensayos realizados por Bishop et al. (2007), con atmósfera modificada en claveles y rosas almacenados durante 25 días a 0°C, también lograron llegar a niveles de estabilidad de gases, las concentraciones de CO₂ llegaron hasta valores de 2,5% en claveles y 4% en rosas, condición similar se obtuvo en este ensayo, alcanzándose el equilibrio alrededor del 5%.

Deshidratación

El porcentaje de deshidratación es notable en el caso de los tratamientos testigos, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos sometidos a atmósfera modificada (Figura 6), valores de hasta 21,5% se observaron en el tratamiento testigo.

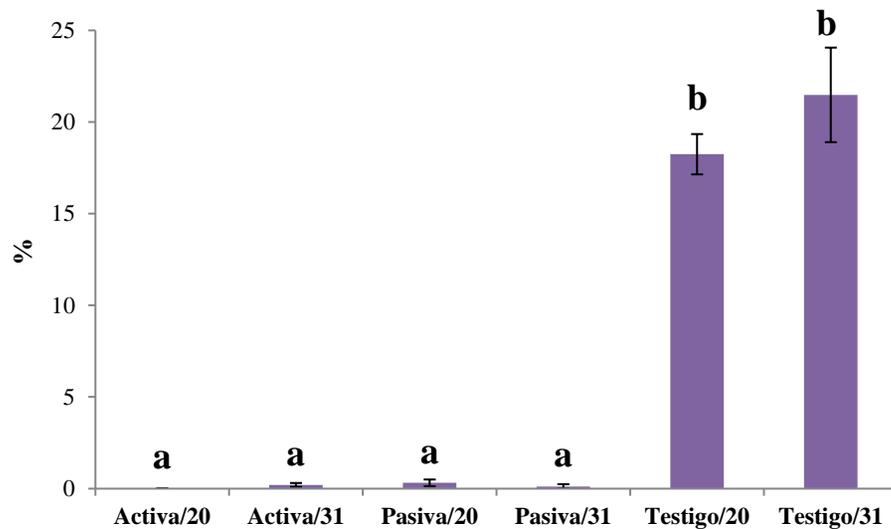


Figura 6. Deshidratación (%) promedio (\pm DE, n=3) y análisis estadístico, de las varas de tulipán, luego de almacenamiento por 20 y 31 días. Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Estudios han estimado que cuando la pérdida de peso en clavel alcanza un valor próximo al 20%, ya ha perdido la calidad comercial (Martínez-Madrid et al., 1998). Jiang et al. (2015), estudió el efecto de la deshidratación en rosas, en éste se observa que sobre 15% de deshidratación las flores comienzan a presentar disminución en su calidad.

Según los resultados obtenidos en este estudio se presume que la deshidratación es el factor que mayor efecto causó sobre la vida en florero, puesto que el estado de deshidratación influyó sobre la capacidad de los ramos para rehidratarse. En el caso de flores almacenadas en envase convencional, debido al alto porcentaje de deshidratación con la que las los ramos salían del periodo de almacenamiento, el proceso de rehidratación no se consiguió realizar completamente. Uno de los factores que influiría en este proceso de deshidratación es el área expuesta por el botón de tulipán, ya que lo hace más susceptible a la pérdida de humedad en comparación a otros productos vegetales, donde existe un área significativamente menor, como ya ha sido descrito en otros estudios (Retamales y Defilippi, 2000). En la deshidratación también influirían características como el estado fenológico, la apertura del botón floral, la variedad y la especie, además del potencial hídrico que posea la vara, además de fenómenos como el taponamiento bacterias xilemático (Van Doorn y Han, 2011).

Vida en florero

Notas

Se estimaron las notas utilizando una escala sensorial (Cuadro 2), que dio como resultado una calificación promedio para observaciones realizadas sobre tallo, hoja y botón floral, para luego realizar un promedio general con estos tres parámetros (Cuadro 3).

- **Evaluación órganos por separado.** En cuanto a la evaluación de cada uno de los parámetros de esta escala por separado (tallo, hoja, botón floral), el botón floral tuvo un comportamiento bastante similar al promedio en general, y se mantuvo constantemente a la baja (Figura 7), éste fue el parámetro que obtuvo los peores valores entre los 2 y los 6 días (Figura 8).

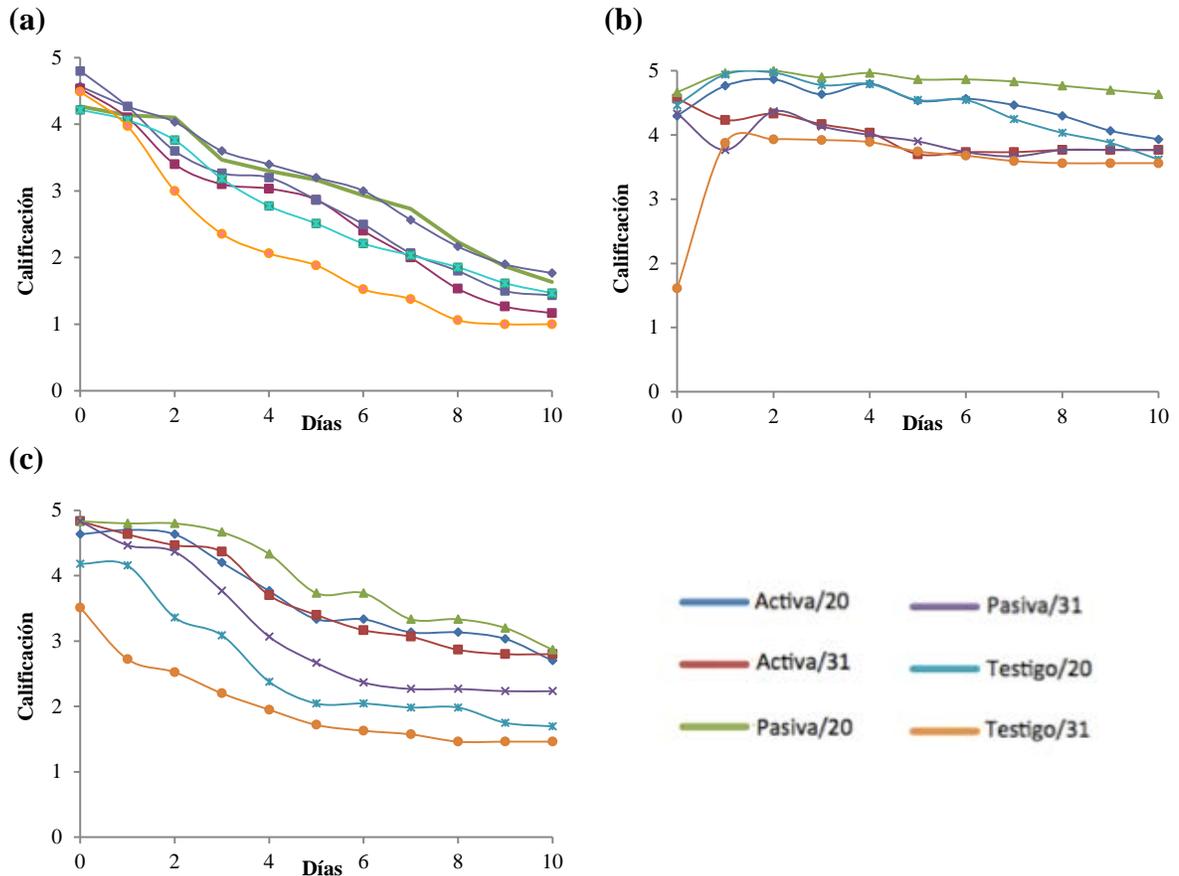


Figura 7. Evolución de las notas evaluadas a través de una escala sensorial de los distintos parámetros: botón floral (a), tallo (b) y hoja (c) durante la vida en florero de ramos de tulipán almacenados por 20 y 31 días.

Al momento de la evaluación de los tallos, se pudo ver que su comportamiento fue constante, salvo por lo ocurrido con el tratamiento testigo con 31 días de almacenamiento, el cual inició su vida en florero con calificación inferior a 2 el día 0, para luego recuperarse (Figura 7). Dentro de los tres órganos que componen una flor de corte, el tallo es el más sensible a la deshidratación, esto debido a que es capaz de reaccionar rápidamente a estímulos, como la cantidad y calidad del agua a utilizar, o a daños y alteraciones que pueda sufrir el xilema (cavitación), lo que disminuye su calidad (Twumasi et al., 2005). Esto coincide con la leve alza que obtuvieron la mayoría de las calificaciones en el día 1 en florero, presumiblemente debido a la re-hidratación que sufrió la vara floral luego de los días de almacenamiento en seco. A pesar de lo sensible que es este órgano a la deshidratación, presentó los más altos niveles de vida en florero, presentando diferencias significativas con los otros dos órganos en cuatro de los seis análisis realizados para cada uno de los empaques y días de almacenamiento utilizados, ya que en ninguno de los tratamientos bajó de los 10 días (Figura 8). Estudios realizados por Chakrabarty et al. (2011) en gerberas variedad 'Calcutta Orange' demuestran la sensibilidad que posee este

órgano a la rehidratación luego de un periodo de almacenamiento, gerberas rehidratadas en agua fría obtuvieron mejores resultados que las rehidratadas en agua caliente, las cuales sufrieron de la curvatura de vara, lo que disminuyó su calidad comercial.

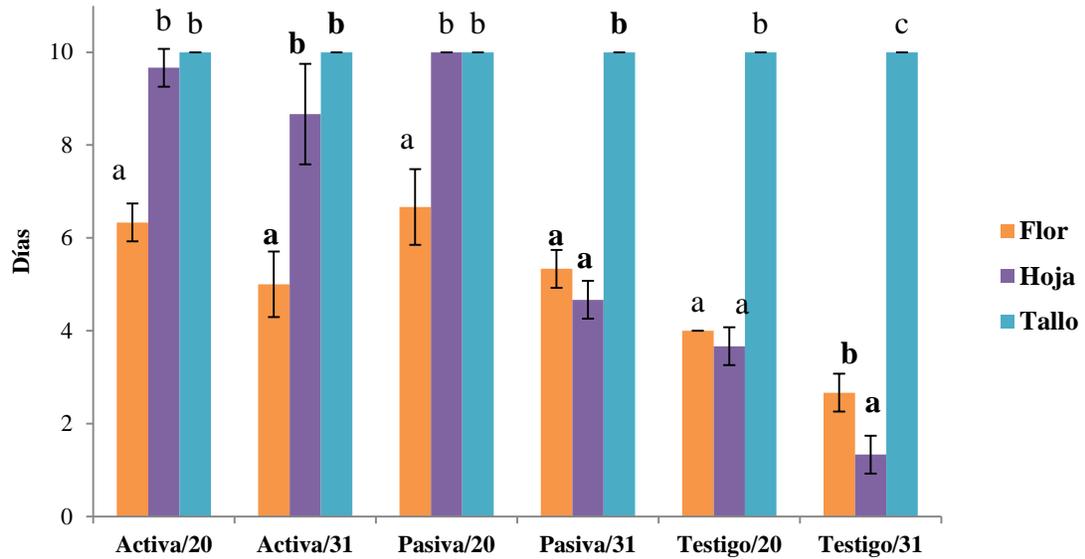


Figura 8. Estimación de durabilidad promedio (\pm DE, $n=3$) en vida en florero, de los distintos tratamientos para los tres parámetros evaluados (tallo, hoja, botón floral) en ramos de tulipán. Letras distintas en dirección vertical en cada uno de los tratamientos indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los 6 análisis estadísticos realizados.

Finalmente, el comportamiento de las hojas presentó una disminución progresiva de los valores diarios y una fecha de descarte que superó los 8 días en el caso de las atmósferas modificadas y cercanas a los 3 días para los tratamientos testigo (figuras 7 y 8).

Al comparar los tres órganos evaluados en este estudio, se puede observar que el botón floral es el más limitante al momento de establecer la vida en florero, puesto que es el parámetro que menor durabilidad tiene en los tratamientos de atmósfera modificada activa almacenados por 20 y 31 días y atmósfera pasiva almacenada por 20 días obteniéndose diferencias significativas con respecto de los otros órganos en cada uno de los análisis, esto se debería al efecto que la atmósfera modificada provocaría. A pesar de esto el tiempo de almacenamiento también tendría un efecto considerable en la durabilidad, puesto que en el tratamiento atmósfera modificada pasiva almacenado por 31 días tanto botón floral como hoja presentan bajos niveles de durabilidad, presentando diferencias significativas con el tallo. Algo similar ocurre para los análisis realizados a los tratamientos testigo almacenados por 20 y 31 días, donde los valores tanto de hoja como botón floral son menores que en tallo, esta vez, es la hoja la que presenta menores valores, identificándose diferencias

significativas con el botón floral en el tratamiento testigo almacenado por 31 días, esto se debería a la severa deshidratación a la que fue expuesto.

El análisis de estos tres órganos es fundamental, puesto que todos ellos son de vital importancia en el mercado de las flores de corte, en donde se busca un botón floral de color llamativo, maduro y con ausencia de defectos, longitud y rectitud de tallos y uniformidad, verdor y calidad del follaje (Reid, 2009).

- Evaluación general. Para la estimación de la duración de la vida en florero, se consideró que el descarte de las flores ocurriría con calificaciones promedios menores a 3. Se observó que tratamientos almacenados con atmósfera modificada (tanto activa como pasiva) durante 20 días, alcanzaron una vida en florero cercana a los 10 días, en comparación al tratamiento testigo, que en la misma cantidad de tiempo de almacenamiento no superó los 6 días (Cuadro 4). En cuanto al almacenamiento durante 31 días, los envases con atmósfera modificada alcanzaron valores de entre 6,3 a 7,3 días de vida en florero promedio, mientras que el envase convencional no logró superar los 3 días (Figura 9). Detalles de imágenes de cada uno de los tratamientos a lo largo de los días se encuentran en Apéndice IV.

Cuadro 4. Evolución de notas, evaluada a través de una escala sensorial, de los distintos tratamientos a lo largo de su vida en florero, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Tratamiento/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,5	4,6	4,5	4,1	4,0	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8*
Activa / 31	4,6	4,3	4,1	3,9	3,6	3,3	3,1	2,9*	2,7	2,6	2,6
Pasiva /20	4,6	4,6	4,6	4,3	4,2	3,9	3,8	3,6	3,4	3,3	3,0*
Pasiva/31	4,7	4,2	4,1	3,7	3,4	3,1	2,9*	2,7	2,6	2,5	2,5
Testigo/20	4,3	4,4	4,0	3,7	3,3	3,0	2,9*	2,8	2,6	2,4	2,3
Testigo/31	3,2	3,5	3,2	2,8*	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0

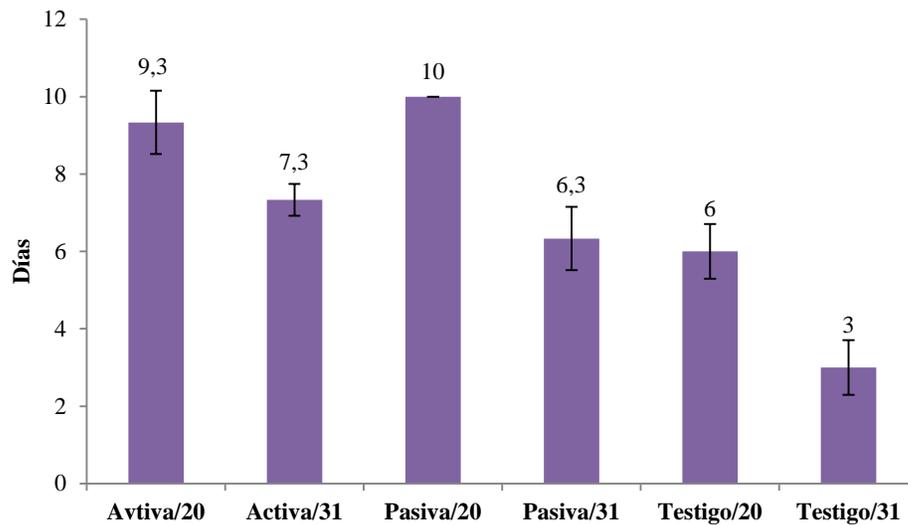


Figura 9. Vida en florero (días) promedio (\pm DE, $n=3$), de varas de tulipán, estimada a través de una escala sensorial de cada uno de los tratamientos en estudio.

Al analizar estadísticamente estos resultados, se observa que no existe interacción entre los factores “días de almacenamiento” y “tipo de empaque”, por lo que se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples a cada uno de estos factores por separado. En cuanto al factor “tipo de envase” (Cuadro 5), sólo se aprecian diferencias significativas con respecto a los tratamientos testigos, por lo que en este caso sería igualmente recomendable utilizar un envase con una atmósfera modificada activa o pasiva.

Cuadro 5. Vida en florero promedio alcanzada por los tratamientos utilizados en el experimento, con respecto a los distintos tipos de empaques.

Tipo de envase	Vida en florero (d)
AM Activa	8,33 a*
AM Pasiva	8,16 a
Testigo	4,5 b

*Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En cuanto al factor “días de almacenamiento”, existe una diferencia significativa entre el almacenamiento a 20 y 31 días, llegando a valores máximos de 8 días en florero (Cuadro 6).

Cuadro 6. Vida en florero promedio alcanzada por los tratamientos, con respecto a los distintos periodos de almacenamiento.

Periodo de almacenamiento	Vida en florero (d)
20 Días	8,44 a*
31 Días	5,55 b

*Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

La escala elaborada en este estudio es similar a la utilizada por Durigan y Mattiuz (2009) para gerberas, en el cual se utilizó una escala de 1 a 4, calificando los parámetros color y calidad de lígulas, turgencia y curvatura de tallo y cantidad de inflorescencias abiertas. Los pocos antecedentes que entregan estas escalas, hacen necesario la utilización de parámetros más objetivos y relacionados a las preferencias comerciales de los consumidores, así como también de un panel entrenado que sea capaz de evaluarlos.

Comportamiento por variedad

A pesar de que la cantidad de resultados no son suficientes para generar un análisis estadístico, a modo de aproximación se realizó una comparación del comportamiento de cada una de las variedades utilizadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Evolución de notas de las varas de cada una de las variedades, señalando el día de término de vida en florero.

Tratamiento/Variedad	Royal virgin	Ile de france	Pretty woman	Ollioules	Jan van nes	Margarita púrpura	Viking naranjo	Leen vd mark bicolor
Activa/20	10	9	10	9	10	9	9	10
Activa/31	9	8	7	6	10	6	7	8
Pasiva/20	10	10	10	10	10	10	10	10
Pasiva/31	8	6	7	6	10	6	6	6
Testigo/20	6	8	5	7	10	6	5	9
Testigo/31	6	5	4	3	3	5	2	3

Analizando su comportamiento, se puede observar que la variedad que obtuvo las calificaciones más altas durante postcosecha fue 'jan van nes', superando los 10 días tanto en almacenamiento de 20 como de 31 días, aunque el tratamiento testigo almacenado durante 31 días tuvo una vida en florero de 3 días, inferior a lo ocurrido con otras variedades. En cuanto a los que tuvieron menores calificaciones en postcosecha se encuentra 'viking naranjo', la cuál además de poseer la menor durabilidad en florero

(tratamiento testigo almacenado por 31 días alcanzó sólo 2 días de durabilidad), sus varas luego del periodo de almacenamiento, no presentaron la calidad adecuada según los parámetros estandarizados en la escala de calidad utilizada en este estudio, alcanzando calificaciones inferiores a 3 durante el día 0. Sin embargo, debido al proceso de rehidratación, logró elevar valores por sobre 3 sus calificaciones durante el día 1, para luego volver caer por bajo los niveles de calidad aceptada después del día 2. Variedades como ‘margarita púrpura’ y ‘pretty woman’ demuestran la importancia que tiene un tiempo adecuado de almacenamiento, puesto que los tratamientos con tiempos de 31 días sufrieron una baja en su vida en florero respecto al almacenamiento por 20 días.

El grupo al que pertenece cada variedad puede ser la causa de la diferencia de comportamiento entre variedades. Mientras las variedades del grupo ‘triumph’ alcanzaron promedios de durabilidad de 7,6 y 8,8 días, las variedades del grupo ‘double early’ y ‘darwin hybrids’ variaron entre 6,5 y 7 días. Esto se debería a las diferencias genéticas que existen entre distintos cultivares. Estudios de Tang et al. (2013) realizados con marcadores moleculares a 57 distintas variedades de tulipán, indican que el grupo triumph tiene una diferencia genética de 0,04 con double early y de 0,05 con ‘lily flowering’, mientras ‘double early’ tiene una diferencia genética de 0,12 con ‘lily flowering’, esto conllevaría diferencias morfológicas en aspectos como fecha de floración, largo de tallo, número, longitud y ancho de tépalos y color de polen. Tulipanes del grupo triumph se caracterizan por poseer flores simples, tallos de longitud media y floración a mediados de temporada, mientras que el grupo ‘double early’ posee flores dobles que son principalmente de tallo corto y floración temprana y el grupo ‘darwin hybrids’ flores simples, tallos largos y floración a mediados de temporada. Estas diferencias influirían en como la flor enfrenta su vida en florero, puesto que se presume que botones más pequeños y de textura más compacta serían más resistentes a factores como la deshidratación, entendiendo que es menor la superficie expuesta a la deshidratación (Retamales y Defilippi, 2000).

Los comportamientos individuales de cada una de las variedades se especifican en el Apéndice V.

Color

Dentro de este estudio se analizó el comportamiento que tuvo el color de hojas a lo largo de los días en florero, descomponiendo estos en 3 valores (L, a* y b*). Los resultados obtenidos se especifican a continuación (Figura 10):

L (Componente luminosidad). Tuvo una tendencia a aumentar con el tiempo, alcanzando una correlación con las notas específicas para este órgano de 0,52. Esto se justificaría puesto que la tendencia de las hojas es a presentar colores más claros y cercanos al espectro blanco a medida que se aumenta su senescencia.

a* (Componente Verde/Rojo). Este espectro se comportó de manera errática a través del tiempo, registrando diferencias en las mediciones, sobre todo en los primeros días de medición. La correlación para este parámetro fue muy baja. Esto se debería a que este espectro considera tonos que van desde el verde al rojo, por lo que las mediciones siempre se deberían mantener en el espectro de los verdes.

b* (Componente Azul/Amarillo). Este parámetro tuvo una tendencia al alza en sus valores a lo largo de los días de medición de vida en florero. Se observó una alta correlación con las notas obtenidas en la evaluación sensorial, obteniendo valores de 0,51. El alza de los valores y la correlación obtenidas se justificaría ya que los valores positivos hacia los que se tiende corresponden al espectro de amarillos, lo que coincide con la clorosis que presentan las hojas en el proceso de senescencia.

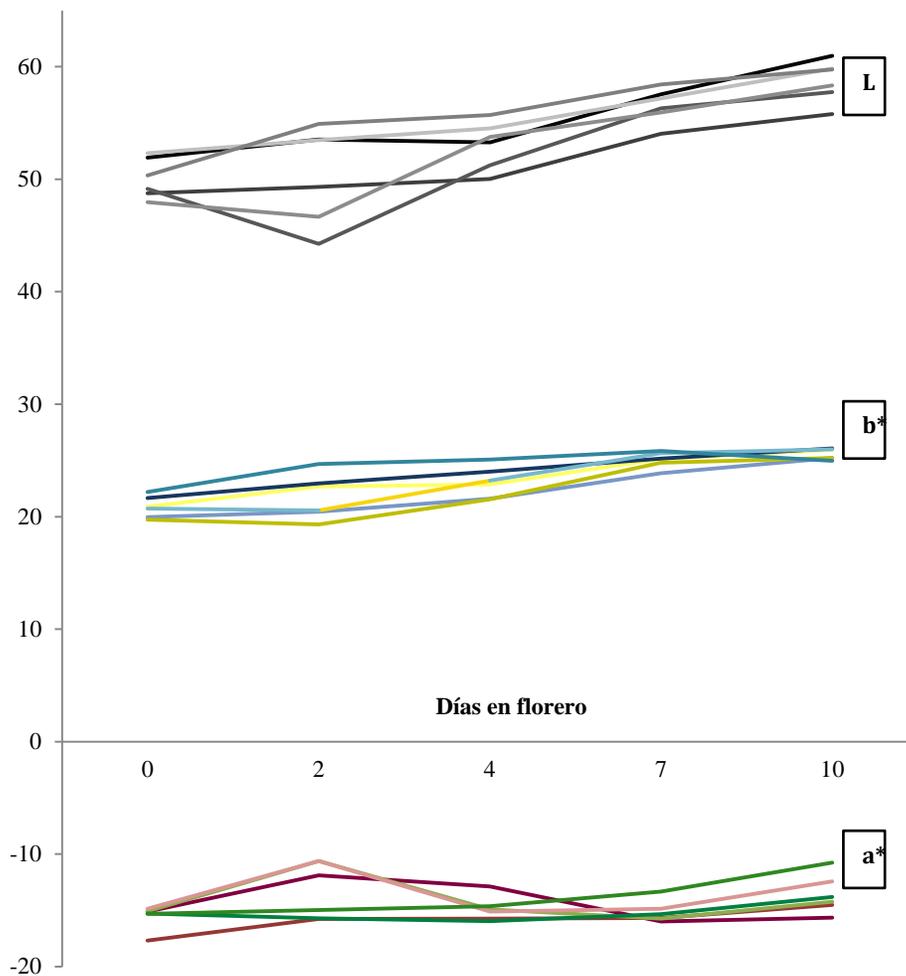


Figura 10. Evolución de los distintos espectros L, a* y b*, en hojas de varas de tulipán durante la vida en florero.

Villaseca (2005), estudió con anterioridad el comportamiento del color en hojas de alstroemeria y sus resultados son bastante similares a lo ocurrido en este ensayo. Los valores de "L" variaron entre 40 y 55, los valores de "b*" variaron entre 20 y 30. Los valores de "a*" fueron los que menos variación registraron, manteniéndose prácticamente constantes en los -10 aproximadamente, a diferencia de lo ocurrido en este ensayo, en el cual éste parámetro fue el que registró mayor variación. Van Doorn y Stead (1997) establecieron que el inicio del amarillamiento sirve como indicador de la senescencia de la hoja, lo que se vería relacionado con el aumento de los valores de b* acercándose a espectros más cercanos al amarillo. Esto se relacionaría con la degradación de la clorofila ocurrida durante la senescencia, debido a un incremento en la actividad de la enzima clorofilasa (Watada, 1986).

La variabilidad del color de flor, debido a la utilización de distintas variedades en este ensayo hizo imposible un análisis preciso de este parámetro, no se encontraron estudios que relacionaran el uso del colorímetro con la senescencia y abscisión de pétalos en flores de corte, por lo que sería recomendable la realización de ensayos al respecto para confirmar la relación que tendría este parámetro con el comportamiento de este órgano a lo largo de la vida en florero.

El color, tanto de hojas como de botón floral, son parámetros muy importantes al momento de la elección de compra. Estudios realizados por Aros (2010), indican que el color de flor es el carácter más apreciado por los consumidores, por lo que sería de mucha importancia estudiar éste u otros métodos para medir y estandarizar el color tanto de botón floral como de hoja. Alternativas que podrían ser adecuadas son la utilización de tablas de color o la creación de un protocolo para la evaluación sensorial.

CONCLUSIONES

- La técnica de atmósfera modificada proporciona una mayor vida en florero de varas de tulipán, sin embargo no existen diferencias significativas entre los dos tipos de atmósferas, por lo que técnicamente resultaría más fácil implementar un sistema de atmósfera modificada pasiva, puesto que es más económico y se necesita menos especialización para su realización.
- La deshidratación fue el parámetro que mayores diferencias obtuvo en este estudio y por lo tanto posiblemente el más limitante en la vida postcosecha de tulipanes almacenados en atmósfera modificada. Esto ocurriría debido a la barrera que significaba el envase que evitó la pérdida de agua.
- Utilizar atmósfera modificada sería recomendable para transportes prolongados (transporte marítimo o transporte terrestre a destinos lejanos), lo que permitiría llegar a mercados como Japón y Estados Unidos por vía marítima o mercados más cercanos, vía terrestre, puesto que estas tecnologías proporcionarían un aumento en el tiempo de almacenamiento comparado con envases tradicionales, permitiendo así llegar a estos mercados con un producto competitivo y en contraestación.
- Este ensayo proporciona un aporte al estudio de la postcosecha de flores de tulipán, sin embargo las diferencias existentes entre las variedades utilizadas, indican que se deben realizar estudios más exhaustivos, para obtener datos precisos de cada variedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, J., 1991. La postcosecha de flor cortada: utilización de soluciones de conservación. *Hortofrutícola*, 9: 74-77.
- Aros, D. 2010. Floral scent evaluation of alstroemeria. Tesis Doctor of Philosophy. Cardiff, UK: Cardiff University, School of Biosciences. 202-203p.
- Aros, D; K. Orellana y V. Escalona. 2013. Descripción del daño causado por etileno en flores de corte (pp. 190). En: Congreso sociedad agronómica de Chile (64°, septiembre de 2013, Viña del Mar, Chile). 64° Congreso Sociedad Agronómica de Chile, XXII Congreso Chileno de Fitopatología: Libro de resúmenes. X. Besoain, M Castro, G. Flores, C. Torres (Eds.). Viña del Mar, Chile. 285p.
- Asrar, W. 2012. Effects of some preservative solutions on vase life and keeping of snapdragon (*Antrrhium majus L.*) cut flowers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11: 29-35.
- Belloso, O. y G. Oms. 2005. Efecto de la atmósfera modificada en las características físico-químicas y nutricionales de la fruta fresca cortada. En: Simposium “Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y vegetales frescos cortados” (marzo de 2005, La Habana, Cuba). Proyecto XI. 22 Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. La Habana, Cuba. 47-58p.
- Bishop, CFH.; AJ. Gash; E. Mathas and I. Finlayson. 2007. Use of modified packaging with cut flowers. (pp. 515-51). En: International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals (december of 2007, Bangkok, Thailand). Proceedings of the International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals. S. Kanlayanarat, T.A. Nell, J. Eason (Eds.). Bangkok, Thailand. 556p.
- Briones, M. 2003. Análisis del panorama floricultor nacional y propuesta de estrategia comercial para productores y comerciantes de liliun y/o tulipán. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.16-26; 53-57p.
- Candan, P. 2008. Beneficios de la utilización de embalajes plásticos en la conservación de duraznos, ciruelas y cerezas producidas en Argentina. INTA, Alto Valle, Argentina. 11p.
- Chahín, M.; G. Verdugo y A. Montesinos. 2002. Manejo postcosecha de flores (Boletín INIA N° 82). Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco, Chile. 33p.
- Chakrabarty, S.; B. Chandra; P. Munsu and N. Roychowdhury. 2011. Effect of water temperature on rehydration and vase life of gerbera 'calcutta orange'. (pp. 39-48). En:

International symposium on flower bulbs and herbaceous perennials (10°, January of 2011, Lisse, Netherlands). Proceedings of the X International symposium on flower bulbs and herbaceous perennials. J.E. van den Ende, A.T. Krikke, A.P.M. den Nijs (Eds.). Lisse, Netherlands. 441p.

Char, C.; A. Silveira; C. Inestroza-Lizardo; A. Hinojosa; A. Machuca and V. Escalona. 2012. Effect of noble gas-enriched atmospheres on the overall quality of ready-to-eat arugula salads. *Postharvest Biology and Technology*, 73: 50-55.

Christie, G.; J. Macdiarmid; K. Schilephake and R. Tomkins. 1995. Determination of film requirements and respiratory behaviour of fresh produce in modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 6: 41-54.

Coller, D. 1997. Changes in respiration, protein and carbohydrates of tulip tepals and astroemeria petals during development. *J. Plant Physiol*, 150: 446-451.

Durigan, M. and B. Mattiuz. 2009. Effects of temperature on some senescence parameters during dry storage of cut flowers of gerbera 'Suzanne' (pp. 399-407). En: International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants (9°, December of 2009, Odense, Denmark). Proceedings of the IX International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants. C.-O. Ottosen, B. Grout, R. Mueller (Eds.). Odense, Denmark. 407p.

Elgar, H.; A. Woolf and R. Bielek. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. *Postharvest Biology and Technology*, 16: 257-267.

Errazuriz, LF y E. Muchnik. 1996, enero. Visión crítica de la agricultura chilena y sus políticas. (Estudio), Centro de estudios públicos. Santiago, Chile. 142-188p.

Evans, A. and R. Van der Ploeg. 2009, April. Sea freight on the rise. *Floraculture International*, 19: 36-39p.

FIA (Fundación para la Innovación Agraria), Chile. 2003. Especies florícolas evaluadas en Chile: Resultados de proyectos impulsados por FIA. Santiago, Chile: Fundación para la innovación agraria. 276p.

González-Aguilar, G; E. Yahia y M. Silveira. 1997. Predicción de la atmósfera en aguacate empacado en bolsas de polietileno y evaluación de su calidad durante el almacenamiento. *Horticultura Mexicana*, 5(4): 351-360.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), Chile, 2007. Censo agropecuario y forestal 2007. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.

Jiang, Y; M. Khan; Z. Wang; J. Liu; J. Xue; J. Gao and Ch. Zhang. 2015. Cu/ZnSOD involved in tolerance to dehydration in cut rose (*Rosa hybrida*). [en línea]. *Postharvest biology and technology*. 100: 187-195. Recuperado en: <

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521414002737>> Consultado el 25 de noviembre de 2014.

Kader, A. 2007. Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. Tercera edición. Davis, EEUU: Universidad de California . 570p.

Leida, C.; G. Ríos; J. Soriano; B. Pérez and G. Llíces. 2011. Identification and genetic characterization of an ethylene-dependent polygalacturonase from apricot fruit. *Postharvest Biology and Tecnology*, 62: 26-34p.

Liu, Z; Y. Gariépy and G. Raghavan. 2003. Modified atmosphere storage of cut roses with silicone membrane. (pt 03-316). En: CSAE/SCGR 2003 meeting (July 6-9 of 2013, Québec, Canada). Québec, Canada. 6p.

Mansilla, A. 1995. Evaluación preliminar del empleo de tecnología de atmósfera modificada en la conservación frigorífica de dos variedades de Rosas (*Rosa sp.*). Memoria Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaiso. 101p.

Martín, L y F. Robledo de Pedro. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2° ed. Madrid, España: Ediciones Mundi-Pensa. 503-511p.

Martínez-Madrid, M.; P. Fernández; M. Serrano y F. Romojaro. 1998. Factores que determinan la vida útil comercial del clavel. *Plantflor*, 3: 25-78.

Mir, N. and Y. Beaudry. 2004. Modified atmosphere Packaging. *Agriculture Handbook*, 66: 15p.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias), Chile. 2007, diciembre. Estudio del mercado interno de las flores (Estudio), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura de Chile. 83p.

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias), Chile. 2013, septiembre. Balanza commercial de productos agropecuarios (Estudio). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura de Chile. 26p.

Reid, M. 2009. Postcosecha y manejo de las flores de corte. 1° edición. Davis, EEUU: Hortitecnia Ltda. 38p.

Retamales, J. y B. Defilippi. 2000. Manejo de postcosecha: particularidades del manejo de la uva. (Boletín, Uva de mesa en Chile). Centro regional de investigación La Platina, Santiago, Chile. 304-309p.

Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. *Food and teconology*, 43: 381-392

Serrano, M.; F. Romojaro; J. Casas and M. Acosta. 1991. Ethylene and polyamine metabolism in climacteric and nonclimacteric carnation flowers. *HortScience*, 26(7): 894-896.

Skrzypek, E; K. Miyamoto and M. Saniewski. 2004. Jasmonates are essential factors inducing gummosis in tulips: mode of action of jasmonates focusing on sugar metabolism. *Journal of plant physiology*, 162: 495-505.

Tang, N.; A. Shahin; P. Bijman; J. Liu; J. Van Tuyl and P. Arens. 2013. Genetic diversity and structure in a collection of tulip cultivars assessed by SNP markers. *Scientia horticultrae*. 161: 286-292.

Teixeira, J. 2003. The cut flower: postharvest considerations. *Journal of Biological Sciences*, 3(4): 406-442.

Tulip World. [en línea]. Milwaukee, EEUU. Recuperado en: < <http://www.tulipworld.com/>> Consultado el: 9 de noviembre de 2012.

Twumasi, P.; W. Van Ieperen; E. Woltering; A. Emons; J. Schel; J. Snel; U. Van Meeteren and D. Marwijk. 2005. Effects of water stress during growth on xylem anatomy, xylem functioning and vase life in three *Zinnia elegans* cultivars. (pp. 303-307). En: International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants (8º, february of 2005, Doorwerth, Netherlands). Proceedings of the VIII International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants. N. Marissen, W.G. van Doorn, U. van Meeteren (Eds.). Doorwerth, Netherlands. 423p.

Van Doorn, W. and S. Han. 2011. Postharvest quality of cut lily flowers. *Postharvest Biology and Tecnology*, 62: 1-6.

Van Doorn, W; J. Hibma and J. De Wit. 1992. Effect of exogenous hormones on leaf yellowing in cut flowering branches of *Alstroemeria pelegrina* L. *Plant growth regulation*, 11: 59-62.

Van Doorn, W. and A. Stead. 1997, april. Abscission of flowers and floral parts. *Journal of Experimental Botany*, 48(309): 821-837.

Villaseca, M. 2005. Postcosecha de *Alstroemeria* var. 'Irena': Determinación de la tasa respiratoria y efecto de la aplicación de etileno. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 51p.

Wang, Y. and L. Long. 2014. Respiration and quality responses of sweet cherry to different atmospheres during cold storage and shipping. *Postharvest Biology and Tecnology*. 92: 62-69.

Wang, Y. and D. Sugar. 2013. Internal browning disorder and fruit quality in modified atmosphere packaged 'Bartlett' pears during storage and transit. *Postharvest Biology and Technology*, 83: 72-82.

Watada, A. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food technology*, 40(5): 82-85.

Zhang, Z.; D. Huber and J. Rao. 2011. Ripening delay of mid-climateric avocado fruit in response to elevated doses of 1-methylcyclopropene and hypoxia-mediated reduction in internal ethylene concentration. *Postharvest Biology and Technology*, 60: 83-91.

Zobayed, S; J. Armstrong and W. Armstrong. 1999. Cauliflower shoot-culture: effects of different types of ventilation on grow and physiology. *Plant science*, 141: 209-217.

APÉNDICES

Apéndice I

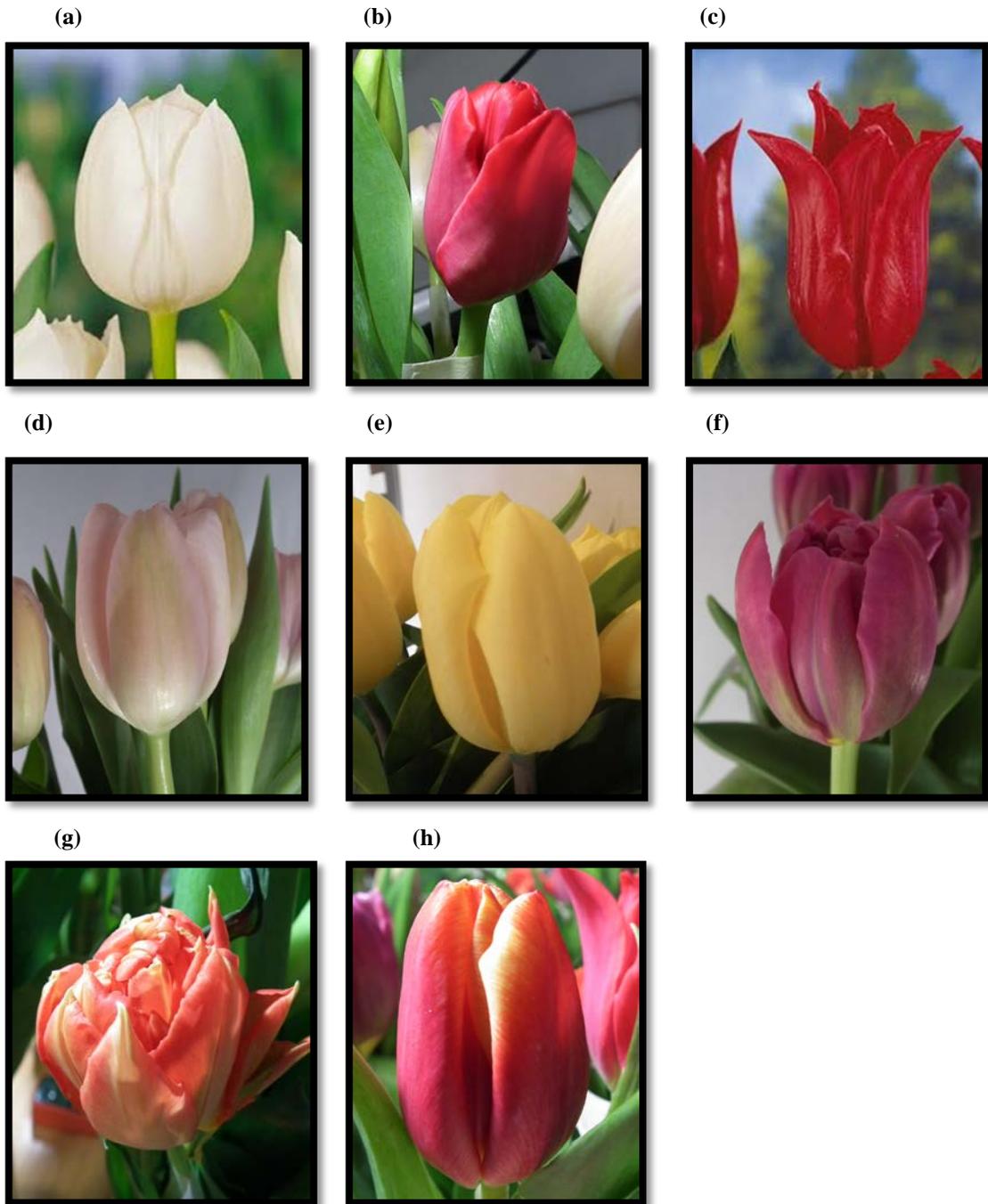


Figura 1. Apariencia de cada una de las variedades utilizadas para este estudio. Royal Virgin (a), Ile de France (b), Pretty Woman (c), Ollioules (d), Jan Van Nes (e), Margarita Púrpura (f), Viking Naranja (g), Leen vd Mark Bicolor (h).

Cuadro 1. Disposición de las distintas variedades dentro de los ramos utilizados para cada tratamiento.

Trat.	Vara									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1R1	Ollioules	Ile de France	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Ollioules	Viking Naranjo	Jan Van Nes	Ile de France	Pretty Woman	Leen vd Mark Bicolor
T1R2	Ollioules	Ollioules	Ollioules	Margarita Púrpura	Pretty Woman	Jan Van Nes	Viking Naranjo	Royal Virgin	Leen vd Mark Bicolor	Ile de France
T1R3	Ile de France	Ollioules	Ile de France	Ollioules	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Jan Van Nes	Viking Naranjo	Jan Van Nes	Margarita Púrpura
T2R1	Leen vd Mark Bicolor	Leen vd Mark Bicolor	Pretty Woman	Ollioules	Viking Naranjo	Ile de France	Pretty Woman	Ollioules	Ile de France	Ile de France
T2R2	Margarita Púrpura	Ollioules	Ollioules	Pretty Woman	Ile de France	Royal Virgin	Leen vd Mark Bicolor	Viking Naranjo	Leen vd Mark Bicolor	Jan Van Nes
T2R3	Margarita Púrpura	Leen vd Mark Bicolor	Viking Naranjo	Royal Virgin	Leen vd Mark Bicolor	Ollioules	Pretty Woman	Ile de France	Ollioules	Jan Van Nes
T3R1	Ile de France	Viking Naranjo	Leen vd Mark Bicolor	Royal Virgin	Leen vd Mark Bicolor	Ollioules	Ollioules	Ile de France	Ollioules	Pretty Woman
T3R2	Viking Naranjo	Jan Van Nes	Jan Van Nes	Pretty Woman	Ollioules	Jan Van Nes	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Ile de France	Jan Van Nes
T3R3	Leen vd Mark Bicolor	Ollioules	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Ile de France	Royal Virgin	Viking Naranjo	Ile de France	Margarita Púrpura	Pretty Woman
T4R1	Pretty Woman	Viking Naranjo	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Leen vd Mark Bicolor	Royal Virgin	Pretty Woman	Ile de France	Ollioules	Jan Van Nes
T4R2	Margarita Púrpura	Leen vd Mark Bicolor	Pretty Woman	Viking Naranjo	Ollioules	Ollioules	Ollioules	Jan Van Nes	Royal Virgin	Jan Van Nes
T4R3	Jan Van Nes	Ollioules	Margarita Púrpura	Viking Naranjo	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor	Royal Virgin	Ile de France	Leen vd Mark Bicolor	Pretty Woman
T5R1	Margarita Púrpura	Ollioules	Ollioules	Jan Van Nes	Ile de France	Pretty Woman	Leen vd Mark Bicolor	Royal Virgin	Ile de France	Viking Naranjo
T5R2	Viking Naranjo	Ollioules	Royal Virgin	Pretty Woman	Ile de France	Ile de France	Jan Van Nes	Margarita Púrpura	Ollioules	Leen vd Mark Bicolor
T5R3	Leen vd Mark Bicolor	Viking Naranjo	Jan Van Nes	Royal Virgin	Leen vd Mark Bicolor	Ollioules	Ollioules	Viking Naranjo	Pretty Woman	Ollioules
T6R1	Ollioules	Royal Virgin	Ollioules	Margarita Púrpura	Ollioules	Ile de France	Pretty Woman	Leen vd Mark Bicolor	Leen vd Mark Bicolor	Viking Naranjo
T6R2	Leen vd Mark Bicolor	Leen vd Mark Bicolor	Jan Van Nes	Pretty Woman	Ile de France	Ollioules	Pretty Woman	Viking Naranjo	Ile de France	Ollioules
T6R3	Leen vd Mark Bicolor	Leen vd Mark Bicolor	Viking Naranjo	Ollioules	Jan Van Nes	Viking Naranjo	Pretty Woman	Jan Van Nes	Ile de France	Leen vd Mark Bicolor

Apéndice II

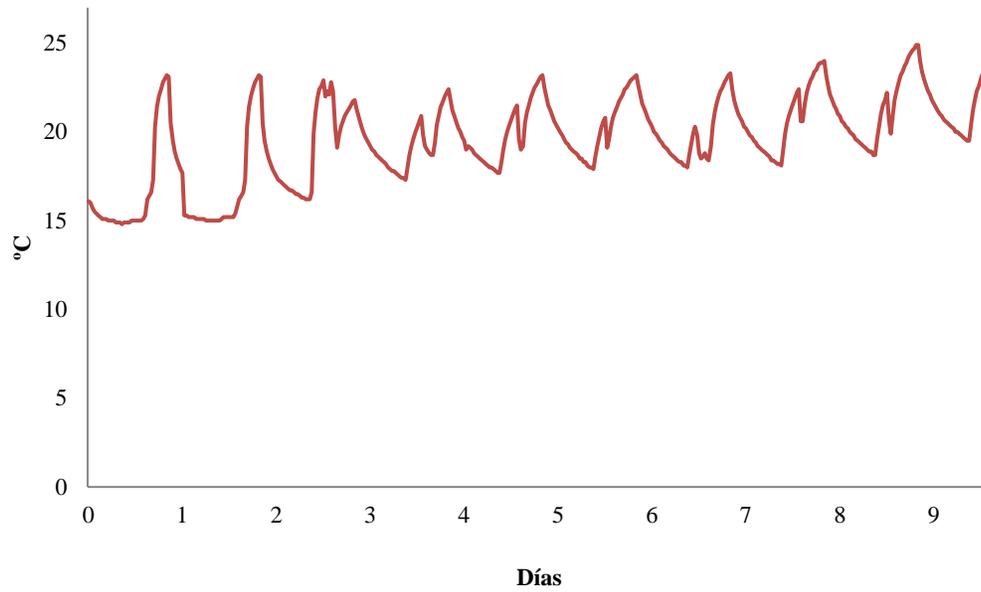


Figura 1. Temperatura ambiente durante vida en florero de ramos almacenados 20 días.

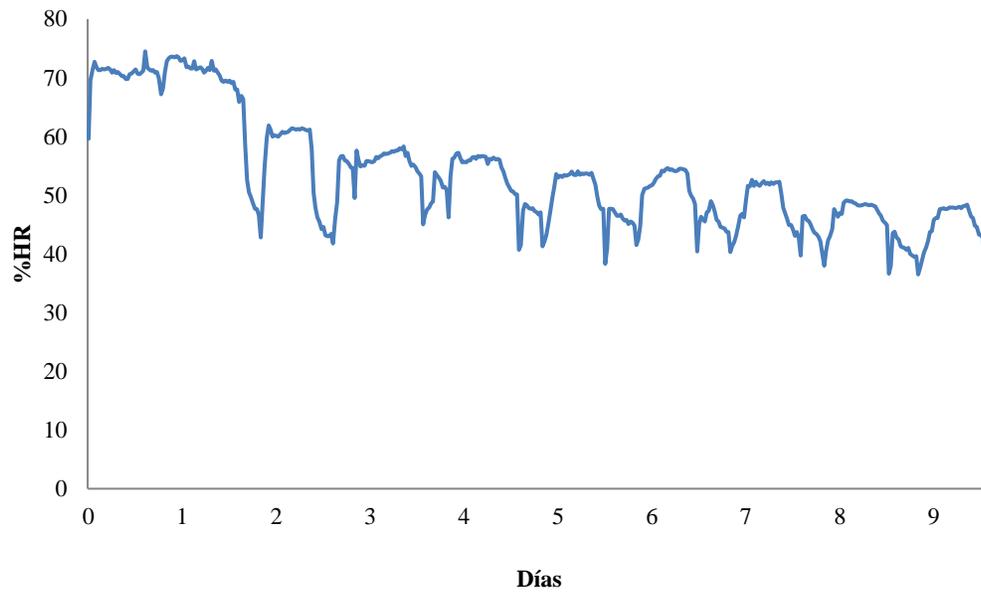


Figura 2. Humedad ambiente durante vida en florero de ramos almacenados 20 días.

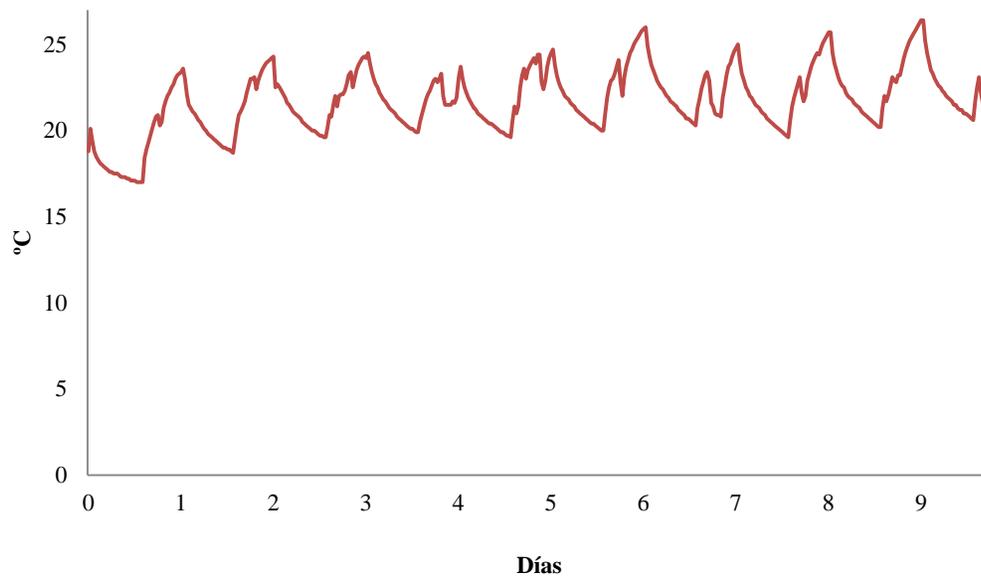


Figura 3. Temperatura ambiente durante vida en florero de ramos almacenados 31 días.

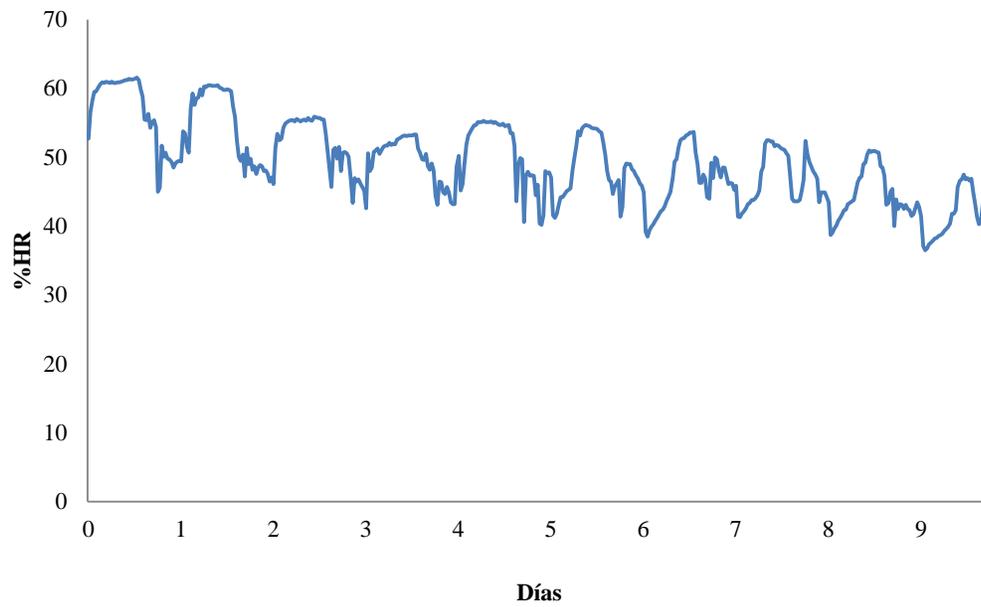


Figura 4. Humedad ambiente durante vida en florero de ramos almacenados 31 días.

Apéndice III

Escala utilizada para la estimación de cada uno de los niveles

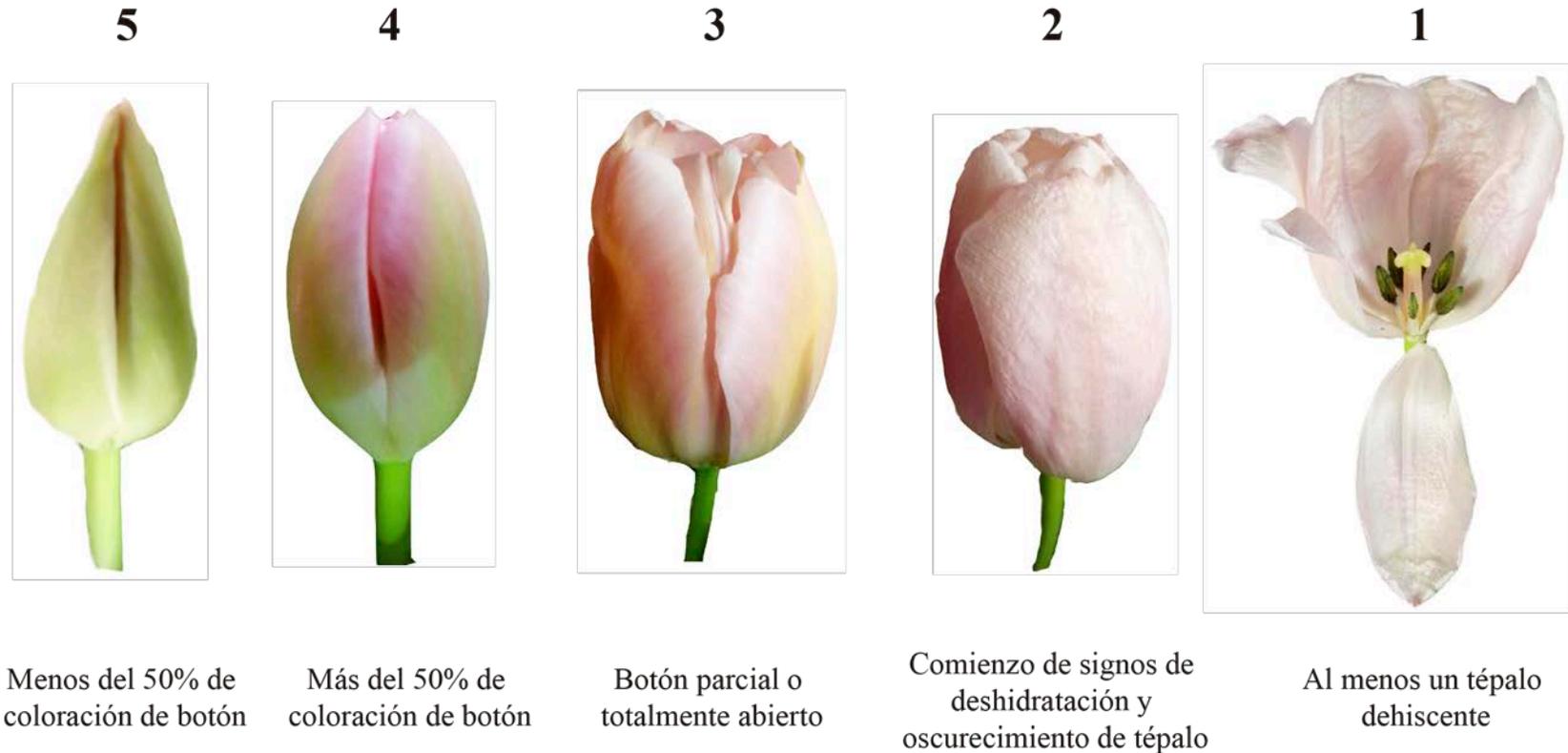


Figura 1. Imágenes y especificaciones representativas de cada uno de los niveles de la escala utilizada para la evaluación de botón floral. Correspondiendo 5 a la mejor calificación y 1 a la peor.

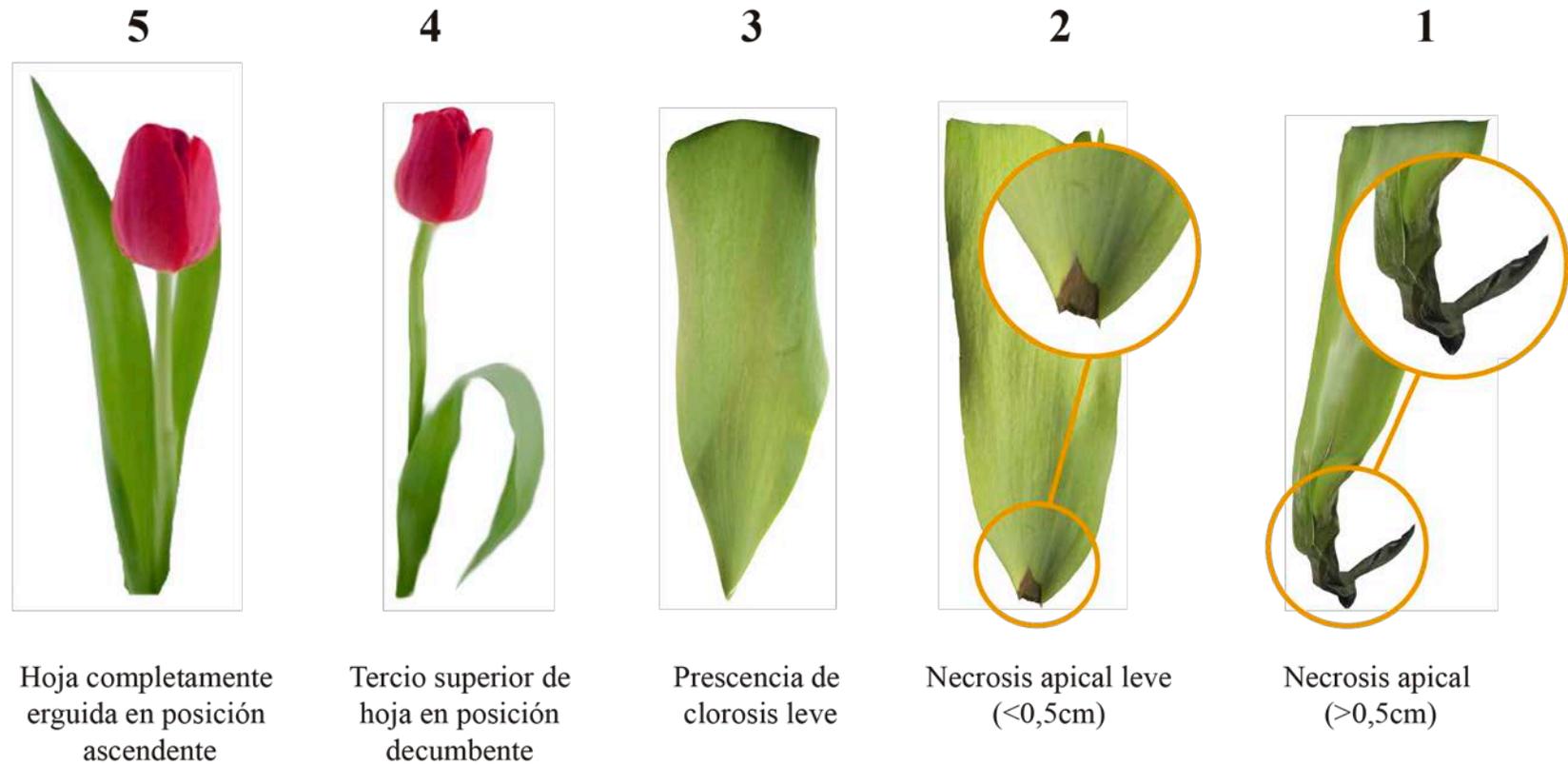


Figura 2. Imágenes y especificaciones representativas de cada uno de los niveles de la escala utilizada para la evaluación de hojas. Correspondiendo 5 a la mejor calificación y 1 a la peor.

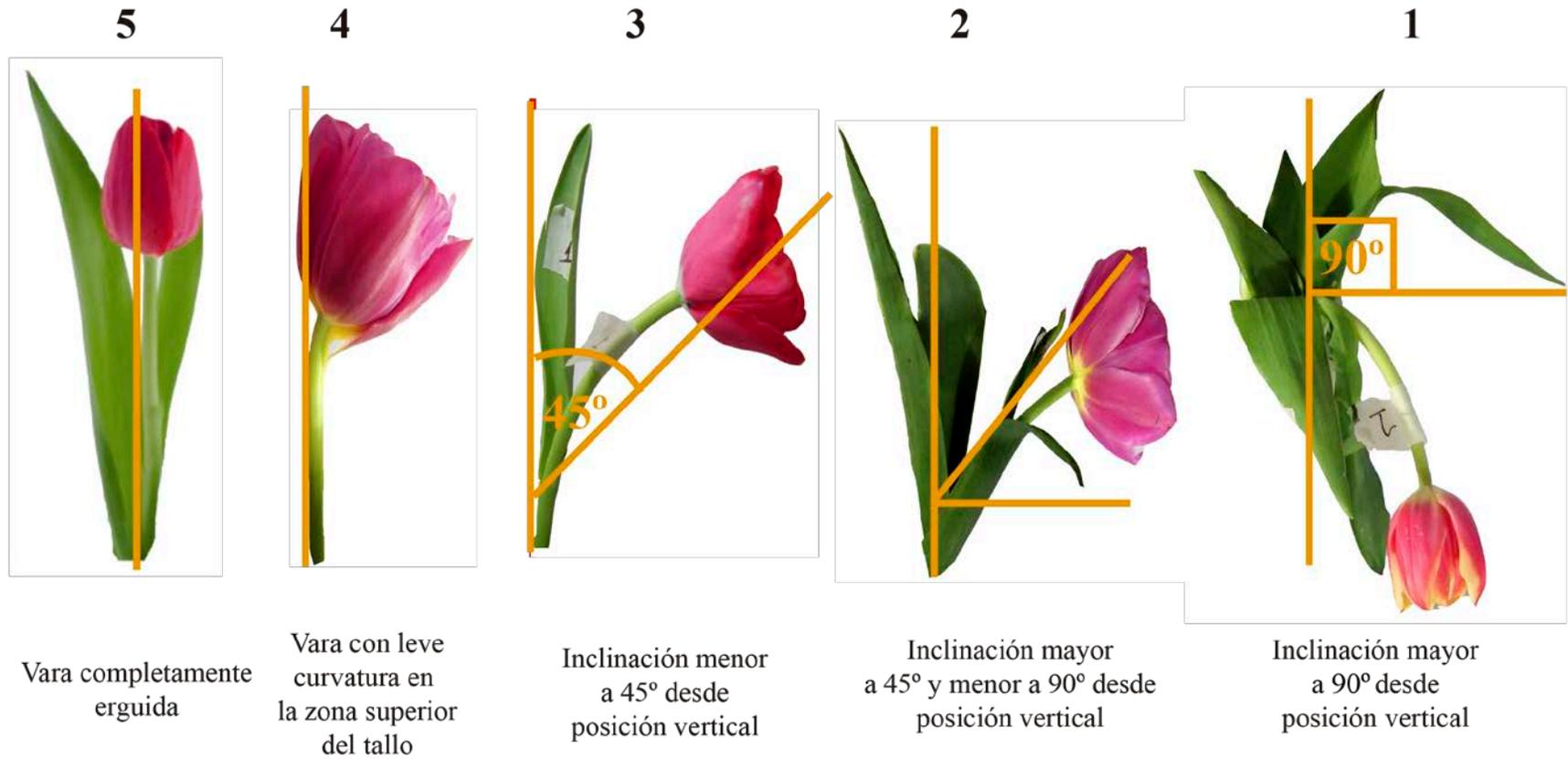


Figura 3. Imágenes y especificaciones representativas de cada uno de los niveles de la escala utilizada para la evaluación de varas. Correspondiendo 5 a la mejor calificación y 1 a la peor.

Apéndice IV

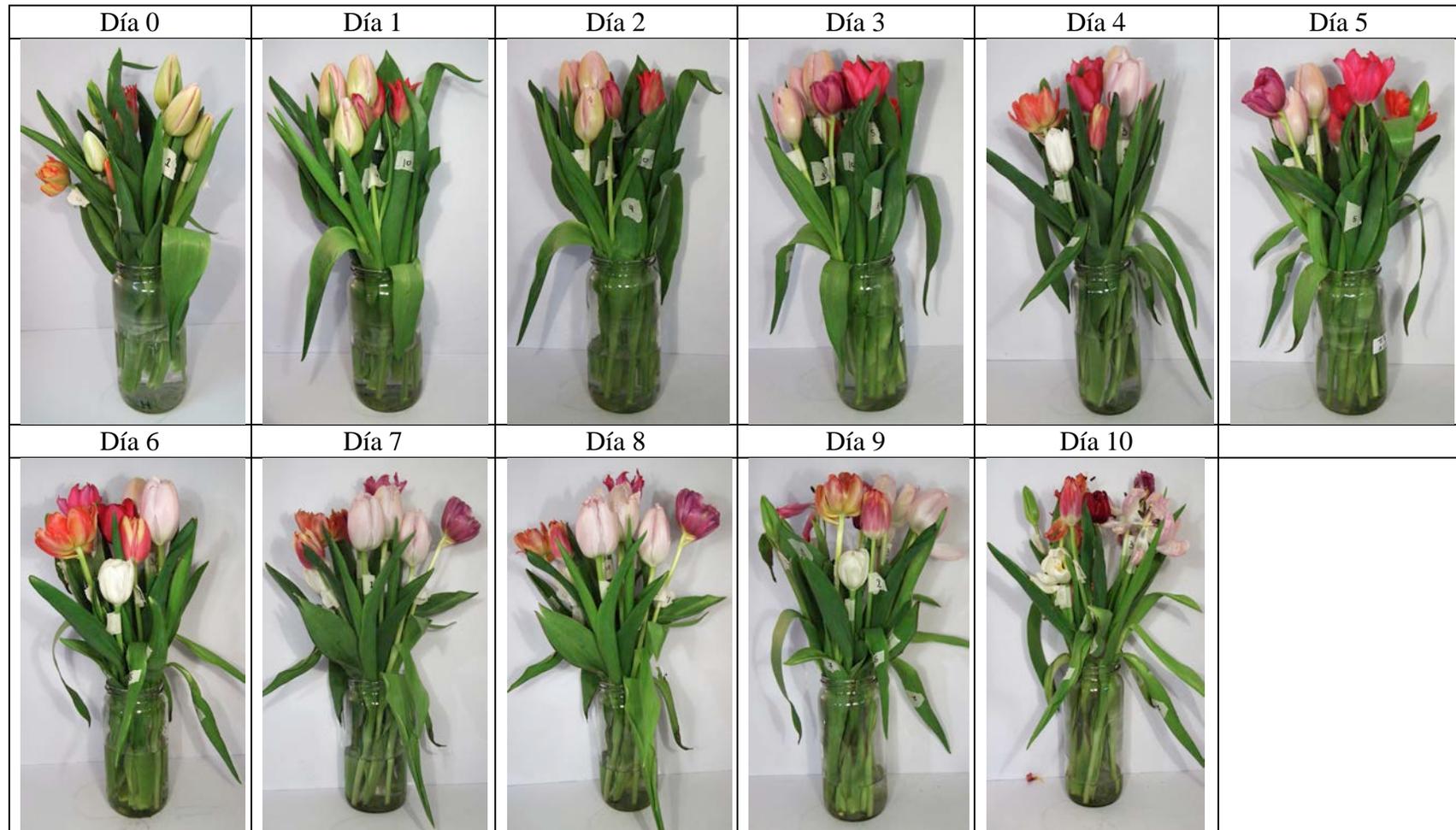


Figura 1. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento atmósfera activa/20 días.



Figura 2. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento atmósfera activa/31 días.



Figura 3. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento atmósfera pasiva/20 días.

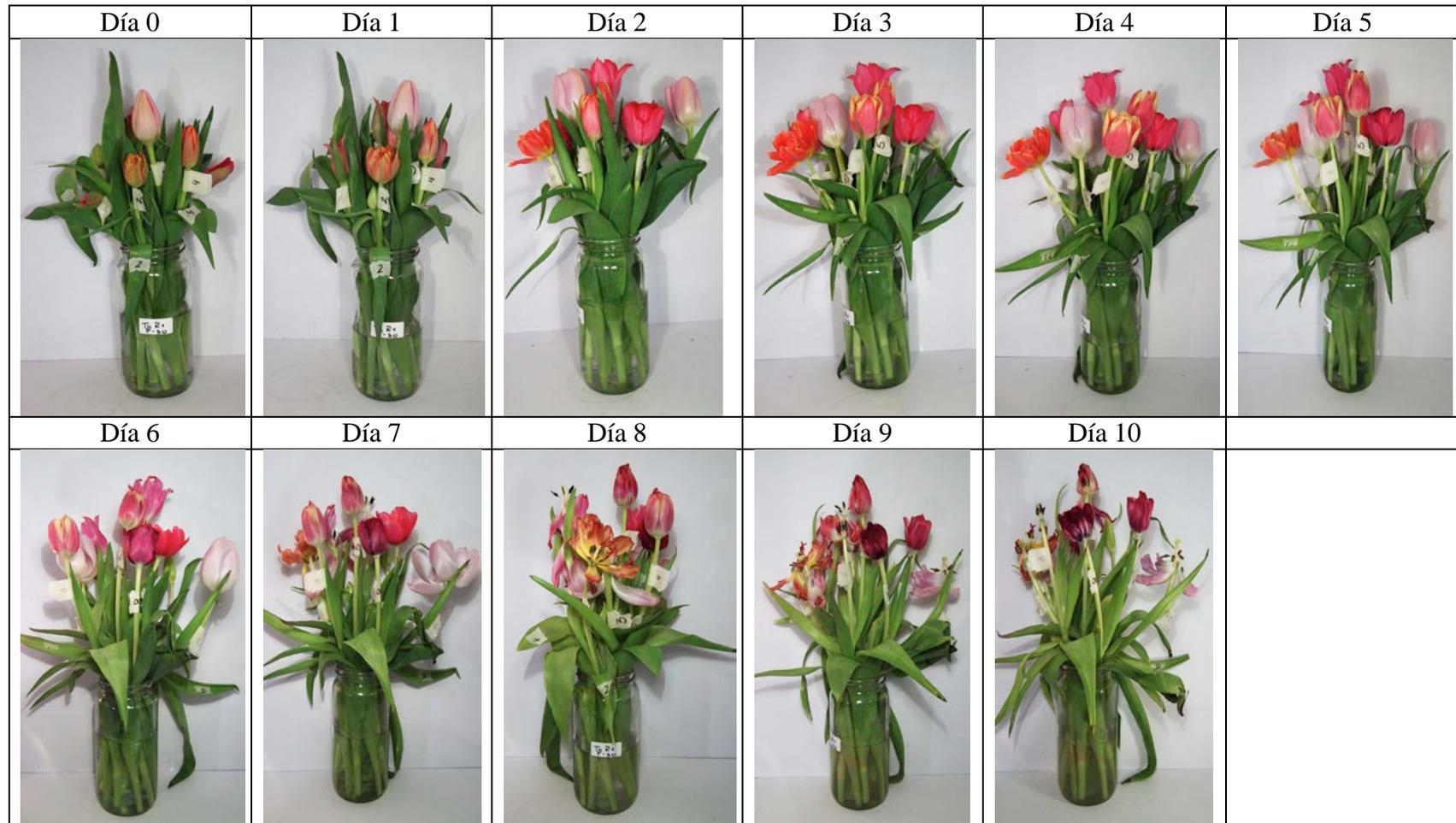


Figura 4. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento atmósfera pasiva/31 días.



Figura 5. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento testigo/20 días.

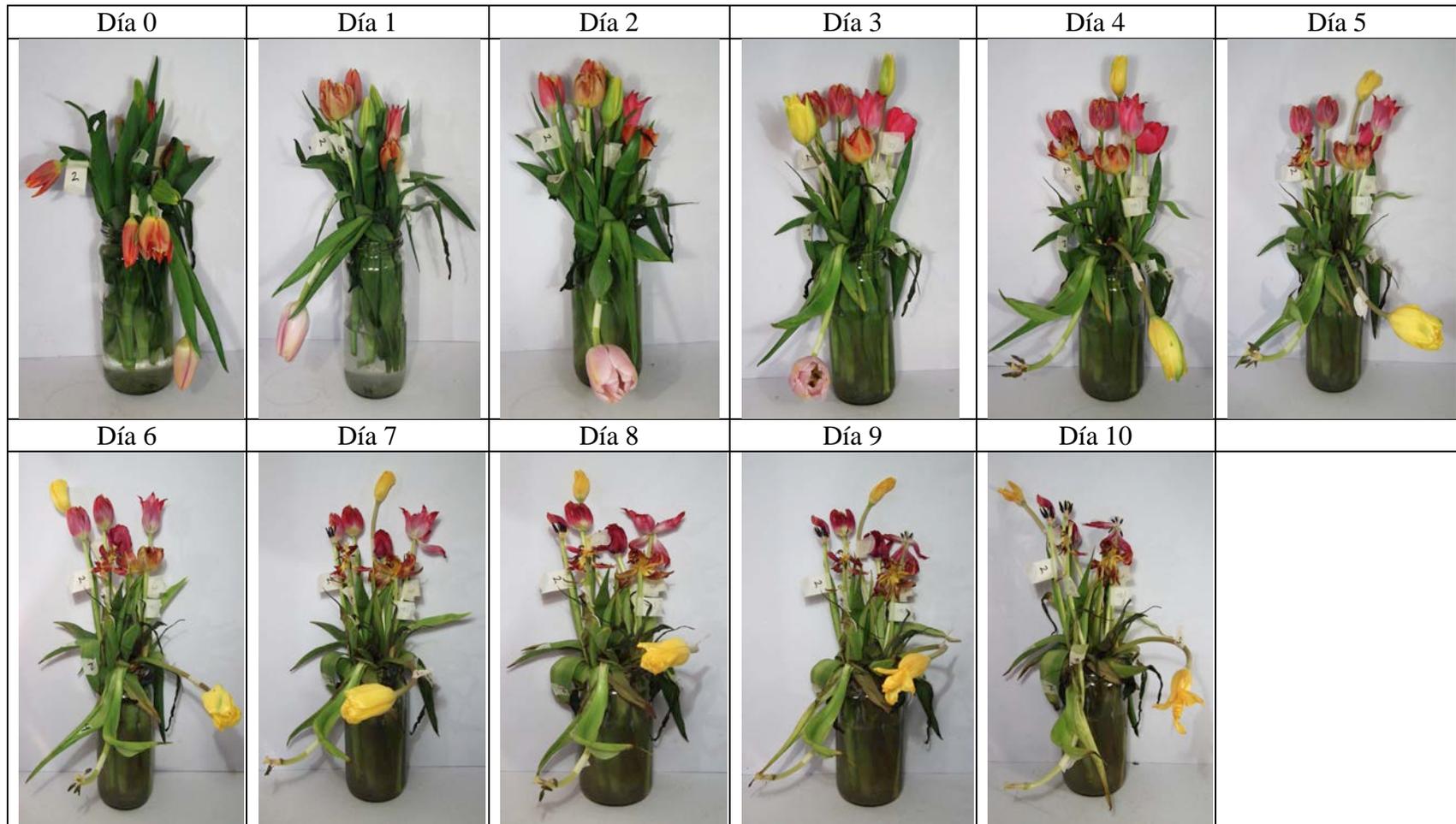


Figura 6. Imágenes de evolución vida en florero para tratamiento testigo/31 días.

Apéndice V

Comportamiento en florero de cada una de las variedades utilizadas en este estudio.

Cuadro 1. Evolución de notas de las varas de la variedad Royal Virgin, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,7	4,7	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,0	4,0*
Activa/31	5,0	4,5	4,0	3,8	3,5	3,3	3,3	3,3	3,0	2,7*	2,7
Pasiva/20	4,8	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	4,3	4,0	3,8	3,7	3,3*
Pasiva/31	4,7	4,3	4,2	3,8	3,7	3,4	3,2	3,1	2,9*	2,7	2,7
Testigo/20	4,8	4,8	4,2	4,1	3,6	3,1	2,8*	2,8	2,7	2,4	2,2
Testigo/31	3,7	4,3	3,7	3,7	3,7	3,7	2,7*	2,7	2,3	2,3	2,3

Cuadro 2. Evolución de notas de las varas de la variedad Ile de France, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,6	4,5	4,3	3,9	3,9	3,8	3,7	3,4	3,1	2,7*	2,3
Activa/31	4,5	4,0	3,8	3,8	3,5	3,4	3,1	3,0	2,8*	2,6	2,5
Pasiva/20	4,7	4,6	4,6	4,3	4,3	4,1	3,9	3,5	3,5	3,1	2,7*
Pasiva/31	4,7	4,2	4,2	4,2	3,2	3,2	2,7*	2,7	2,5	2,3	2,3
Testigo/20	4,8	4,5	4,6	4,3	3,6	3,2	3,0	3,0	2,8*	2,3	2,1
Testigo/31	3,5	3,6	3,3	3,2	3,1	2,8*	2,3	2,3	2,1	2,1	2,1

Cuadro 3. Evolución de notas de las varas de la variedad Pretty Woman, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	5,0	4,7	4,5	4,2	4,2	3,7	3,3	3,3	3,3	3,2	2,5*
Activa/31	4,8	4,3	4,1	3,8	3,3	3,1	3,1	2,8*	2,7	2,6	2,6
Pasiva/20	4,6	4,7	4,7	4,2	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3,0	3,0*
Pasiva/31	4,8	4,4	4,1	3,7	3,4	3,3	3,2	2,8*	2,7	2,7	2,7
Testigo/20	4,7	4,7	3,9	3,6	3,1	2,9*	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2
Testigo/31	3,4	3,8	3,3	3,2	2,9*	2,8	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0

Cuadro 4. Evolución de notas de las varas de la variedad Ollioules, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,8	4,7	4,6	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,0	2,9*	2,6
Activa/31	4,8	4,6	4,2	3,9	3,7	3,3	2,7*	2,5	2,3	2,3	2,3
Pasiva/20	4,7	4,7	4,7	4,4	4,0	3,8	3,8	3,4	3,2	3,0	2,9*
Pasiva/31	4,8	4,0	4,0	3,6	3,5	3,0	2,6*	2,3	2,2	2,2	2,2
Testigo/20	4,6	4,6	4,2	3,9	3,4	3,0	3,0	2,6*	2,4	2,1	2,1
Testigo/31	3,6	3,2	3,1	2,6*	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9

Cuadro 5. Evolución de notas de las varas de la variedad Jan Van Nes, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,1	4,8	4,8	4,7	4,3	4,0	4,1	3,7	3,5	3,5	3,4*
Activa/31	4,7	4,7	4,7	4,7	4,3	3,7	3,8	3,5	3,5	3,5	3,5*
Pasiva/20	4,6	4,9	4,8	4,2	4,3	4,2	4,2	4,0	3,7	3,7	3,5*
Pasiva/31	4,4	4,3	4,3	3,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,1	3,1*
Testigo/20	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,4	3,2	3,2	3,0*
Testigo/31	2,3	3,6	3,2	2,7*	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,7

Cuadro 6. Evolución de notas de las varas de la variedad Margarita Púrpura, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,3	4,3	4,2	3,7	3,7	3,3	3,2	3,0	3,0	2,7*	2,7
Activa/31	4,5	4,2	3,8	3,7	3,7	3,0	2,7*	2,7	2,2	2,2	2,2
Pasiva/20	4,7	4,7	4,3	4,0	4,0	3,3	3,3	3,7	3,7	3,7	2,0*
Pasiva/31	4,2	3,8	3,8	3,7	3,2	3,0	2,7*	2,3	2,5	2,3	2,3
Testigo/20	3,7	4,3	3,8	3,7	3,3	3,0	2,8*	1,8	1,8	1,5	1,3
Testigo/31	3,0	4,0	3,7	3,0	3,0	2,0*	2,3	2,0	1,7	1,7	1,7

Cuadro 7. Evolución de notas de las varas de la variedad Viking Naranja, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	3,8	4,2	4,2	4,0	4,1	3,4	3,4	3,1	3,0	2,8*	2,8
Activa/31	4,1	4,0	3,8	3,6	3,6	3,3	3,1	2,9*	2,7	2,4	2,4
Pasiva/20	4,3	4,3	4,6	4,3	4,3	4,0	3,9	4,0	3,9	3,3	3,3*
Pasiva/31	4,8	3,9	3,9	3,4	3,6	3,3	2,7*	2,6	2,3	2,3	2,3
Testigo/20	3,4	4,0	3,3	3,1	3,0	2,8*	2,6	2,7	2,6	2,3	2,3
Testigo/31	2,6*	3,1	2,7*	2,3	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8

Cuadro 8. Evolución de notas de las varas de la variedad Leen vd Mark Bicolor, indicando con un asterisco (*) el día de término de vida en florero.

Trat/Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activa/20	4,5	4,6	4,6	4,4	4,1	3,8	3,7	3,5	3,3	3,2	3,2*
Activa/31	4,7	4,4	4,2	4,0	3,6	3,4	3,3	3,2	2,9*	2,8	2,7
Pasiva/20	4,5	4,5	4,5	4,7	4,1	3,7	3,7	3,6	3,3	3,3	3,2*
Pasiva/31	4,7	4,2	4,3	3,8	3,5	3,0	2,9*	2,6	2,7	2,5	2,3
Testigo/20	4,6	4,6	4,5	3,7	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8*	2,6
Testigo/31	3,1	3,8	3,3	2,9*	2,7	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3