

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**CARACTERIZACIÓN DEL AROMA DE TRES FLORES DE CORTE**  
**MEDIANTE EVALUACIÓN SENSORIAL E INSTRUMENTAL**

**NICOLE JEANNETTE GARRIDO SAGREDO**

**SANTIAGO – CHILE**

**2017**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**CARACTERIZACIÓN DEL AROMA DE TRES FLORES DE CORTE**  
**MEDIANTE EVALUACIÓN SENSORIAL E INSTRUMENTAL**

**SCENT CHARACTERIZATION OF THREE CUT FLOWERS THROUGH**  
**SENSORY AND INSTRUMENTAL EVALUATION**

**NICOLE JEANNETTE GARRIDO SAGREDO**

Santiago, Chile  
2017

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**CARACTERIZACIÓN DEL AROMA DE TRES FLORES DE CORTE  
MEDIANTE EVALUACIÓN SENSORIAL E INSTRUMENTAL**

Memoria para optar al título Profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

NICOLE JEANNETTE GARRIDO SAGREDO

<b>Profesores Guías</b>	<b>Calificaciones</b>
Sr. Danilo Aros Orellana Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,8
Sra. Marcela Medel Marabolí Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,8
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Sr. Marcos Mora González Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0
Sr. Manuel Casanova Pinto Ingeniero Agrónomo, M. S.	6,7

Santiago, Chile  
2017

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por guiar cada uno de mis pasos a largo de esta etapa. A mis padres y hermanas por apoyarme incondicionalmente en cada una de mis decisiones, creer en mí y darme siempre palabras necesarias para conseguir mis sueños.

A mis profesores guías, Marcela Medel y Danilo Aros, por su disposición y compromiso para realizar esta investigación, y alentarme siempre a seguir adelante.

A Cristina Úbeda y Héctor Morales por su tiempo y paciencia para enseñarme a utilizar el equipo de GC-MS y analizar los resultados.

Al proyecto FONDECYT N° 11130325 por apoyar esta investigación.

A mis amigos de Universidad por colaborar en la realización de este trabajo y por cada uno de los momentos que compartimos en este camino.

A mis amigas de toda la vida por ser un apoyo emocional en los momentos difíciles.

Agradezco también a cada una de las personas que participaron en esta investigación, por su buena voluntad y disposición para ayudarme.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
Hipótesis .....	6
Objetivo general .....	6
Objetivos específicos .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Lugar de estudio.....	7
Material vegetal .....	7
Métodos .....	9
Estudio de percepción sensorial en flores .....	9
Estudio de compuestos aromáticos en flores .....	10
Análisis estadístico.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
Estudio de percepción sensorial en flores .....	12
Caracterización del panel no entrenado.....	12
Atributos más apreciados por los consumidores.....	13
Percepción sensorial a ciegas y con visión.....	14
Diferencias de género en la caracterización hedónica de los consumidores .....	17
Estudio de compuestos aromáticos en flores .....	18
Composición del aroma floral de crisantemo .....	18
Composición del aroma floral de fresa .....	20
Composición del aroma floral de liliun oriental .....	21
Integración de resultados.....	23
CONCLUSIONES .....	25
BIBLIOGRAFÍA .....	26
ÁPENDICE .....	29
ANEXO.....	36

## RESUMEN

Las flores de corte son cultivadas con un fin ornamental siendo el aroma uno de los atributos sensoriales más valorados por los consumidores. El aroma es utilizado como un mecanismo de atracción de polinizadores y se conforma de una mezcla de diversos compuestos volátiles. Con el objetivo de caracterizar el aroma de tres flores de corte del mercado nacional (lilium oriental, crisantemo y fresia) se realizó un estudio sensorial, desarrollado con la participación de 80 personas que evaluaron a ciegas y con visión; y un estudio instrumental de compuestos volátiles, utilizando el método de SPME para realizar la microextracción y un equipo de GC – MS para la identificación. En el primer estudio se determinaron la aceptabilidad e intensidad percibida por los participantes y en el segundo se identificaron los compuestos volátiles presentes en cada una de las especies florales evaluadas. Mediante el análisis sensorial no se pudo establecer una interacción entre los sentidos visual y olfativo en todas las especies florales, donde en aceptabilidad fresia fue la especie mejor evaluada con 6,91 y la especie peor evaluada fue crisantemo con 5,95. En cuanto a intensidad del aroma, lilium oriental fue el evaluado con el mayor valor de 7,14 y crisantemo fue evaluado con el menor valor de 3,96. En la evaluación instrumental de compuestos volátiles se determinó que en lilium oriental existen 17 compuestos donde el más abundante fue  $\beta$ -cis-ocimeno (77,9 %), en fresia se identificaron 6 compuestos donde predomina linalol (59,9 %) y en crisantemo se encontraron 16 compuestos donde predominan tres compuestos: 2-(10)-pineno (19,1 %),  $\beta$ -pineno (18,8 %) y  $\beta$ -farnesano (12,8 %). Además, se determinó que existe una asociación entre la caracterización de los compuestos volátiles de una flor con su aceptabilidad e intensidad aromática, ya que a mayor concentración de un compuesto volátil la percepción de los evaluadores se facilita.

**Palabras clave:** Evaluación sensorial, GC-MS, lilium oriental, crisantemo, fresia.

## ABSTRACT

The cut flowers are grown with an ornamental purpose being the aroma one of the sensorial attributes most valued by the consumers. The aroma is used as a mechanism to attract pollinators and is composed by a mixture of several volatile compounds. In order to characterize the aroma of three cut flowers of the local market (oriental lily, chrysanthemum and freesia) a sensorial study was carried out, with the participation of 80 people who evaluated blind and with vision; and an instrumental study of volatile compounds, using the SPME method to perform microextraction and a GC-MS equipment for identification. In the first study the acceptability and intensity perceived by the participants was determined, and in the second the volatile compounds present in each of the evaluated flowers were identified. Through sensorial analysis it was not possible to establish an interaction between the visual and olfactory senses in all floral species, where in freesia acceptability was the best evaluated with 6.91 and the worst species evaluated was chrysanthemum with 5.95. Regarding scent intensity, oriental lily was evaluated with the highest value of 7.14 and chrysanthemum was evaluated with the lowest value of 3.96. In the instrumental evaluation of volatile compounds, it was determined that in oriental lily there are 17 compounds where the most abundant was  $\beta$ -cis-ocimene (77.9%), in freesia 6 compounds were identified where linalool predominates (59.9%) and in chrysanthemum 16 compounds were found with three major compounds: 2-(10)-pinene (19.1%),  $\beta$ -pinene (18.8%) and  $\beta$ -farnesan (12.8%). In addition, an association between the characterization of the volatile compounds of a flower with its acceptability and aromatic intensity was observed, since the higher concentration of a volatile compound the perception of the evaluators is facilitated.

**Key words:** Sensory evaluation, GC-MS, oriental lily, chrysanthemum and freesia.

## INTRODUCCIÓN

Las flores de corte se caracterizan por poseer atributos de calidad, dentro de los cuales destacan la apariencia de la flor (forma, color y estado de apertura de la flor) y del follaje (equilibrado, sano, completo y brillante) (Verdugo et al., 2006). También sobresale la longevidad de la inflorescencia, la cual está determinada por la apertura de las yemas florales y la longevidad de las flores (Ranwalla y Miller, 2002), asociada por los consumidores a la vida en florero, que está definida como el tiempo en que la vara floral es capaz de conservar sus características organolépticas sin marchitarse. Este período varía en las distintas especies (Van Meeteren et al., 2001). En unos estudios en los cuales se preguntó a los evaluadores los atributos de calidad más importantes apreciados por el consumidor, se observó que los más valorados son el color y el aroma de la flor, por sobre otros atributos como la vida en florero, largo de vara y tamaño de la flor (Aros, 2010; Aros et al., 2015).

Las flores de corte se cultivan con un fin ornamental, por lo tanto, los consumidores determinan la intención de compra generalmente en base a características sensoriales, tales como el aspecto visual y el perfil aromático. El aspecto visual es fácilmente perceptible por las personas, en cambio el aroma no siempre está presente, ya que no existe una gran presencia de flores aromáticas particularmente en el mercado nacional (ODEPA, 2007). El aroma es utilizado por algunas plantas como un mecanismo de atracción de polinizadores ya que su composición se basa en una mezcla de diversos compuestos volátiles, incluyendo compuestos aromáticos, terpenoides y derivados de ácidos grasos, que son identificados por insectos o animales que colaboran con la polinización (Knudsen et al., 1993).

El aroma floral es un carácter muy variable, fácilmente adquirido o perdido de generación en generación (Dudareva et al., 1996). Se ha descrito además que el carácter del aroma se ha seleccionado negativamente en programas de mejoramiento genético por su aparente correlación negativa con la vida en postcosecha (Porat et al., 1993). A pesar de esto, existen flores cuyo aroma es reconocible de manera rápida, como por ejemplo las fresias, especie bulbosa perenne, utilizada como flor de corte, al igual que *lilium* oriental y crisantemo (Bañon et al., 1993).

Existen estudios en los que se ha intentado determinar una relación entre el sentido visual y el olfativo de las personas en la percepción de aromas. Uno de estos estudios fue realizado por Zellner et al. (1991) donde se demostró que en las personas existe la capacidad de detectar aromas correctamente cuando estos se encuentran asociados a colores adecuados (por ejemplo, una solución roja con olor a frutilla). Mientras que Symons (1963) plantea una relación inversa, es decir, que los aromas aumentan la sensibilidad de los sujetos a ciertos estímulos visuales.



Por otro lado, Österbauer et al. (2005) manifiestan una asociación cerebral entre ciertos colores y aromas que se encuentran ligados, es decir, plantea la presencia de una estrecha sociedad entre parejas específicas de olores y colores. Por lo tanto, sugiere la existencia de una correlación neurofisiológica entre las influencias visuales y la percepción olfativa, siendo el color capaz de influir en los juicios de intensidad de aroma.

Lo anterior se confirma con el descubrimiento de que el color rojo, sin sabor añadido a un vino blanco, induce a una ilusión olfatorio perceptual que hace que la descripción del vino en términos olfativos sea realizada como la de un vino tinto, identificando aromas a frutos rojos, florales o vegetales (Morrot et al., 2001).

Gottfried y Dolan (2003) han demostrado que las señales visuales pueden facilitar el funcionamiento de la detección olfativa. Asimismo, hay estudios sensoriales que permiten observar las diferencias en la percepción de aromas entre hombres y mujeres, encontrando que las mujeres poseen la habilidad de identificar mejor los aromas biológicamente relevantes, como el sudor (Dempsey y Stevenson, 2002). Según pruebas de identificación de aromas realizadas por Dempsey y Stevenson (2002) los sujetos masculinos tardan una semana en reconocer correctamente los aromas, en un período entre la realización de la prueba y el aprendizaje del nombre del aroma, siendo evidentes las diferencias psicológicas establecidas entre hombres y mujeres.

En estudios de evaluación sensorial realizados por Aros (2010) en fresias (*Fressia x hybrida*), rosas (*Rosa sp.*) y peonías (*Paeonia lactiflora*), se observa que existe una relación entre los estímulos aromáticos y visuales, ya que las personas sometidas a la evaluación sensorial de flores cubiertas y expuestas no fueron capaces de inhibir el aspecto visual, es decir, evaluaron con un mayor valor el aroma en la escala hedónica aquellas flores que fueron expuestas. Debido a esto, fue posible identificar una asociación positiva entre la percepción visual y la aromática. Sin embargo, esta relación no se establece de forma inversa porque no hay evidencia de que el aroma pueda influir en la percepción visual, ya que se ha descrito que existe un efecto unidireccional entre el sentido de la vista y del olfato (Thesen et al., 2004).

La importancia de esta interacción tiene un efecto considerable en los consumidores, debido a que es un factor que determina la calidad de los productos, factor fundamental en productos ornamentales como las flores de corte.

Debido a que el aroma posee una importancia ecológica y un valor estético, se han realizado diversas investigaciones para determinar los compuestos que otorgan las fragancias a especies como rosa (*Rosa hybrida*; Dobson et al., 1990), clavel (*Dianthus sp.*; Jürgens et al., 2003), petunia (*Petunia axillaris*; Kondo et al., 2006) entre otras especies.

Knudsen et al. (2006) definen el aroma floral como una mezcla de compuestos tales como terpenos, alifáticos, benzenoides, sesquiterpenos, entre otros. Señalan que hay 12 composiciones que se encuentran presentes en la mayor parte de los órdenes de plantas, como por ejemplo: limoneno (71%), ocimeno (71%), linalol (70%),  $\alpha$  – pineno (67%),  $\beta$  – pineno (59%), etc. (Anexo 1). Además, indican que cada perfil aromático es característico de cada flor y que, por lo tanto, la cantidad y abundancia de compuestos es variable.

Para la determinación de los aromas existen diversas técnicas instrumentales de evaluación además del análisis sensorial anteriormente descrito. La evaluación a través de cromatografía de gases integrada a un espectrómetro de masas (GC-MS), ha sido el método más comúnmente utilizado para la evaluación analítica del aroma floral, debido a su alta capacidad de separación de compuestos volátiles (Oh Yeon et al., 2008).

El GC-MS es un instrumento compuesto por dos partes: la cromatografía de gases (GC), fracción que aísla la mezcla de sustancias químicas en impulsos de productos químicos puros; y el espectrómetro de masas (MS), que identifica y cuantifica los productos químicos. Los compuestos se inyectan en el GC y luego son transportados por un gas inerte (no reactivo), por lo general helio, a través del instrumento. Los productos químicos en la mezcla son separados en función de su volatilidad, donde generalmente las pequeñas moléculas viajan más rápido que las moléculas más grandes. Las moléculas son bombardeadas con electrones, que provocan la ruptura en fragmentos, los cuales se convierten en partículas o iones cargados positivamente. Los iones, continúan a través de un campo electromagnético que filtra los iones de acuerdo a su masa, éstos son detectados y cuantificados de acuerdo a su masa específica. Esta información se envía a un computador y un espectro de masas se crea en él (Hübschmann, 2008).

Diversos métodos de análisis se han desarrollado para extraer los componentes volátiles presentes en las flores, como la extracción a través de aceites esenciales volátiles, que son mezclas de sustancias volátiles generalmente presentes en bajas concentraciones. Este proceso de extracción produce pérdidas de compuestos volátiles, necesita grandes cantidades de disolventes, los que además son eliminados, generando un problema adicional al procedimiento y produciendo problemas para la salud del personal de laboratorio. Es debido a esto, que surge la extracción de aromas sin uso de disolventes donde el análisis del espacio de cabeza es el método más utilizado para determinar la composición volátil de flores, ya que otros métodos tienden a cambiar significativamente el perfil volátil (Zu-Guang et al., 2006).

Dentro de los análisis de espacio de cabeza existe el método estático, donde el más utilizado es la microextracción en fase sólida (SPME) estudiado por Arthur y Pawliszyn (1990), técnica que combina extracción y concentración en un solo instrumento. El SPME permite el establecimiento de un equilibrio entre la matriz de la muestra, el espacio de cabeza por encima de la muestra, y una fase estacionaria revestida sobre una fibra de sílice fundida. Esta técnica ha demostrado cada vez ser más útil en química analítica porque es un procedimiento rápido y simple de extracción con una gran capacidad de concentración sin la necesidad de un disolvente orgánico (Zu-Guang et al., 2006).

En los análisis a través de GC-MS se ha estudiado una correlación entre la concentración de los compuestos volátiles y su percepción de intensidad, esto fue determinado por Cacho (2006) en un estudio en el cual se analizaron seis vinos blancos a través de análisis sensorial e instrumental (GC-MS). En esta investigación se observó que al adicionar acetato 3 – mercaptohexilo aumentó la percepción de un descriptor aromático identificado como ‘fruta tropical’, también se demostró que adicionar 2 – feniletilo con acetato de isoamilo aumentó la percepción de la nota aromática ‘dulce – floral’. Además, se estableció que existen algunos compuestos como el linalol, que en altas concentraciones podrían enmascarar ciertos aromas que pueden ser percibidos a través de métodos sensoriales. A pesar de este y otros estudios, que asocian evaluaciones analíticas y sensoriales del aroma, no existen antecedentes previos de este tipo de estudios en aromas florales.

### **Hipótesis**

Existe una relación entre el sentido visual y olfativo que afecta la apreciación de flores de corte.

Existe una asociación entre la caracterización instrumental de compuestos volátiles de una flor con su aceptabilidad e intensidad aromática evaluada sensorialmente.

### **Objetivo general**

Caracterizar el aroma de flores de corte mediante evaluación sensorial e instrumental.

### **Objetivos específicos**

Establecer una relación entre apreciación visual y olfativa.

Caracterizar sensorial e instrumentalmente los compuestos volátiles presentes en tres flores de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio de percepción sensorial en flores se realizó en diciembre de 2014 en el Laboratorio de Análisis Sensorial, del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

El estudio de compuestos aromáticos en flores se realizó en septiembre de 2015 en el Laboratorio de Análisis Cromatográfico y de Capacidad Antioxidante de Alimentos del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Material vegetal

Para ambos estudios, el material vegetal que se utilizó fueron tres especies de flores de corte aromáticas del mercado nacional. Estas especies fueron liliun oriental (*Lilium spp.*) variedad Stargazer, fresias (*Fressia x hybrida*) variedad Oberon y crisantemo (*Chrysanthemum spp.*) variedad Marble. Las muestras eran homogéneas y presentaron condiciones óptimas de calidad (apariencia de flor y follaje). Además, se seleccionaron en el momento de plena antesis, estado descrito como el de máxima emisión de aroma en flores (Knudsen et al., 2006). Para la percepción sensorial se utilizaron flores de corte dispuestas en una probeta con 500 mL de agua (Figura 1) y para la extracción de compuestos aromáticos se utilizaron flores individuales en frascos con 200 mL de agua (Figura 2).



Figura 1. Especies florales utilizadas en la evaluación sensorial del panel no entrenado. De izquierda a derecha crisantemo, fresia y lilium oriental.



Figura 2. Especies florales utilizadas en análisis cromatográfico de aromas. De izquierda a derecha, crisantemo, fresia y lilium oriental.

## Métodos

### Estudio de percepción sensorial en flores

El diseño experimental fue completamente al azar, con 6 tratamientos y 80 repeticiones (Cuadro 1). La unidad experimental correspondió a un ramo de 10 flores dispuesto en un florero con agua.

Cuadro 1. Tratamientos de percepción sensorial.

	<b>Especie</b>	<b>Modalidad</b>
T <sub>1</sub>	Crisantemo	A ciegas
T <sub>2</sub>	Crisantemo	Con visión
T <sub>3</sub>	Fresia	A ciegas
T <sub>4</sub>	Fresia	Con visión
T <sub>5</sub>	Lilium	A ciegas
T <sub>6</sub>	Lilium	Con visión

Se trabajó con un panel no entrenado compuesto por ochenta individuos, incluyendo hombres y mujeres, sin restricciones de edad que participaron de la evaluación, provistos y desprovistos (con ojos vendados) del sentido de la visión. Las personas fueron informadas a través de correos electrónicos y afiches, y su participación fue absolutamente voluntaria. Los individuos evaluaron cada muestra de forma individual. Se dispuso de la aprobación ética, lo que confirma que las normas éticas y las medidas de salud y seguridad están en conformidad con la política de la Universidad y las directrices de ética de la investigación.

Las muestras, correspondientes a las tres especies anteriormente descritas, fueron identificadas con un código numérico aleatorio de tres dígitos. Estas muestras fueron presentadas bajo las mismas condiciones (características) al panel no entrenado que participó en la evaluación.

El procedimiento se dividió en tres fases, incluyendo encuestas para cada una.

- I. Evaluación sensorial de flores a ciegas: las muestras se presentaron al panel no entrenado que, producto de una venda que cubrió sus ojos, evaluaron a ciegas cada una de las muestras. Se les pidió oler cada muestra, y se les solicitó evaluar el aroma mediante una prueba de grado de satisfacción compuesta por una escala hedónica continua cuyos extremos eran: “me gusta extremadamente” (9); y “me disgusta extremadamente” (1) (Apéndice 1). Además, se evaluó la intensidad del aroma utilizando una escala de intervalo con los siguientes parámetros extremos: “extremadamente alto” (9); “extremadamente bajo” (1) (Apéndice 2).

- II. Caracterización del panel no entrenado: los evaluadores completaron una breve encuesta con preguntas generales de edad, sexo, ingresos y hábitos de consumo (Apéndice 4). Además, se agregó una encuesta de aceptabilidad donde marcaron sus preferencias en cuanto a su criterio de valoración de flores de corte respecto a los siguientes atributos: tamaño de flor, color, aroma, vida en florero y largo de vara (Apéndice 5).
- III. Evaluación sensorial de flores con visión: las especies evaluadas en la primera fase se presentaron a las personas, las que evaluaron con la visión. Respondieron las mismas encuestas con respecto al aroma (grado de satisfacción e intensidad) y otra de apreciación visual con una escala hedónica continua (Apéndice 3).

### **Estudio de compuestos aromáticos en flores**

El diseño experimental de este estudio fue completamente al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental correspondió a una flor dispuesta en un frasco de vidrio de un litro con 200 mL de agua destilada.

Se utilizaron frascos de vidrio nuevos para cada una de las especies florales. Antes de realizar cada una de las extracciones la fibra de sílice fundida de inyección manual (Supelco código 57330-U) era limpiada a 40 °C durante cinco minutos en el equipo para eliminar posibles compuestos presentes en ella. Una vez hecho esto, se procedió a incorporar la fibra durante 30 minutos, a través de una membrana de silicona moldeada (utilizada en viales), la cual fue adherida a la tapa de los frascos. La función de la fibra era capturar los compuestos volátiles emitidos por las flores, produciendo una adherencia a ésta. Una vez transcurrido el tiempo, la fibra fue inyectada en el instrumento durante 3 minutos y 50 segundos. Se repitió el procedimiento con cada una de las muestras. Cada uno de los frascos fue evaluado sin muestras previamente para establecer los controles negativos y descartar posibles contaminantes.

Para realizar las extracciones se configuró un método en el equipo GC-MS (Agilent/HP 6890 (GC) con 5975 (MSD)), cuya temperatura inicial fue de 40 °C, durante cinco minutos. Luego se incrementó 6 °C por minuto hasta alcanzar una temperatura de 80 °C, la cual era sostenida durante cinco minutos. Posteriormente, se incrementó la temperatura en 4 °C por minuto hasta llegar a una temperatura final de 170 °C. El tiempo de duración total de este programa fue de 39 minutos y 17 segundos.

Se implementó además el uso de un patrón interno de 25 µL para estandarizar las lecturas de los cromatogramas, esto permite cuantificar cada uno de los *peaks* que son obtenidos. Este patrón, fue preparado a través de una solución de 10 mL de etanol y 2 µL de 4-metil-2-pentanol.

### Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico del estudio de percepción sensorial, todas las escalas utilizadas fueron traducidas a valores numéricos (cuadros 2 y 3). El análisis estadístico se realizó a través de un análisis de varianza no paramétrica a través de Kruskal Wallis, ya que los resultados no cumplieron con los supuestos para el desarrollo de un ANDEVA paramétrico.

Cuadro 2. Conversión de escalas utilizadas en la evaluación del aroma (grado de satisfacción e intensidad) y apreciación visual (grado de satisfacción).

<b>Grado de satisfacción</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Valor</b>
Me gusta extremadamente	Extremadamente alto	9
Me gusta mucho	Muy alto	8
Me gusta moderadamente	Moderadamente alto	7
Me gusta ligeramente	Ligeramente alto	6
No me gusta ni me disgusta	Ni muy alto ni muy bajo	5
Me disgusta ligeramente	Ligeramente bajo	4
Me disgusta moderadamente	Moderadamente bajo	3
Me disgusta mucho	Muy bajo	2
Me disgusta extremadamente	Extremadamente bajo	1

Cuadro 3. Conversión escala de aceptabilidad evaluada por los consumidores

<b>Aceptabilidad</b>	<b>Valor</b>
Muy de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

Para el estudio de compuestos aromáticos se determinaron tanto las desviaciones estándar como los coeficientes de variación para cada una de las especies florales evaluadas, estos fueron comparados con compuestos estándares (KOVATS).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estudio de percepción sensorial en flores

#### Caracterización del panel no entrenado

Un total de 80 personas participaron en este estudio incluyendo 51 mujeres (64%) y 29 hombres (36%), con una distribución etaria de: 73% menores de 31 años; 19% entre 31 y 45 años; y 9% mayores a 45 años (Figura 3).

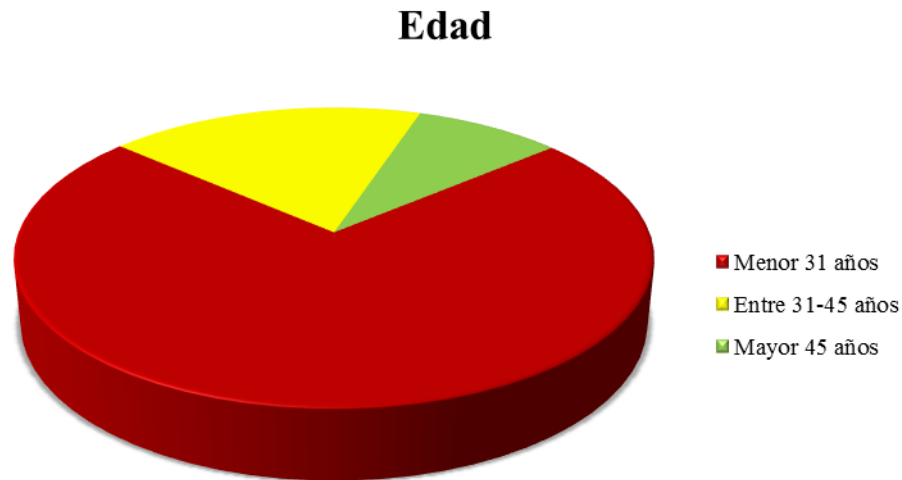


Figura 3. Distribución etaria del panel no entrenado que participó de la evaluación sensorial de tres especies de flores de corte.

La ocupación de los participantes era variada, principalmente asistieron estudiantes (55%), auxiliares (15%), académicos (8%), funcionarios (9%) y “otros” (14%). La principal ocupación de las personas que marcaron “otro” correspondió a asistente de investigación.

La frecuencia de compra que indicaron los evaluadores fue ocasional (53%), nunca (20%), mensual (16%), quincenal (8%) y semanal (4%) (Figura 4.A) y los principales usos que ellos dan a las flores son: festividades como el día de la madre, etc. (59%); decoración (54%); cementerio (48%); cumpleaños (28%); graduaciones (25%); y aniversarios (18%) (Figura 4.B). Cabe señalar que, dentro de los usos, los consumidores podían marcar más de una preferencia en la encuesta.

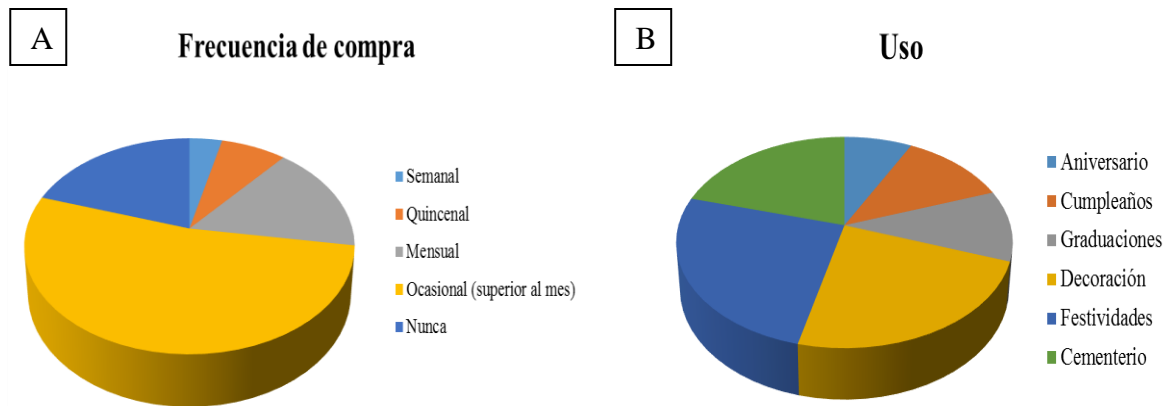


Figura 4. Frecuencia de compra de flores de corte del panel no entrenado (A) y principales usos que los consumidores dan a las flores de corte (B).

De acuerdo a estos resultados se puede observar que gran parte de los evaluadores tiene más bien una frecuencia de compra ocasional y que su uso principal es para festividades, lo que podría tener cierta influencia en los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, ya que los consumidores no tienen una familiaridad con las flores y los aromas que estas puedan presentar. En estudios realizados por Distel et al. (1999) los participantes evaluaron positivamente aquellos aromas conocidos, debido a que éstos evocaban ciertos recuerdos o memoria sensorial.

En estudios realizados por Aros et al. (2015) se observa que los consumidores británicos presentaron un comportamiento similar a los consumidores locales analizados en este estudio, debido a que éstos manifestaron, a través de una encuesta, que su frecuencia de compra de flores es más bien ocasional y sus principales usos son para festividades. Esto permite inferir que ambos consumidores poseen una conducta de compra y uso de las flores de corte similar, a pesar de las diferencias culturales que existen entre ambos países. Sin embargo, es importante aclarar que el consumo per cápita de flores en Reino Unido es alrededor de 50 dólares, el cual es superior al consumo en Chile de alrededor de 4,5 dólares per cápita (ODEPA, 2007).

### Atributos más apreciados por los consumidores

Los atributos más apreciados por el panel se presentan en el Cuadro 4, donde el más valorado es el color de la flor con 4,84 el cual se encuentra entre “muy de acuerdo” y “de acuerdo” dentro de la escala, presentando diferencias significativas con los otros atributos evaluados. El segundo atributo más apreciado es el aroma con 4,27 y la vida en florero de 14 días con 4,21.

Cuadro 4. Atributos de calidad evaluados por el panel no entrenado.

<b>Atributos</b>	<b>Apreciación</b>
Tamaño	3,68 a
Largo vara	3,74 a
Color	4,84 c
Aroma	4,27 b
Vida florero 7d	3,75 a
Vida florero 14d	4,21 b

Los valores corresponden al promedio. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

El color es el atributo más apreciado, ya que no hay una gran presencia en el mercado nacional de flores aromáticas (ODEPA, 2007), además de que es fácilmente perceptible por las personas sin la necesidad de acercarse demasiado. El aroma es un atributo valorado por ciertos individuos, ya que existe un punto o umbral en que el sentido del olfato se satura y cambia la percepción del consumidor, en algunos pueden tener una correlación positiva, negativa o en forma de U invertida (Distel et al., 1999).

En estudios previos realizados por Aros et al. (2015) en Reino Unido, utilizando la misma escala de esta investigación, se observó que los participantes tuvieron una respuesta similar donde los atributos más apreciados fueron el color con 4,8, el aroma con 4,4 y la vida en florero con 3,73. Esto permite concluir que los consumidores chilenos y británicos poseen un comportamiento similar en cuanto a los atributos más apreciados al momento de tomar la decisión de compra de flores: color y aroma.

### **Percepción sensorial a ciegas y con visión**

El aroma de fresia fue el que obtuvo la mayor aceptabilidad en las dos modalidades de evaluación, tanto a ciegas como con visión, donde los valores conseguidos fueron de 6,59 a ciegas y 6,91 con la visión, respectivamente. Fresia presenta diferencia estadística significativa con crisantemo en las dos modalidades de evaluación, ya que éste obtuvo un valor de 6,04 a ciegas y 5,95 con la visión. En cambio, con liliun solo se diferencia significativamente con el evaluado a ciegas, ya que éste presentó una aceptabilidad de 5,50 dentro de la escala hedónica. Entre modalidades de evaluación, se observó que liliun a ciegas presentó un valor de 5,50 lo cual representa dentro de la escala hedónica “no me gusta ni me disgusta” y la evaluación con la visión presentó un valor de 6,11 diferenciándose estadísticamente entre ellas. Mientras que tanto en fresia como en crisantemo la aceptabilidad no se diferenció estadísticamente entre modalidades de apreciación (Cuadro 5).

En cuanto a la intensidad de las tres especies presentadas a los consumidores, se observa que en crisantemo la intensidad percibida por los evaluadores fue de 4,73 a ciegas y 3,96 con la visión, significativamente inferior a la percibida tanto en fresia como en liliium. Sin embargo, entre estas dos últimas especies no se aprecian diferencias estadísticas significativas. Cabe señalar que la especie evaluada con mayor intensidad aromática fue liliium con visión alcanzando un valor de 7,14. En las tres especies de flores de corte evaluadas se aprecia que no hay diferencias significativas en las modalidades de evaluación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Evaluación hedónica del aroma floral realizada por un panel no entrenado compuesto por 80 individuos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Aceptabilidad</b>	<b>Intensidad Aromática</b>
T <sub>1</sub> Crisantemo a ciegas	6,04 ab	4,73 a
T <sub>2</sub> Crisantemo con visión	5,95 ab	3,96 a
T <sub>3</sub> Fresia a ciegas	6,59 cd	7,08 b
T <sub>4</sub> Fresia con visión	6,91 d	6,95 b
T <sub>5</sub> Liliium a ciegas	5,50 a	6,84 b
T <sub>6</sub> Liliium con visión	6,11 bc	7,14 b

Los valores corresponden al promedio. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

La mayor aceptabilidad observada en fresia se encuentra entre los rangos de “me gusta ligeramente” y “me gusta moderadamente” dentro de la escala hedónica utilizada, esto concuerda con estudios realizados por Aros (2010), donde consumidores británicos evaluaron esta misma especie con una metodología similar a la desarrollada en esta investigación. Esta metodología consistió en la evaluación de la aceptabilidad aromática en flores expuestas y flores cubiertas, lo que se implementó para inhibir el sentido de la vista a los evaluadores. En este estudio, fresia obtuvo un valor de aceptabilidad de 5,3 en flores cubiertas y 7,1 en flores expuestas.

Solo en liliium se observó que la aceptabilidad fue significativamente superior en el tratamiento evaluado con la visión en comparación con el evaluado a ciegas. Esto podría deberse a que existe una interacción entre los sentidos, lo que ha sido descrito anteriormente por otros autores como Zellner et al. (1991); Österbauer et al. (2005); además Walla (2008) señala que existe una relación anatómica entre señales cerebrales, ya que hay fuertes conexiones entre casi todas las regiones corticales del cerebro a través de vías corticocortical y tálamocortical.

En la intensidad se observó que crisantemo fue la especie floral menos aromática, presentando diferencias estadísticamente significativas con las demás especies. Esto puede deberse a que los consumidores no están habituados a este tipo de aroma, ya que éste es más bien leve. Además, la escasa presencia de flores de corte aromáticas en el mercado nacional (ODEPA, 2007) es un factor a considerar, ya que los evaluadores tienden a identificar aromas con mayor facilidad cuando se encuentran familiarizados con ellos, ya que la percepción de aromas resulta más fácil cuando los evaluadores poseen una memoria sensorial, es decir, cuando alguna vez han estado expuestos al aroma de interés o bien a aromas similares los cuales podrían generar recuerdos en los individuos. Esto se ha demostrado en estudios realizados por Distel et al. (1999) donde compararon los resultados obtenidos por consumidores japoneses, alemanes y mexicanos en la identificación de aromas, encontrándose una correlación positiva entre la familiaridad del aroma, su percepción hedónica y su intensidad, es decir, a los participantes les resultaba más fácil la evaluación cuando conocían previamente el estímulo presentado.

El incumplimiento de la hipótesis planteada en este estudio en las tres especies, se podría explicar porque las flores eran muy diferentes entre sí, en cuanto a tamaño, color y forma de la flor. *Lilium* poseía un color fucsia, el cual resulta más vistoso que el amarillo presentado por fresa y crisantemo. Además, fresa y *lilium* presentaron un aroma fácilmente perceptible lo que pudo favorecer su evaluación y por el contrario crisantemo presentó un aroma más leve el cual influyó en la evaluación.

En este sentido, la mayor proporción de los participantes se declaran consumidores ocasionales (superior al mes) o que nunca han comprado flores (73%) por lo que se podría presumir que los participantes fueron sometidos a estímulos desconocidos, lo que dificultó su evaluación. Además, es posible sugerir que una baja intensidad aromática podría estar relacionada a una baja aceptabilidad por parte del consumidor (Ferreira, 2007).

La apreciación visual de las flores de corte se visualiza en el Cuadro 6, donde se observa que las tres especies fueron evaluadas con una aceptabilidad positiva de acuerdo a la escala hedónica, sobre los cinco puntos lo que corresponde a “me gusta”. Además, se puede observar que existen diferencias significativas entre las tres especies evaluadas, donde la mayor aceptabilidad la obtuvo *lilium* oriental, con 8,13 considerado dentro de la escala hedónica como “me gusta mucho”. El valor más bajo fue obtenido por crisantemo con 6,98 correspondiente a “me gusta ligeramente”.

Cuadro 6. Evaluación de la aceptabilidad visual de flores por los consumidores.

	<b>Tratamiento</b>	<b>Aceptabilidad Visual</b>
T <sub>2</sub>	Crisantemo	6,98 a
T <sub>4</sub>	Fresia	7,56 b
T <sub>6</sub>	Lilium	8,13 c

Los valores corresponden al promedio. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

El hecho de que lilium oriental fuese evaluado con una mayor aceptabilidad puede deberse principalmente a que éste poseía un color más llamativo como lo es el fucsia, su color destacaba del amarillo de fresia y crisantemo, además el color es uno de los parámetros más apreciados por los consumidores (Cuadro 4), además la forma y tamaño de las flores de lilium eran superiores a las de fresia y crisantemo (Figura 2).

### **Diferencias de género en la caracterización hedónica de los consumidores del estudio**

Se advierte en el Cuadro 7 que no hubo diferencias significativas en aceptabilidad entre ambos géneros al evaluar los distintos tratamientos. Sin embargo se observa que las mujeres, evaluaron con mayor aceptabilidad que los hombres los tratamientos de crisantemo en las dos modalidades de evaluación, donde crisantemo obtuvo un valor de 6,16 a ciegas y 6,12 con visión. En cambio, los tratamientos de lilium fueron evaluados con una menor aceptabilidad que los hombres donde los rangos correspondieron a 5,27 a ciegas y 5,88 con la visión. Además, en ambos géneros hubo una aceptabilidad más alta en los tratamientos de fresia al compararlos con las otras especies florales. Cabe señalar que en esta especie las mujeres evaluaron con promedios más altos que los hombres.

La intensidad presentó una homogeneidad en las evaluaciones de ambos géneros, ya que no existieron diferencias significativas. El crisantemo en las dos modalidades de evaluación fue percibido con una menor intensidad que fresia y lilium, sin embargo el rango promedio de los hombres fue inferior al de las mujeres, ya que los hombres evaluaron el crisantemo con 4,1 a ciegas y 3,69 con visión; y las mujeres evaluaron 5,08 a ciegas y 4,12 con visión. Por el contrario, los tratamientos evaluados con mayor intensidad por los hombres fueron los de fresia, cuyos valores alcanzaron 7,03 a ciegas y 6,97 con visión a diferencia de las mujeres que percibieron con mayor intensidad los tratamientos de lilium oriental cuyos valores alcanzaron 7,06 a ciegas y 7,22 con visión respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variaciones en la evaluación hedónica del aroma floral de acuerdo al género.

Tratamiento	Aceptabilidad masculina	Intensidad aromática masculina	Aceptabilidad femenina	Intensidad aromática femenina
T <sub>1</sub> Crisantemo a ciegas	5,83 ab	4,10 a	6,16 ab	5,08 a
T <sub>2</sub> Crisantemo con visión	5,66 a	3,69 a	6,12 ab	4,12 a
T <sub>3</sub> Fresia a ciegas	6,38 bc	7,03 b	6,71 bc	7,10 b
T <sub>4</sub> Fresia con visión	6,79 c	6,97 b	6,98 c	6,94 b
T <sub>5</sub> Lilium a ciegas	5,90 ab	6,45 b	5,27 a	7,06 b
T <sub>6</sub> Lilium con visión	6,52 bc	7,00 b	5,88 ab	7,22 b

Los valores corresponden al promedio. Letras diferentes en la columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

En este estudio no se presentaron diferencias significativas entre géneros, sin embargo los hombres evaluaron con rangos menores a los de las mujeres la intensidad aromática de las flores, esto concuerda con estudios realizados por Dempsey y Stevenson (2002) donde los participantes fueron sometidos a una familiarización de aromas y los hombres presentaron un menor rendimiento en la percepción e identificación de los aromas. Además, señalan que los participantes masculinos son más propensos a confundir aromas, manifestando problemas en la discriminación de éstos.

Resultados similares a los de Dempsey y Stevenson (2002) se observaron en una investigación llevada a cabo por Fusari y Ballesteros (2008) donde las mujeres que participaron de la evaluación obtuvieron mejores rendimientos en el reconocimiento de aromas de alimentos comestibles y no comestibles.

### Estudio de compuestos aromáticos en flores

#### Composición del aroma floral de crisantemo

En crisantemo se encontraron 16 compuestos aromáticos que otorgan el aroma característico a esta especie. Principalmente estos compuestos se caracterizan por un aroma más bien herbáceo, de acuerdo a los descriptores aromáticos que definen a los compuestos volátiles. Las concentraciones en esta especie son bajas al compararlas con fresia y lilium (Cuadro 8).

Predominan tres compuestos: 2 - (10) – pineno (19,1 %),  $\beta$  – pineno (18,8 %) y  $\beta$  – farnesano (12,8 %). Además, es posible apreciar que crisantemo presenta un perfil aromático complejo, debido a que presenta 16 compuestos volátiles, donde cada uno de ellos es relevante, ya que no posee una clara dominancia de algún compuesto en específico (Cuadro 8).

Cuadro 8. Composición del aroma floral de crisantemo (*Chrysanthemum spp.*) variedad Marble.

Compuesto	Kovats	Descripción Aromática	Área Relativa	%
Felandreno	1027	Trementina, menta, especias	0,091 ± 0,0001	0,80
α – Pineno	1033	Herbáceo, limón, pino, frutas, dulce, verde, madera, cítrico	0,784 ± 0,1251	7,30
Canfeno	1046	Alcanforado, madera, heráceo, menta, cítrico, verde, especias	0,904 ± 0,1247	8,40
2 - (10) - Pineno	1074	Sin información	2,050 ± 0,3473	19,1
β – Pineno	1091	Fresco, acre, humedad, verde, dulce, pino, resina, trementina, madera	2,026 ± 0,2964	18,8
Limoneno	1112	Prado, frutas, limón, menta	0,330 ± 0,0132	3,10
Crisantenona	1233	Sin información	0,261 ± 0,0506	2,40
Alcanfor	1248	Sin información	0,623 ± 0,0156	5,80
Cariofileno	1525	Madera, especias	0,416 ± 0,0085	3,90
β – Farnesano	1559	Madera, cítrico, dulce	1,376 ± 0,1148	12,8
Biciclo - esquirelandreno	1562	Sin información	0,436 ± 0,0385	4,10
γ – Muroleno	1574	Herbáceo, madera, especias	0,067 ± 0,0310	0,60
β – Cubebeno	1577	Herbáceo, madera	0,658 ± 0,0260	6,10
α – Bergamoteno	1591	Madera, picante, té	0,256 ± 0,0123	2,40
α – Farnesano	1610	Vegetales cocidos, dulce, picante	0,116 ± 0,1325	1,10
γ – Cadineno	1620	Floral, césped, cítrico, fresco, herbáceo	0,354 ± 0,0031	3,30

Los valores de área relativa corresponden al promedio de las 4 repeticiones de crisantemo. El porcentaje fue determinado de acuerdo al total de compuestos identificados.

Estudios realizados por Park et al. (2014) en *Chrysanthemum indicum* variedad albescens identificaron a través de GC – MS 111 compuestos de los cuales los principales fueron fenilacetaldehído (35,2 %), benzaldehído (20,6 %), alcanfor (4,7 %), 2-feniletíl alcohol (3,8 %), bornil acetato (1,7 %), benzil alcohol (2,3 %). Como se observa, el único de los compuestos que coincide con el estudio descrito es el alcanfor. Sin embargo, en la variedad de crisantemo evaluada en esta investigación la concentración de este compuesto es menor.



Usami et al. (2013) identificaron a través de GC – MS 38 compuestos en las flores de *Chrysanthemum japonense*, en el cual predominan alcanfor (47,64 %), acetato de bornil (11,87 %) y nojigiku alcohol (6,29 %). De los 38 compuestos identificados coinciden con esta investigación 8, éstos son:  $\alpha$  – pineno, canfeno,  $\beta$  – pineno, alcanfor,  $\beta$  – farnesano,  $\gamma$  – murelono,  $\beta$  – cubebeno y  $\gamma$  – cadineno.

Como se observa cada variedad de crisantemo posee un perfil aromático diferente, aunque existan compuestos comunes y sus aromas están determinados por la cantidad y abundancia de compuestos volátiles aromáticos.

### Composición del aroma floral de fresia

En fresia se identificaron 6 compuestos aromáticos y su aroma ha sido descrito como “olor dulce” (Fu et al., 2007). El principal compuesto es linalol, el cual posee la mayor concentración en esta especie con un área relativa de 10,43 (59,9 %) cuyos descriptores aromáticos lo caracterizan como un aroma ‘cítrico’, ‘dulce’, ‘floral’ entre otros. Esta especie presenta un perfil aromático más bien sencillo, si se compara con crisantemo desde el punto de vista de la cantidad de compuestos. Cabe destacar, que a pesar de que no posee una gran cantidad de compuestos, su concentración relativa es superior a la de crisantemo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Composición del aroma floral de fresia (*Fressia x hybrida*) variedad Oberon.

Compuesto	Kovats	Descripción Aromática	Área Relativa	%
$\beta$ – Pineno	1091	Fresco, acre, humedad, verde, dulce, pino, resina, trementina, madera	0,170 $\pm$ 0,0242	1,00
Limoneno	1112	Prado, frutas, limón, menta	0,368 $\pm$ 0,0096	2,10
Linalol	1198	Cítrico, frutas, floral, dulce, limón, lavanda, rosa	10,428 $\pm$ 0,5182	59,9
$\alpha$ – Terpeneol	1321	Menta, anís, aceite, melocotón, frutas, floral, pasta de dientes	1,837 $\pm$ 0,7799	10,6
Dihidro – $\beta$ – Ionona	1543	Leñoso, granada, aceite, frambuesa, floral, té	0,461 $\pm$ 0,0605	2,60
$\beta$ – Ionona	1583	Floral, frambuesa, violeta	4,143 $\pm$ 0,4280	23,8

Los valores de área relativa corresponden al promedio de las 4 repeticiones de fresia.

El porcentaje fue determinado de acuerdo al total de compuestos identificados.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con estudios realizados por Fu et al. (2007) donde se identificaron los compuestos volátiles de 6 cultivares de fresa, en el donde evaluaron parentales e híbridos de esta especie. 32 compuestos fueron detectados, los cuales no estaban presentes en todas las evaluaciones. Dentro de los compuestos identificados se encuentra linalol, el cual está presente en 5 cultivares y la concentración más alta de éste la presenta *F. hybrida* Amarilla con 12,61 %. Además se identificó D – limonene presente solo en este cultivar con una concentración de 2,19 %. Al comparar con la variedad evaluada en este trabajo, se observa que solo coinciden 2 compuestos, lo que indica que cada variedad presenta un perfil aromático diferente a pesar de ser la misma especie.

### **Composición del aroma floral de lilium oriental**

En lilium oriental se identificaron 17 compuestos aromáticos, los cuales poseen una abundancia relativa superior a crisantemo y fresa evaluadas en este estudio. El compuesto más abundante es  $\beta$  – cis – ocimeno con un área relativa de 15.539,78 (77,9 %) cuya descripción aromática lo caracteriza como ‘herbáceo’, con ‘cierta pungencia’ y más bien ‘verde’ (Cuadro 10). Además, la concentración relativa del compuesto más abundante es superior a la de crisantemo por 7580,38 y 1490,19 a fresa.

Cuadro 10. Composición del aroma floral de liliun oriental (*Lilium spp.*) variedad Stargazer.

Compuesto	Kovats	Descripción Aromática	Área Relativa		%
Origaneno	1027	Sin información	65,50	± 0,977	0,328
$\alpha$ – Pineno	1033	Herbáceo, limón, pino, frutas, dulce, verde, madera, cítrico	26,97	± 4,199	0,135
Benzaldehído	1061	Almendras, azúcar tostado, nuez, amargo	30,27	± 6,218	0,152
$\beta$ – Pineno	1091	Fresco, acre, humedad, verde, dulce, pino, resina, trementina, madera	195,52	± 56,268	0,980
Limoneno	1112	Prado, frutas, limón, menta	1997,46	± 690,880	10,01
Eucaliptol	1114	Pino, eucaliptus, herbáceo, alcanfor	73,82	± 20,732	0,370
Bencilalcohol	1119	Dulce, floral, tostado, hierba	20,83	± 3,560	0,104
$\beta$ – Trans – Ocimeno	1124	Herbáceo, floral leve, verde	60,03	± 12,343	0,301
$\beta$ – Cis – Ocimeno	1137	Herbáceo, picante, verde	15539,78	± 3626,703	77,90
P – Cresol	1165	Fenólico, cuero, bálsamo, madera, especias	30,32	± 1,187	0,152
Ácido metilester benzoico	1187	Sin información	58,41	± 19,656	0,293
Aminobenzoato	1196	Sin información	248,91	± 35,908	1,248
Octatriene – 2,6 - dimetil	1231	Sin información	21,49	± 0,356	0,108
Salicilato de metilo	1286	Sin información	1201,61	± 21,060	6,024
Feniletilester	1375	Sin información	352,33	± 97,077	1,766
Iso – Eugenol	1552	Mandarina, madera	24,29	± 9,248	0,122
$\alpha$ - Farnesano	1606	Vegetales cocidos, dulce, picante	0,70	± 0,081	0,004

Los valores de área relativa corresponden al promedio de las 4 repeticiones de liliun oriental.

El porcentaje fue determinado de acuerdo al total de compuestos identificados.

Los compuestos identificados en *Lilium* oriental concuerdan con los encontrados en estudios realizados por Oyama-Okubo et al. (2011) donde se analizó la emisión de aroma de *Lilium* cv. 'Casa Blanca' a través de cromatografía de gases. En este cultivar se encontraron 25 compuestos, coincidiendo 7 compuestos de los identificados en esta investigación: benzaldehído, bencilalcohol,  $\beta$  – trans – ocimeno,  $\beta$  – cis – ocimeno, p – cresol, iso – eugenol y  $\alpha$  – farnesano. Sin embargo, en la variedad 'Casa Blanca' linalol es el compuesto que se encuentra en mayor concentración respecto al total de compuestos identificados.

En estudios realizados en *Lilium auratum* por Morinaga et al. (2009) encontraron 10 compuestos volátiles, de los cuales 4 coinciden con los identificados en esta investigación, estos son p – cresol, iso – eugenol,  $\beta$  – trans – ocimeno y  $\beta$  – cis – ocimeno. En este cultivar predomina el monoterpeno  $\beta$  – trans – ocimeno con una concentración de 92,14% respecto al total.

Tanto en esta investigación como en las mencionadas anteriormente, las mayores concentraciones son de monoterpenos, estos compuestos son responsables del aroma de un gran número de especies, además se encuentran presentes en la mayor parte de las angiospermas (Knudsen et al., 2006)

### **Integración de resultados**

Las tres especies presentan perfiles aromáticos muy diferentes unos de otros, sin embargo existen ciertos compuestos comunes, los cuales se encuentran presentes en las tres especies tales como  $\beta$  – pineno y limoneno, monoterpenos presentes en los tres perfiles aromáticos. Esto concuerda con Knudsen et al. (2006) quienes determinaron que existen 12 monoterpenos presentes en más de la mitad de las 991 especies y subespecies evaluadas en esta investigación, destacándose limoneno el cual está presente en el 71% de las especies (anexo 2 y 3).

El hecho de que crisantemo presente un perfil aromático más complejo y cuya abundancia relativa sea más bien baja cuando se compara con el resto de las especies evaluadas, permite establecer que las evaluaciones sensoriales de intensidad se relacionan con la cantidad de aroma emitido, por lo tanto, como su intensidad aromática es leve, esto dificultó su percepción en la evaluación sensorial de los consumidores. Como se ha mencionado anteriormente, esto concuerda con Cacho (2006) donde altas concentraciones de compuestos aromáticos facilitan su percepción.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con Ferreira (2007) quién realizó un análisis en vinos tintos a través de GC-O (cromatografía de gases – olfatometría) y determinó que concentraciones de linalol inferiores a 10 ppb impiden su percepción aromática y sobre 50 ppb puede ser identificado de forma clara por los evaluadores, es decir la concentración de los compuestos posee una estrecha relación con su intensidad aromática y con la capacidad de ser percibidos sensorialmente.

Lo anterior permite inferir que tanto liliun como fresia, al poseer mayores concentraciones de compuestos volátiles, facilitaron el reconocimiento de sus aromas a los consumidores participantes de la evaluación sensorial, y por lo tanto, el aroma de éstas fue percibido con una intensidad superior a crisantemo.

Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en la percepción sensorial de liliun por sobre las otras especies, a pesar de que este presentó una concentración relativa superior de compuestos volátiles; esto se explica porque el sentido del olfato posee un umbral de detección tanto inferior como superior, es decir, cuando la concentración del compuesto está por sobre este umbral este sentido se satura y el individuo no es capaz de establecer diferencias, por lo tanto, la concentración del aroma puede tener una correlación positiva o negativa con el juicio hedónico del individuo (Distel et al., 1999).

En cuanto a la aceptabilidad aromática Knudsen et al. (1993) establecieron que las personas prefieren aromas dulces, por lo tanto esto podría explicar que tanto fresia como liliun hayan sido considerados con una aceptabilidad superior a crisantemo, ya que la mayor parte de los compuestos presentes en estas especies fueron descritos como 'cítrico', 'dulce' y 'floral'. En cambio, en crisantemo predominan los descriptores aromáticos de 'herbáceo', 'verde' y 'prado', sin embargo no se puede atribuir que estos descriptores influyan directamente en la aceptabilidad de esta especie, ya que esto depende principalmente de la percepción y juicio hedónico de las personas.

## CONCLUSIONES

Conforme a los resultados del estudio es posible determinar que no existe una relación entre los sentidos visual y olfativo en las especies evaluadas, ya que sólo hubo diferencias significativas en liliium oriental, la cual poseía el aroma más intenso y perceptible. Esta diferencia se presentó solo en la aceptabilidad de los consumidores, no así en la intensidad del aroma floral. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de interacción de los sentidos visual y olfativo.

Existe una asociación entre la caracterización del aroma de las especies florales evaluadas con su intensidad aromática, la cual permite la percepción sensorial de los consumidores. En cuanto a la aceptabilidad, no se observa una asociación significativa con la caracterización aromática de las flores, ya que es una característica hedónica y se determina principalmente por el juicio de las personas. Por lo tanto, se acepta parcialmente la segunda hipótesis planteada en esta investigación.

Por lo tanto, se recomienda al sector productivo considerar las nuevas tendencias del mercado y la segmentación que presentan los compradores, ya que las flores no son calificadas como un bien de primera necesidad y dependen del juicio hedónico de los consumidores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aros, D. 2010. Evaluation of new lines of scented *Alstroemerias*. Ph D. Thesis. Cardiff University. VII: 1-19.
- Aros, D; Spadafora, N; Venturi, M; Núñez-Lillo, G; Meneses, C; Methven, L; Müller, C and Rogers, H. 2015. Floral scent evaluation of segregating lines of *Alstroemeria caryophyllaea*. *Scientia Horticulturae*. 185: 183-192.
- Arthur, C and Pawliszyn, J. 1990. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. *Analytical Chemistry*. 62: 2145-2148.
- Bañon, S.; Cifuentes, D.; Fernández, J. y González, A. 1993. *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Madrid, Mundi-Prensa. 250p.
- Cacho, J. 2006. La percepción de notas aromáticas del vino y el efecto de ciertas moléculas volátiles. *ACE: Revista de Enología*. España. 66: 6.
- Dempsey, R and Stevenson, R. 2002. Gender differences in the retention of swahili names for unfamiliar odors. *Chemical Senses*. 27 (8): 681-689.
- Distel, H; Ayabe – Kanamura, S; Martínez – Gómez, M; Schicker, I; Kobayakawa, T; Saito, S and Hudson, R. 1999. Perception of everyday odors – correlation between intensity, familiarity and strength of hedonic judgment. *Chemical Senses*. 24: 191-199.
- Dobson, H; Bergström, G and Groth, I. 1990. Differences in fragrance chemistry between flower parts *rosa rugosa* thunb. (Rosaceae). *Israel Journal of Botany*. 39: 143-156.
- Dudareva, N.; Cseke, L.; Blanc, V. and Pichersky, E. 1996. Evolution of floral scent in *Clarkia*: novel patterns of *S*-linalool synthase gene expression in the *C. breweri* flower. *Plant Cell*. 8: 1137-1148.
- Ferreira, V. 2007. La base química del aroma del vino: Un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas. *Revista Real Academia de Ciencias*. Zaragoza. 62: 7-36.
- Fusari, A and Ballesteros, S. 2008. Identification of odors of edible and nonedible stimuli as affected by age and gender. *Behavior Research Methods*. 40 (3): 752-759.
- Fu, Y; Gao, X; Xue, Y; Hui, Y; Chen, F; Su, Q and Wang, L. 2007. Volatile compounds in the flowers of freesia parental species and hybrids. *Journal of Integrative Plant Biology*. 49 (12): 1714-1718.

- Gottfried, J. and Dolan, R. 2003. The nose smells what the eye sees: crossmodal visual facilitation of human olfactory perception. *Neuron*. 39: 375-386.
- Hübschmann, H. 2008. Handbook of GC/MS: Evaluation of GC/MS analyses. Wiley-VCH. 2: 293-420.
- Jürgens, A; Witt, T and Gottsbesger, G. 2003. Flower scent composition in *Dianthus* and *Saponaria* species (Caryophyllaceae) and its relevance for pollination biology and taxonomy. *Biochemical Systematics and Ecology*. 31: 345-357.
- Knudsen, J; Tollsten, L and Bergström, G. 1993. Floral scents-a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. *Phytochemistry*. 33: 253-2801.
- Knudsen, J; Eriksson, R; Gershenzon, J and Ståhl, B. 2006. Diversity and distribution of floral scent. *The New York Botanical Garden*. 7 (1): 1-120.
- Kondo, M; Oyama, N; Ando, T; Marchesi, E and Nakayama, M. 2006. Floral scent diversity is differently expressed in emitted and endogenous components in *Petunia axillaris* lines. *Annals of Botany* 98: 1253-1259.
- Morinaga, S; Kumano, Y; Ota, A; Yamaoka, R and Sakai, S. 2009. Day – night fluctuations in floral scent and their effects on reproductive success in *Lilium auratum*. *The Society of Population Ecology and Springer*. 51: 187-195.
- Morrot, G.; Brochet, F. and Dubourdieu, D. 2001 The color of odors. *Brain Lang* 79: 309-320.
- ODEPA. 2007. Estudio de evaluación del potencial del mercado interno de las flores. 84p.
- Österbauer, R.; Matthews, P.; Jenkinson, M.; Beckmann, C.; Hansen, P. and Calvert, G. 2005. The color of scents: chromatic stimuli modulate odor responses in the human brain. *Journal of Neurophysiol.* 93: 3434-3441.
- Oyama-Okubo, N; Nakayama, M and Ichimura, K. 2011. Control of floral scent emission by inhibitors of phenylalanine ammonia-lyase in cut flower of *Lilium* cv. 'Casa Blanca'. *Journal of the Japanese Society Horticultural Science*. 80 (2): 190-199.
- Park, S; Subramaniam, M; Moon, M; Jeon, B; Lee, E; Han, S and Woo, C. 2014. Sleep quality and skin-lightening effects of white mother chrysanthemum aroma. In book: *Industrial Applications of Affective Engineering*. Springer International Publishing Switzerland. 241-252.
- Porat, R.; Borochoy, A. and Halevy, A. 1993. Enhancement of *Petunia dendrobium* flower senescence by jasmonic acid methyl ester is via the promotion of ethylene production. *Plant Growth Regulation*. 13: 291-301.



Ranwalla, A. and Miller, W. 2002. Effects of gibberellin treatments on flower and leaf quality of cut hybrid Lilies. *Acta Horticulturae*. 570: 205-210.

Symons, J. 1963. The effect of various heteromodal stimuli on visual sensitivity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 15: 243-251.

Thesen, T.; Vibell, J.; Calvert, G. and Österbauer, R. 2004. Neuroimaging of multisensory processing in vision, audition, touch and olfaction. *International Quarterly of Cognitive Science*. 5: 84-93.

Usami, A.; Ono, T.; Marumoto, S. and Miyazawa, M. 2013. Comparison of volatile compounds with characteristic odor in flowers and leaves of nojigiku (*Chrysanthemum japonense*). *Journal of Oleo Science*. 62 (8): 631-636.

Van Meeteren, U.; Van Ieperen, W.; Nijssse, J.; Keijzer, K.; Scheenen, T. and Van As, H. 2001. Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. *Acta Horticulturae*. 43: 207-215.

Verdugo, G.; Biggi, M.; Montesinos, A.; Soriano, C.; Chaín, G. 2006. Manual de postcosecha de flores cortadas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Fundación para la Innovación Agraria. Chile. 74p.

Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Madrid, Mundi-Prensa.

Walla, P. 2008. Olfaction and its dynamic influence on word and face processing: Cross-modal integration. *Progress in Neurobiology*. 84: 192-209.

Yeon Oh, S.; Du Shin, H.; Jean Kim, S. and Hong, J. 2008. Rapid determination of floral aroma compounds of lilac blossom by fast gas chromatography combined with surface acoustic wave sensor. *Journal of Chromatography*. 1183: 170-178.

Zellner, D.; Bartoli, A. and Eckard, R. 1991. Influence of color on odor identification and liking ratings. *American Journal Psychology*. 104: 547-561.

Zu-Guang, L.; Maw-Rong, L. and De-Long, S. 2006. Analysis of volatile compounds emitted from fresh *Syringa oblata* flowers in different florescence by headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 576: 43-49.

**APÉNDICE**

## Apéndice 1. Evaluación de aroma floral.

Por favor marque con una X solo una de las casillas de acuerdo a su nivel de agrado del aroma presentado.

Muestra N° \_\_\_\_\_

- Me gusta extremadamente
- Me gusta mucho
- Me gusta moderadamente
- Me gusta ligeramente
- No me gusta ni me disgusta
- Me disgusta ligeramente
- Me disgusta moderadamente
- Me disgusta mucho
- Me disgusta extremadamente

Apéndice 2. Intensidad de aroma floral.

Por favor marque con una X solo una de las casillas de acuerdo al nivel de intensidad que percibe del aroma presentado.

Muestra N° \_\_\_\_\_

- Extremadamente alto
- Muy alto
- Moderadamente alto
- Ligeramente alto
- Ni muy alto ni muy bajo
- Ligeramente bajo
- Moderadamente bajo
- Muy bajo
- Extremadamente bajo

### Apéndice 3. Evaluación de apreciación visual

Por favor marque con una X solo una de las casillas de acuerdo al nivel de intensidad que percibe del aroma presentado.

Muestra N° \_\_\_\_\_

- Extremadamente alto
- Muy alto
- Moderadamente alto
- Ligeramente alto
- Ni muy alto ni muy bajo
- Ligeramente bajo
- Moderadamente bajo
- Muy bajo
- Extremadamente bajo

## Apéndice 4. Caracterización de los evaluadores.

Responda cada una de las preguntas marcando con una X en cada casilla.

¿Qué edad tiene?

- Menor a 31 años
- Entre 31 – 45 años
- Mayor a 45 años

Sexo

- Femenino
- Masculino

Ocupación

- Estudiante
- Auxiliar
- Académico
- Funcionario
- Otro \_\_\_\_\_

## Continuación Apéndice 4.

¿Con qué frecuencia compra flores?

- Semanal
- Quincenal
- Mensual
- Ocasional (superior al mes)
- Nunca

Uso

- Aniversario
- Cumpleaños
- Graduaciones
- Decoración
- Festividades (Día de la madre, día de los enamorados, etc.)
- Cementerio

## Apéndice 5. Encuesta de apreciación floral.

Por favor marque con una X solo una de las casillas en cada una de las características.

Cuando usted compra flores el aspecto que más aprecia es:

## Tamaño de la flor

Muy de acuerdo     De acuerdo     Ni de acuerdo ni en desacuerdo     En desacuerdo     Muy en desacuerdo

## Largo de vara

Muy de acuerdo     De acuerdo     Ni de acuerdo ni en desacuerdo     En desacuerdo     Muy en desacuerdo

## Color

Muy de acuerdo     De acuerdo     Ni de acuerdo ni en desacuerdo     En desacuerdo     Muy en desacuerdo

## Aroma

Muy de acuerdo     De acuerdo     Ni de acuerdo ni en desacuerdo     En desacuerdo     Muy en desacuerdo

## Continuación Apéndice 5.

## Vida en florero

a) 7 días

Muy de acuerdo    De acuerdo    Ni de acuerdo ni en desacuerdo    En desacuerdo    Muy en desacuerdo

b) 14 días

Muy de acuerdo    De acuerdo    Ni de acuerdo ni en desacuerdo    En desacuerdo    Muy en desacuerdo



## ANEXO

	A	B	S	D	IT
Lamiales	X	X	X	X	X
Gentianales	X	X	X		X
Solanales	X	X	X	X	X
Dipsacales	X	X	X		X
Apiales	X	X	X		X
Asterales	X	X	X		X
Ericales	X	X	X		X
Cornales		X			X
Brassicales	X	X	X		X
Malvales	X	X	X		X
Sapindales	X	X	X		X
Myrtales	X	X	X		X
Cucurbitales	X	X	X		
Fabales	X	X	X		X
Rosales	X	X	X		X
Malpighiales	X	X	X		X
Geraniales	X		X		
Vitales	X	X	X		X
Saxifragales					
Caryophyllales	X	X	X		X
Proteales	X	X	X		
Ranunculales	X	X	X		X
Asparagales	X	X	X		X
Arecales	X	X	X		X
Poales	X	X	X		
Commelinales			X		X
Zingiberales	X	X	X		X
Pandanales	X	X			X
Liliales	X	X	X		X
Alismatales	X	X	X		X
Magnoliales	X	X	X		X
Laurales	X	X	X		X
Piperales	X	X			X
Canellales	X	X	X		X
Chloranthales	X		X	X	
Nymphaeales	X	X	X		X
Pinales	X	X			
Cycadales	X	X	X		X

Anexo 1. Orden-nivel de distribución de la mayor parte de clases de compuestos de aroma floral. A, alifáticos; B, benzenoides y fenil propanoides; S, sesquiterpenos; D, diterpenos; IT, terpenos irregulares. Monoterpenos se encuentran en todos los órdenes y no están en la lista (Knudsen et al., 2006).

	No. of species and subspecies	No. genera
Orchidaceae	417	104
Araceae	55	10
Arecaceae	40	18
Magnoliaceae	26	3
Rosaceae	24	8
Cactaceae	21	12
Rutaceae	21	3
Solanaceae	21	8
Caryophyllaceae	20	3
Nyctaginaceae	20	3

Anexo 2. Las 10 familias más colectadas, ordenadas según el número de especies analizadas (Knudsen et al., 2006).

<b>Limonene</b>	<b>71%</b>
<b>(E)-Ocimene</b>	<b>71%</b>
<b>Myrcene</b>	<b>70%</b>
<b>Linalool</b>	<b>70%</b>
<b><math>\alpha</math>-Pinene</b>	<b>67%</b>
<b>Benzaldehyde</b>	<b>64%</b>
<b><math>\beta</math>-Pinene</b>	<b>59%</b>
<b>Methyl 2-hydroxybenzoate</b>	<b>57%</b>
<b>Benzyl alcohol</b>	<b>56%</b>
<b>2-Phenyl ethanol</b>	<b>54%</b>
<b>Caryophyllene</b>	<b>52%</b>
<b>6-Methyl-5-hepten-2-one</b>	<b>52%</b>

Anexo 3. Compuestos de aroma floral producidos en más de la mitad de las familias de plantas con semillas (Knudsen et al., 2006).