



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

“Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de *Leucocoryne purpurea*”

Memoria de título

Rocío María Alejandra Saavedra Sanzana

TALCA-CHILE

2004



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

“Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo
de *Leucocoryne purpurea*”

por

Rocío María Alejandra Saavedra Sanzana

Memoria de título

Presentada a la
Universidad de Talca como
parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

2004

APROBACIÓN:

**Profesora Guía: Ing. Agr. M. S. Flavia Schiappacasse Canepa
Profesora Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca**

**Profesora Informante: Ing. Agr. Ph. D. Gilda Carrasco Silva
Profesora Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca**

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 5 de Marzo de 2004

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Antecedentes generales del género <i>Leucocoryne</i>	3
2.1.1. Características de la especie en estudio	4
2.2. Efecto del peso y tamaño de bulbos en el crecimiento y desarrollo de la planta...	5
2.3. Efecto del tamaño de la semilla sobre el crecimiento y desarrollo de la planta.....	6
2.4. Efecto de la intensidad de la luz sobre el crecimiento de plantas.....	8
2.5. Iluminación suplementaria en invernadero.....	9
2.5.1. Efecto de la iluminación suplementaria sobre las plantas.....	9
2.5.2. Tipos de luz disponibles para iluminación suplementaria.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Caracterización del material vegetal.....	12
3.2. Ubicación de los experimentos.....	12
3.3. Efecto de la luz suplementaria en semillas.....	13
3.3.1. Condiciones del experimento	13
3.3.2. Procedimiento experimental.....	13
3.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.....	14
3.4. Efecto de la luz suplementaria en bulbos.....	15
3.4.1. Condiciones del experimento.....	15
3.4.2. Procedimiento experimental.....	15
3.4.3. Diseño experimental y análisis estadístico.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas provenientes de semillas de <i>Leucocoryne purpurea</i>	18
4.1.1. Fenología del cultivo	18
4.1.1.1. Emergencia.....	18
4.1.1.2. Senescencia.....	18
4.1.2. Emisión de hojas.....	19
4.1.2.1. Número de hojas.....	19
4.1.3. Crecimiento y desarrollo de bulbos cosechados	20
4.1.3.1. Peso y diámetro.....	20
4.2. Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas provenientes de bulbos de <i>Leucocoryne purpurea</i>	22
4.2.1 Fenología del cultivo	22
4.2.2. Caracteres de floración.....	24
4.2.3. Influencia de la luz y el calibre sobre la emisión de hojas.....	26
4.2.3.1. Número de hojas.....	26
4.2.4. Número de semillas por fruto	28
4.2.5. Características de los bulbos cosechados	29
5. CONCLUSIONES.....	32
6. BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS.....	35

ABSTRACT

Chile possesses a great diversity in native geophytes. Among them is *Leucocoryne purpurea*, which has already been cultivated commercially in other countries and recently in Chile. Some aspects of its culture are unknown, among them the possible benefit of using supplementary lighting on the growth of bulbs and flower quality. The experiments were carried out under one of the greenhouses of the Experimental Station Panguilemo (35° 23" South latitude and 71° 40" West longitude), from May to December 2003. Two experiments were conducted placing plantlets from seeds and bulbs under supplementary lighting, in a split plot design with two factors, the main one being the supplementary light with two levels (natural light and natural light plus supplementary light). In the case of seeds the sub-factor corresponded to their weight, with two levels (11.1 mg and 21.1 mg), and in the case of the bulbs the sub-factor corresponded to the bulb size, with 4 levels (1/2, 2/3, 4/5 and 5/6, according to its perimeter in cm). It was determined that the supplementary lighting did not affect the weight and diameter of bulbs produced from seeds. In bulbs it did not affect the dates of emergency, appearance of floral buds, anthesis, and senescence, the number of flowers per umbel, percentage of flowering plants, number of seeds per fruit, and the weight and diameter of bulbs produced at the end of the growing season. On the other side, in plants originating from seeds the supplementary lighting influenced the date of senescence, which in the presence of this factor happened earlier and finished in a shorter period. Plants originating from seeds of greater weight formed bulbs of both greater weight and size. The plants from bulbs 5/6 emerged faster, showed a greater number of leaves (9), and showed the greatest number of daughter bulbs (2.5, including the main bulb). The dates of appearance of floral buds and anthesis were not influenced significantly by the bulb size. Bulbs 5/6 in the presence of supplementary lighting showed the maximum flowering percentage (62, 5%). Only bulbs 4/5 and 5/6 showed flowers.

RESUMEN

Chile presenta una gran diversidad de geófitas nativas, dentro de las cuales se encuentra *Leucocoryne purpurea*, la cual ya se cultiva comercialmente en otros países y recientemente en Chile. Se desconocen diversos aspectos de su cultivo, entre ellos si es beneficioso el uso de la luz suplementaria para el crecimiento de los bulbos o para mejorar la calidad de las flores. Se realizaron dos experimentos en un sector de uno de los invernaderos de la Estación Experimental Panguilemo (35° 23" Latitud Sur y 71° 40" Longitud Oeste), entre mayo a diciembre de 2003. Se dispusieron plántulas de semillas y bulbos bajo luz suplementaria, en un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de dos factores, tomando como factor principal a la luz suplementaria con dos niveles (luz natural y luz natural más luz suplementaria). En el caso de las semillas el sub-factor correspondió al peso de éstas con dos niveles (11,1 mg y 21,1 mg), y en el caso de los bulbos el sub-factor correspondió al calibre, con 4 niveles (1/2, 2/3, 4/5 y 5/6, de acuerdo a su perímetro en cm). Se determinó que la luz suplementaria no tuvo efecto sobre el peso y diámetro de bulbos producidos a partir de semillas. En bulbos ésta no afectó las fechas de emergencia, aparición de botones florales, antesis, senescencia, tampoco el número de flores por umbela, porcentaje de plantas que florecieron, número de semillas por fruto, ni el peso y diámetro de los bulbos producidos al final de la temporada de crecimiento. Por el contrario, en plántulas provenientes de semillas la luz suplementaria sí influyó en la fecha de senescencia, la cual en presencia de este factor ocurrió en un período menor. Las plántulas provenientes de semillas de mayor tamaño presentaron bulbos de mayor peso y diámetro final luego de la temporada de crecimiento. Las plantas provenientes de bulbos con calibre 5/6 fueron las más rápidas en emerger, presentaron el mayor número de hojas (en promedio 9), y se obtuvo el mayor número de bulbos hijos (2,5, incluyendo el bulbo principal). Con respecto a las fechas de aparición de botones florales y antesis, éstas no fueron influidas en forma significativa por el calibre. Bulbos de calibre 5/6 en presencia de luz suplementaria mostraron el máximo porcentaje logrado de floración (62,5%). Sólo en los calibres 4/5 y 5/6 hubo floración.

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a sus condiciones climáticas y geográficas, Chile presenta una gran variedad de especies geófitas nativas las que han sido puestas en peligro de conservación debido a las actividades urbanas, agrícolas y forestales (Schiappacasse *et al.*, 1999).

Dentro de las geófitas endémicas nacionales está la especie *Leucocoryne purpurea*, la cual se encuentra distribuida en la zona costera de la IV región entre la Bahía de Tongoy y Talinay. Esta especie constituye una planta con un claro y probado potencial para uso comercial como especie ornamental, en países como Holanda y Japón (Schiappacasse, comunicación personal; Kim *et al.*, 1998). Podría ser cultivada como flor cortada o planta de jardín en nuestro país.

Actualmente en Chile existen una serie de estudios realizados en el género al cual pertenece esta especie, con el fin de conocer un poco más sobre su crecimiento y desarrollo bajo diversas condiciones. No obstante, se desconoce el efecto de la intensidad de luz suplementaria sobre el comportamiento de las plantas de *Leucocoryne purpurea*. La luz suplementaria podría tener un efecto sobre el crecimiento y desarrollo de esta especie, en plantas provenientes de semillas o de bulbos.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo persigue como objetivo general estudiar el efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de *Leucocoryne purpurea*.

Junto al objetivo general, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto de luz suplementaria sobre la fecha de ocurrencia de los distintos estados fenológicos en plantas provenientes de bulbos y semillas; así como sobre el número total de hojas emitidas.
- Evaluar el efecto del tamaño de bulbo, sobre la capacidad de florecer con y sin luz suplementaria.

- Estudiar el efecto de luz suplementaria sobre el número, peso y diámetros de los bulbos producidos al final de la temporada de crecimiento, en plantas provenientes de semilla y de bulbos de distintos diámetros.
- Determinar el efecto de dos pesos distintos de la semilla sobre el peso y diámetro final del bulbo producido en ambas condiciones de luz.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes generales del género *Leucocoryne*

El género *Leucocoryne* Lindl. es endémico de Chile y pertenece a la familia *Alliaceae*. Su nombre alude a la forma y color de sus estaminodios, Leuco = blanco y coryne = mazo. Comúnmente a las especies de este género se les conoce como “huilli, huille, cebollín o cebolleta” (Muñoz y Moreira, 2000).

Zoellner (1972) citado por Mansur *et al.* (1999), describe a *Leucocoryne* como un género que presenta especies con alta variabilidad genética y fenotípica interespecífica e intraespecífica en formas y colores de gran belleza.

En Chile las poblaciones de *Leucocoryne* se encuentran entre los paralelos 25° y 35° de latitud Sur. La mayor cantidad de especies y aquellas con mayor potencial ornamental se ubican entre las regiones IV y V, específicamente entre el Parque Nacional Fray Jorge y el Parque Nacional Cerro La Campana (Mansur *et al.*, 1999).

Este género comprende plantas geófitas que se caracterizan por presentar raíces filiformes que nacen de un bulbo tunicado; su olor, dependiendo de la especie, puede ser agradable o con olor a ajo. Las hojas son lineares y estrechas. Presentan hasta 12 flores dispuestas en una umbela. Las especies se distinguen principalmente por la morfología de sus flores, las que presentan un perigonio de 6 tépalos que se fusionan en su parte inferior formando un tubo, con colores que varían de blanco a púrpura. Su androceo se compone por estambres fértiles (3 ó 6), sésiles y unidos por su dorso a las paredes del tubo floral y 3 estambres estériles (estaminodios) de color blanco, violáceo o amarillo con formas cilíndricas o aplanadas, carnosos y exsertos. Poseen un gineceo sincárpico, ovario súpero, estilo corto y un estigma capitado (Mansur *et al.*, 1999; Muñoz y Moreira, 2000).

Su floración en condiciones naturales ocurre en primavera. Con respecto a su fruto, éste es una cápsula prismática, membranácea, con estilo corto permanente y semillas de color negro (Muñoz y Moreira, 2000).

2.1.1 Características de la especie en estudio

La especie *Leucocoryne purpurea* (Figura 2.1), comúnmente llamada “cebollín” o “cebollín purpúrea” ha sido descrita por Squeo *et al.* (2000) como una hierba perenne y vulnerable según su estado de conservación. Endémica de Chile, esta especie habita en la zona costera de la IV región entre la bahía de Tongoy y Talinay, extendiéndose hasta los cordones montañosos de Fray Jorge.

La planta posee una altura entre 10 y 47 cm de alto, con un bulbo tunicado de 1,5 cm de diámetro y de 1,8 cm de alto. Presenta hojas lineares, de 25–30 cm de longitud y de 2-3 mm de ancho. La inflorescencia es una umbela con 6-8 flores. Presenta un perigonio formado por 6 tépalos dispuestos en 2 series, de forma oval, obtusos de color violáceo intenso a violáceo blanquecino, en el tercio inferior purpúreo intenso con líneas del mismo color (Squeo *et al.*, 2001; Schiappacasse *et al.*, 2003).

Se reproduce vía sexual, a través de semillas, las que se caracterizan por su resistencia a la sequía, y en forma asexual por bulbillos que nacen de un bulbo madre (Mansur *et al.*, 1999). Su fruto es una cápsula oblonga dehiscente, que presenta numerosas semillas de color negro (Squeo *et al.*, 2001).



Figura 2.1: *Leucocoryne purpurea* en floración.

2.2. Efecto del peso y tamaño de bulbos en el crecimiento y desarrollo de la planta

En bulbos de plantas florícolas de uso ornamental el tamaño y el peso son los dos factores que determinan las posibilidades de usos futuros. La variación en el tamaño y forma de éstos se debe a varias razones, dentro de las cuales se encuentran las características de la planta de la cual se obtienen y las condiciones de crecimiento de ésta (Van der Valk y Bruin, 1986).

La capacidad de florecer está determinada por el tamaño del bulbo, que es el mejor y más fácil factor de medir. El tamaño mínimo para florecer o tamaño crítico del bulbo depende del género o de la especie, del cultivar y de las condiciones ambientales. Los bulbos de gran tamaño producen plantas grandes, vigorosas y con más flores (De Hertogh y Le Nard, 1993).

Existen muchos estudios que confirman la relación existente entre el peso del bulbo y el crecimiento y desarrollo en bulbosas. Lange y Heins (1990) citados por Miller (1993) concuerdan con lo anterior, al mencionar que las plantas que crecen desde bulbos grandes,

son más altas, tienen tallos más gruesos, florecen antes y poseen mayor cantidad de hojas, a diferencia de plantas que crecen a partir de bulbos pequeños.

Kim *et al.* (1998) evaluaron el efecto del peso del bulbo en el crecimiento y floración de *Leucocoryne coquimbensis*, a través de la comparación de 5 diferentes pesos de bulbos de esta especie. Concluyeron que los de mayor peso (pesos superiores a 0,3 g) dan origen a plantas con un mayor porcentaje de floración y todas las varas florales tienen calidad para ser usadas como flores de corte. En cambio, aquellos bulbos pequeños (0,1- 0,2 g) pueden florecer, sin embargo la calidad de la flor, el largo de las varas y el número de florecillas son menores.

2.3 Efecto del tamaño de la semilla sobre el crecimiento y desarrollo de la planta

El efecto del tamaño de la semilla ha sido estudiado en diversos tipos de plantas. Pavez (1987) realizó estudios en tipos de trigo harinero bajo dos condiciones, en campo e invernadero. En invernadero, las plantas provenientes de semillas grandes superaron en materia seca a las originadas de semillas pequeñas. En el caso de los experimentos realizados en campo, la semilla grande fue más eficiente que la pequeña en el establecimiento de plantas productivas por unidad de superficie.

Estudios posteriores en semillas de trigo realizados por Baalbaki y Copeland (1997) mostraron que la emergencia de éste era significativamente afectada por el tamaño de la semilla, en donde semillas pequeñas producían bajos rendimientos de grano.

Soetopo y Poespodarsono (1994) evaluaron el efecto del tamaño de las semillas de mostaza, separándolas en diferentes grupos de acuerdo a su peso, existiendo una relación lineal del peso de las semillas con la altura de las plantas y el área foliar. Además, los resultados indicaron que la variación en el peso de éstas era un carácter importante que influyó significativamente en el crecimiento y rendimiento de la especie.

Para semillas de cebolla, en general, se ha definido su tamaño en función de su peso, expresado como peso de mil semillas, y se ha determinado la influencia de éste sobre

su calidad y producción (Gabriel *et al.*, 1997). Estudios en semillas de cebolla tipo "Valencianita" mostraron que un aumento en el peso de éstas produce incrementos en el poder germinativo y en el rendimiento de los bulbos producidos (Gabriel, 1982).

Gabriel *et al.* (1997) evaluaron el efecto de la clasificación por tamaño y por peso de la semilla de cebolla del cv. "Valencianita INTA", sobre la calidad fisiológica y la producción de bulbos en el campo. El tamaño fue expresado como diámetro de la semilla (mm), y el peso en función de la boca de descarga de una clasificadora gravimétrica. Los resultados obtenidos indicaron un mayor efecto de la clasificación por diámetro que por el peso de la semilla, sobre la emergencia y vigor de las plantas, la maduración de bulbos, el rendimiento y la calidad del producto comercial. En el caso del poder germinativo, éste se incrementó linealmente a medida que el diámetro de la semilla aumentó entre 2,00 y 2,75 mm. Además existió un incremento en el rendimiento a medida que aumentó el diámetro de la semilla, producto de un mayor número de bulbos de tamaño comercial.

Singh y Rai (1988) evaluaron el efecto del tamaño de la semilla sobre la germinación y los primeros estados en el crecimiento de *Vigna unguiculata L.*, esto separando las semillas en cuatro categorías de acuerdo a su peso (89, 75, 64 y 49 g). Los resultados demostraron que plantas originadas de semillas más grandes presentaron un crecimiento vigoroso temprano, a diferencia de las semillas más pequeñas.

En estudios realizados por De la Cuadra *et al.* (1999) se tomaron semillas de tres poblaciones distintas de *Leucocoryne* de la IV región, una de ellas identificada como *L. purpurea*. La materia seca total de las plantas obtenidas, fue mayor para la población con mayor peso inicial de semillas. Además, se relacionó linealmente el peso de la semilla y el área foliar.

La variación en el peso de una semilla está directamente relacionada con la cantidad de material de reserva que contiene para aportar al desarrollo del cotiledón en el estado de plántula. Además, períodos de crecimiento con temperaturas medias de 15 a 16°C y una población con un peso de semilla sobre 60 mg (50 unidades) favorecieron la obtención de una mayor producción de bulbos al comparar con las otras poblaciones con semillas de peso inferior. Por lo tanto, se piensa que en los meses más frescos con una duración mayor

de siembra a cosecha y usando semillas de mayor tamaño se tendrían bulbos más grandes (De la Cuadra, 1999).

2.4 Efecto de la intensidad de luz sobre el crecimiento de plantas

La luz es un importante factor ambiental que controla el crecimiento y desarrollo de las plantas (Salisbury y Ross, 1994). La intensidad de ésta puede afectar a distintos procesos fisiológicos en flores de bulbo (De Hertogh y Le Nard, 1993). Además, los requerimientos óptimos de luz varían considerablemente entre las diferentes especies (Moe, 1997).

El punto de saturación luminosa corresponde a la intensidad de luz a la cual la planta está recibiendo tanta energía como la que puede usar. La energía luminosa adicional no puede ser usada y quizás resulte perjudicial para la planta (Dole y Wilkins, 1999).

Las plantas, según la especie, varían en grandes porcentajes en sus puntos de saturación luminosa. Especies de plantas que requieren altas cantidades de luz, como los cactus, tienen un alto punto de saturación a diferencia de otras especies como violetas africanas, que requieren de baja luz (Dole y Wilkins, 1999).

En bulbosas la intensidad de luz es un factor crítico para inducir o prevenir cualquier tipo de desorden, como quemadura de hojas, aborto floral y abscisión de flores (De Hertogh y Le Nard, 1993). En géneros como *Iris*, *Gladiolus* y *Lilium* las condiciones de luz intervienen de gran forma en el desarrollo de la planta, a la vez afectan a la floración y formación del órgano subterráneo. Las intensidades de luz muy bajas usualmente producen aborto floral en los géneros anteriormente mencionados (De Hertogh y Le Nard, 1993).

Miller y Langhans (1989), citados por Beattie y White (1993) plantean que niveles muy bajos de luz producen plantas de mala calidad. Una característica típica de *Lilium*, al crecer bajo reducida irradiación, es un incremento en la altura, elongación de entrenudos y pedicelos, y flores de mala calidad.

Altos niveles de luz pueden afectar a algunas especies tolerantes a ésta, dando como resultado el atrofiamiento en el crecimiento y amarillamiento de hojas (Dole y Wilkins, 1999).

Cabe mencionar que la cantidad de radiación es más efectiva cuando se extiende en gran parte del día, en comparación con la misma cantidad entregada en un periodo de más corto (Beattie y White, 1993).

2.5 Iluminación suplementaria en invernadero

2.5.1 Efecto de la iluminación suplementaria sobre las plantas

Es frecuente que en cultivos de invernadero las plantas se cultiven en condiciones de escasa intensidad luminosa (Alpi y Tognoni, 1987).

Para suplir realmente las necesidades luminosas durante todo el ciclo de un cultivo de una especie hortícola y floral, se debe programar una continua variación en la cantidad y calidad de la luz suministrada y, por tanto, las fuentes luminosas empleadas (Alpi y Tognoni, 1987).

Dentro de las aplicaciones de iluminación artificial en invernadero, está la iluminación suplementaria, la cual se diferencia de la fotoperiódica por el momento de su aplicación (que se produce al mismo tiempo que la iluminación natural), por las fuentes luminosas empleadas y por la potencia necesaria (Alpi y Tognoni, 1987).

Avances en tecnologías de iluminación y nuevas estrategias de ésta para el crecimiento vegetal han dado lugar a un aumento considerable en el uso de la iluminación suplementaria para invernaderos (Moe, 1997). La iluminación suplementaria tiene influencia significativa en las plantas, pudiendo en pocas semanas incrementar el crecimiento de éstas y la calidad del cultivo al ser aplicada durante la fase de producción (Dole y Wilkins, 1999).

En híbridos de *Lilium*, el empleo de luz suplementaria puede disminuir la altura de las plantas, efecto que parece mayor para *Lilium* del tipo asiáticos, mientras la reducción en el tiempo de florecer es mayor en los tipos orientales (Beattie y White, 1993).

En la floración de plantas de maceta, la luz suplementaria durante los meses de invierno reduce el tiempo de cultivo. En estudios realizados al sur de Noruega, el tiempo de cultivo en *Begonia cheimatha* (con $60 \mu\text{mol/s/m}^2$), puede ser reducido desde 20 a 13

semanas, y desde 10 a 7 semanas en *Euphorbia pulcherrima* (Corona del Inca), lo anterior comparado con plantas no iluminadas (Moe, 1997).

2.5.2 Tipos de luz disponibles para iluminación suplementaria

Para realizar la aplicación suplementaria de luz en invernadero es importante la elección del tipo de luz, la cual está en función del empleo que de ellas se vaya a hacer. A la vez se debe tomar en cuenta el rendimiento de la fuente de luz, el cual indica el porcentaje de la potencia que se transforma en luz (Alpi y Tognoni, 1987).

Existen varios tipos de luces utilizados en floricultura, las cuales pueden ser divididas en 3 tipos básicos: incandescentes, fluorescentes y de alta intensidad de descarga (HID). Las lámparas incandescentes son usadas con frecuencia para la regulación del fotoperíodo, las fluorescentes para propagación y las lámparas HID usadas para suplementar la luz durante el día o reemplazar a ésta parte de la noche. Dentro de las HID se encuentran las lámparas de alta presión de mercurio, de alta y baja presión de sodio y las de haluro metálico (Dole y Wilkins, 1999).

Cabe mencionar que lámparas de alta presión de mercurio (HPL o HQL) rinden un poco menos de luz, pero calientan más que las lámparas de baja presión o fluorescentes. Ésta es la razón por la cual una lámpara fluorescente, a igual consumo de energía, causa una producción más alta de materia seca en las plantas durante los meses oscuros de invierno, mientras que lámparas HPL o HQL dan mejores resultados desde mediados de febrero en adelante en el hemisferio norte (Folster, 1971).

Grimstad (1991), citado por Moe (1997) plantea que existen diferencias en los rendimientos y en el aumento de peso seco obtenido en diferentes cámaras de crecimiento estudiadas cuando se comparan diferentes lámparas fluorescentes.

En general, al apoyar lámparas fluorescentes con lámparas incandescentes se ayuda a la obtención de un crecimiento más eficaz, a diferencia de cuando éstas últimas se encuentran solas (Moe, 1997).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del material vegetal

El material utilizado para la realización de los ensayos, correspondió a bulbos y semillas de la especie *Leucocoryne purpurea*, recolectados en la localidad de Talinay en diciembre del año 2000.

Los bulbos se plantaron durante dos temporadas en uno de los invernaderos del Campus Lircay de la Universidad de Talca. Estos se cosecharon el 18 de Diciembre de 2002 y se almacenaron en las bodegas del laboratorio de Hortalizas, en bolsas de papel a temperaturas que fluctuaron entre los 16°C y 20°C.

Las semillas fueron cosechadas de las plantas anteriormente mencionadas, puestas en cultivo en la Universidad de Talca, en Noviembre del año 2002 y fueron almacenadas en bolsas de papel, en el interior de un frasco con gel de sílice, hasta su utilización.

3.2 Ubicación de los experimentos

Los experimentos en bulbos y semillas de la especie en estudio se realizaron en uno de los compartimentos del invernadero climatizado de la Estación Experimental Panguilemo, ubicada a 11 Km al norte de la ciudad de Talca (35° 23' Latitud Sur y 71° 40' Longitud Oeste, a 110,5 m.s.n.m.). El invernadero utilizado consta de un sistema de enfriamiento del aire, y no dispone de calefacción.

Para los experimentos se dispusieron dos sectores, uno con luz natural y el otro, separado del anterior por papel aluminio provisto de lámparas con ampolletas fluorescentes, marca Unilux de 20 watts, con emisión de luz azul en mayor proporción. En el Anexo 1 se presentan los valores de radiación fotosintéticamente activa registrados en tres oportunidades.

3.3 Efecto de la luz suplementaria en semillas

3.3.1 Condiciones del experimento

Para la realización de este se emplearon 1152 semillas de la especie *Leucocoryne purpurea*, de las cuales 640 fueron utilizadas para el experimento y el resto se usaron como borde. Las semillas se clasificaron por tamaño, en pequeñas con un rango de peso que fluctuó entre 0,0096 y 0,0126 g por cada 10 semillas (909 semillas por g) y grandes, con un peso de 0,0150 a 0,0271g por cada 10 semillas (475 semillas por g). Posteriormente fueron embebidas por un día en agua destilada y sometidas a 7°C por 3 a 4 semanas, con lo cual se obtuvo una germinación del 90%.

La siembra fue realizada el 11 de julio de 2003 en bandejas plásticas con 72 celdas. Se colocaron 144 semillas por bandeja, y 2 por cada celda, de modo de dejar finalmente una planta por celda. Se empleó una mezcla de arena y tierra de hoja en proporción 2:1. El pH de la mezcla fue 5,9.

Las bandejas fueron ubicadas en el invernadero, cuatro de éstas en condiciones de luz suplementaria y cuatro en ausencia de ella.

Durante el transcurso del experimento el riego fue realizado con mangueras a baja presión, esto de acuerdo observación visual.

3.3.2 Procedimiento experimental

El experimento consistió en evaluar plantas provenientes de semillas de 2 tamaños diferentes, en presencia y ausencia de luz suplementaria, midiendo el efecto de ésta sobre los aspectos fenológicos de la semilla y características del bulbo producido. De acuerdo a lo anterior, se midieron las siguientes variables:

- Fecha de emergencia de las hojas: fue considerada como la fecha de aparición de hojas, lo que fue expresado como días transcurridos desde siembra a emergencia de más del 50% de las plantas de la repetición.
- Número de hojas: se registró semanalmente el número de hojas emitidas por semilla.
- Fecha de inicio de senescencia: fecha en que el 50% de las hojas se encontraban secas, expresado como días transcurridos desde emergencia.
- Fin de senescencia: fecha en que se produjo el desecamiento de la última hoja verde del total de éstas, siendo expresado como días transcurridos de emergencia a senescencia.
- Peso fresco y perímetro del bulbo: medidos luego de la senescencia de las hojas.

3.3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 2x2. El factor principal correspondió a la intensidad de luz; con 2 niveles (luz natural y luz natural más luz suplementaria), y el sub-factor el tamaño de las semillas, con 2 niveles de acuerdo al peso de éstas.

Cada uno de los 4 tratamientos contó con 8 repeticiones de 10 plantas cada una, conformando un total de 32 unidades experimentales.

Una vez obtenidos los datos se realizó el análisis de varianza, calculándose el valor f con una significancia del 5%. En el caso de detectar diferencias significativas entre los tratamientos, se efectuó la prueba de separación de medias LSD al 5%.

3.4 Efecto de luz suplementaria en bulbos

3.4.1 Condiciones del experimento

Para la realización de este experimento se emplearon 128 bulbos de la especie *Leucocoryne purpurea*, utilizando 4 calibres distintos para las diferentes condiciones de luz. Estos fueron de: 1/2, 2/3, 4/5, y 5/6, valores correspondientes a los cm de circunferencia de los bulbos, como ejemplo se puede mencionar que el calibre 1/2 incluye bulbos de entre 1 y 2 cm de circunferencia (Anexo 2). No se dispuso de suficiente cantidad de bulbos de calibre 3/4; por esta razón ese calibre no se incluyó.

La plantación de bulbos se realizó el 22 de Mayo de 2003, llevándose a cabo en vasos plásticos transparentes de 11 cm de alto. Se plantó un bulbo por vaso.

Los bulbos de cada calibre fueron puestos bajo 2 condiciones de luz: con luz suplementaria y en ausencia de ella.

Se empleó una mezcla de arena y tierra de hoja en proporción 2:1. El pH de la mezcla fue 5,9.

El riego de los bulbos se realizó con mangueras de baja presión, esto de acuerdo a observación visual.

3.4.2 Procedimiento experimental

El experimento consistió en evaluar el comportamiento de plantas provenientes de diferentes calibres de bulbos, en presencia y ausencia de luz suplementaria, midiendo el efecto de estos factores sobre aspectos fenológicos y características del bulbo; para lo cual se registraron o midieron las siguientes variables:

- Peso y diámetro inicial de los bulbos: medidos antes de plantación.
- Fecha de emergencia: fue considerada como la fecha de aparición de la primera hoja, en el 50% de las plantas de una repetición, lo que fue expresado como días transcurridos desde plantación.
- Número de hojas: Se registraron quincenalmente las hojas emitidas por cada repetición.
- Antesis: fecha en que ocurrió la plena expansión de la primera flor de la umbela.
- Fecha de aparición de botones florales: medida como días transcurridos desde plantación a aparición de la bráctea envolviendo la inflorescencia.
- Fecha de inicio de senescencia: fecha en que el 50% de las hojas se encontraban secas, expresándose como días transcurridos desde plantación.
- Fecha de fin de senescencia: se consideró como la fecha en la que se produjo el desecamiento de la última hoja verde del total de éstas, siendo expresado como días transcurridos desde plantación.
- Porcentaje de floración: proporción de bulbos con vara floral que lograron florecer.
- Número de flores por umbela.
- Número de semillas por fruto, correspondiente al número de semillas en el primer fruto maduro dentro de cada repetición.
- Número de bulbos cosechados: estos fueron cosechados una semana después de cosechar las semillas del primer fruto maduro de cada repetición.
- Peso y diámetro final de bulbos: medido luego de la senescencia de las hojas.

3.4.3 Diseño experimental y Análisis estadístico

El experimento fue conducido con un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 2x4, en el cual el factor principal corresponde a la intensidad de luz; con 2 niveles (luz natural y luz natural más suplementaria), y el sub-factor al calibre de los bulbos con 4 niveles de acuerdo al diámetro de éstos. Dando un total de 8 tratamientos.

Cada tratamiento contó con 4 repeticiones de 4 bulbos cada una formando un total de 32 unidades experimentales.

Luego de realizar el análisis de varianza a las variables medidas, en caso de observar significancia se procedió a la separación de medias a través de la prueba de Duncan (5%). Las variables obtenidas en porcentaje fueron transformadas por la función arcoseno para cumplir los requisitos de normalidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas provenientes de semillas de *Leucocoryne purpurea*

4.1.1 Fenología del cultivo

4.1.1.1 Emergencia. Las plántulas de *Leucocoryne purpurea* emergieron en la misma fecha en ambas categorías de peso de semillas, con luz suplementaria y en ausencia de ésta. La emergencia ocurrió 5 días después de la siembra (la cual fue realizada en el mes de julio), es decir, cuando el 50% de las plantas de cada repetición estaba emergido.

De acuerdo a lo anterior, la luz suplementaria y el tamaño de la semilla no afectaron a la emergencia de esta especie.

4.1.1.2 Senescencia. Durante el ciclo de vida de las plántulas de *Leucocoryne purpurea* se observó el sucesivo desecamiento de las hojas, el cual comenzó en el mes de septiembre finalizando los primeros días de octubre.

El inicio y fin de senescencia fueron influidos en forma altamente significativa por la luz suplementaria (Cuadro 4.1). El período de senescencia en plántulas bajo ambas condiciones de luz comenzó un poco antes en plántulas sometidas a luz suplementaria, y en éstas se observó que el fin de la senescencia ocurrió antes.

En relación al efecto del tamaño de la semilla sobre el inicio y fin de la senescencia, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa. Además, cabe mencionar que la acción de la luz suplementaria y el tamaño, al actuar en conjunto, no influirían en el retraso o adelanto del período de senescencia en plántulas de *Leucocoryne purpurea*.

Cuadro 4.1 Efecto de la luz suplementaria y el tamaño de la semilla sobre la senescencia de plántulas de *Leucocoryne purpurea*

	Inicio de senescencia	Fin de senescencia
	DDE	DDE
Luz suplementaria		
Con	65,3 b	77,5 b
Sin	68,3 a	83,1 a
Significancia	**	**
Tamaño de la semilla		
Grande	64,7	79,8
Chico	68,9	80,8
Significancia	n.s.	n.s.
Interacción		
Luz x Tamaño		
Significancia	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Test LSD ($p \leq 0,05$)

n.s. : no significativo

** : Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

DDE: días desde emergencia

4.1.2 Emisión de hojas

4.1.2.1 Número de hojas. De acuerdo a estudios realizados por De la Cuadra (1999) en ciertas especies de *Leucocoryne*, es posible obtener más de una hoja por semilla, esto fue observado en 11 semillas de un total de 1000 plántulas de las cuales emergieron 2 hojas por cada una de ellas. Además, como caso excepcional en una semilla de *Leucocoryne coquimbensis*, se observaron un total de 4 hojas.

Para la especie en estudio, en cada semilla se obtuvo sólo una hoja (la hoja cotiledonaria) la cual presentó un crecimiento de tipo epígeo.

4.1.3 Crecimiento y desarrollo de bulbos cosechados

4.1.3.1 Peso y diámetro. El efecto de la luz suplementaria y el tamaño de la semilla sobre el peso y diámetro de los bulbos cosechados, se presenta en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Efecto de la luz suplementaria y el tamaño de la semilla sobre el crecimiento del bulbo de *Leucocoryne purpurea*

	Peso del bulbo (g)	Diámetro del bulbo (cm)
Luz suplementaria		
Con	0,020	0,23
Sin	0,021	0,24
significancia	n.s.	n.s.
Tamaño de la semilla		
Grande	0,023 a	0,25 a
Chico	0,018 b	0,22 b
significancia	*	**
Interacción Luz x Tamaño		
significancia	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Test LSD ($p \leq 0,05$)

n.s. : no significativo

** : Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

Para el peso y diámetro de los bulbos obtenidos a partir de semillas pequeñas y grandes (Figura 4.1 y 4.2), bajo luz suplementaria y en ausencia de ésta, no se observan diferencias significativas.

La variación en el peso de una semilla está, directamente relacionada con la cantidad de material de reserva que contiene para aportar al desarrollo del cotiledón en el estado de plántula (Cuadro 4.2). Concordando con lo concluido por De la Cuadra (1999), se piensa que en los meses mas fríos con una duración mayor de siembra a cosecha y utilizando semillas de mayor tamaño, se obtendrían bulbos más grandes.

Estos resultados obtenidos en el peso de los bulbos concuerdan con los presentados por Gabriel (1982), quien realizó estudios en semillas de cebolla tipo

“Valencianita”, donde se observó que un aumento en el peso de éstas produce incrementos en el rendimiento de los bulbos producidos.

El peso final de los bulbos también se vio reflejado en su diámetro, por lo que las semillas más grandes originaron bulbos más grandes (Cuadro 4.2).

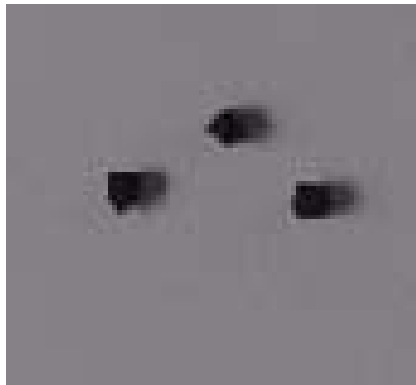


Figura 4.1 Semillas de *Leucocoryne purpurea*. Cada una de 0,1cm de diámetro



Figura 4.2: Bulbos originados a partir de semillas de *Leucocoryne purpurea*. Cada uno con 0 -1 cm de circunferencia.

4.2 Efecto de la luz suplementaria sobre el crecimiento y desarrollo de plantas provenientes de bulbos de *Leucocoryne purpurea*

4.2.1 Fenología del cultivo

La fecha de emergencia no presentó diferencias significativas, en bulbos con luz suplementaria y en ausencia de ésta (Cuadro 4.3). De este modo, los días transcurridos desde plantación a emergencia fueron en promedio 13 en bulbos bajo ambas condiciones de luz.

El efecto del calibre del bulbo sobre la emergencia presentó diferencias significativas (Cuadro 4.3). Observando que bulbos con calibre 5/6 emergieron en un menor número de días en relación a los calibres menores. Ello contradice a lo obtenido en estudios similares realizados por Morales (2001) en *Herbertia lahue*, quien demostró que la fecha de emergencia en bulbos de distintos pesos iniciales no presenta diferencias significativas.

Cuadro 4.3 Efecto de la luz suplementaria y calibre del bulbo en los estados fenológicos de *Leucocoryne purpurea*

	Emergencia	Aparición botón floral	Antesis ^L	Inicio de senescencia	Fin de senescencia
	DDP	DDP	DDP	DDP	DDP
Luz suplementaria					
Con	13,1	117,4	138,5	107,9	157,1
Sin	13,6	119,6	140,3	114,2	160,7
significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calibre del bulbo					
1/2	13,9 b	-	-	110,0 ab	147,9 a
2/3	14,3 b	-	-	115,3 b	156,4 ab
4/5	14,8 b	119,8	137,9	119,3 b	164,6 b
5/6	10,6 a	117,3	140,9	99,8 a	166,6 b
significancia	*	n.s.	n.s.	*	*
Interacción Luz x Calibre					
significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Test Duncan ($p \leq 0,05$)

n.s.: no significativo.

*: significativo ($p \leq 0,05$)

**.: Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

DDP: días desde plantación.

L: plena expansión de la primera flor de la umbela.

El momento de aparición de botones florales no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a la luz suplementaria y al calibre del bulbo. Observándose una leve diferencia entre los días de aparición de botones florales, lo cual ocurrió en forma más tardía en bulbos en ausencia de luz suplementaria, pero no hubo diferencias significativas (Cuadro 4.3).

Para la especie en estudio la presencia de botones florales (Figura 4.3), sólo se observó en los calibres mayores (4/5 y 5/6). Los resultados obtenidos en bulbos de distintos calibres, confirman lo señalado por De Hertogh y Le Nard (1993), quienes afirman que este comportamiento se debería a que los bulbos requieren de un tamaño mínimo o tamaño crítico para florecer, el cual depende del género o de la especie y de las condiciones ambientales en que se encuentre. Para la especie en estudio el tamaño crítico para florecer sería el calibre 3/4, es decir, bulbos de entre 3 y 4 cm de circunferencia.

Los dos calibres mayores fueron los únicos que presentaron antesis, la cual ocurrió en forma más tardía en bulbos de calibre 5/6 (Cuadro 4.3).

En relación con la senescencia, ésta comenzó en el mes de agosto, extendiéndose hasta mediados de noviembre. Su inicio y fin no fue influenciado en forma significativa por la luz suplementaria (Cuadro 4.3). El calibre de los bulbos influyó significativamente en el inicio y fin de senescencia, a pesar de esto no hubo una tendencia clara entre los diferentes calibres sobre estas variables.

Es importante mencionar que luego de estudiar la senescencia tanto en semillas como en bulbos, se puede observar que ocurrió en meses distintos en plántulas provenientes de semillas y plantas provenientes de bulbos. De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que la senescencia de éstas últimas no obedece, al menos no de manera estricta, a factores ambientales, sino más bien a factores fisiológicos.

Con respecto a la interacción de la luz suplementaria con el calibre de los bulbos sobre los estados fenológicos analizados anteriormente, no hubo diferencias estadísticamente significativas en ningún caso. Este comportamiento podría indicar que la interacción de ambos factores no sería efectiva para la obtención de mayores beneficios, en los distintos estados fenológicos en plantas de *Leucocoryne purpurea*.



Figura 4.3: Bráctea envolviendo a la umbela.

4.2.2 Caracteres de floración

El número de flores por umbela obtenido a partir plantas de *Leucocoryne purpurea* (Figura 4.4), no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a la luz suplementaria y al calibre del bulbo (Cuadro 4.4). En estudios realizados en *Leucocoryne coquimbensis*, se determinó que bulbos pequeños (0,1-0,2 g) podrían florecer, sin embargo, el número de flores emitidas sería menor que en aquellos bulbos de mayor tamaño (Kim *et al.*, 1998).

Para el porcentaje de plantas que florecieron, la interacción de la luz suplementaria con el calibre resultó ser significativa. La interacción de ambos factores mostró que el mayor porcentaje de plantas con floración ocurrió con el uso de luz suplementaria en bulbos con calibre 5/6, el cual fue de un 62,5% (Anexo 3). De acuerdo a esto la interacción de la luz suplementaria con un mayor calibre sería la mejor opción para obtener un aumento en el porcentaje de plantas con floración.

La luz suplementaria no influyó significativamente en el porcentaje de plantas que florecieron (Cuadro 4.4), contrario a lo ocurrido con el calibre del bulbo el cual si influyó en forma altamente significativa sobre esta variable.

El porcentaje de plantas que florecieron (Anexo 4) fue bastante mayor en bulbos de calibre 5/6 en comparación a los de calibre 4/5, de los cuales sólo florecieron el 37,5%. Este hecho indica claramente que los bulbos para poder florecer requieren de un tamaño adecuado para realizar este proceso. En estudios realizados en *Leucocoryne coquimbensis* por Kim *et al.* (1998), se llegó a la conclusión que en bulbos de mayor peso (0,3-0,5 g, lo que aproximadamente corresponderían a calibres 2/3 y 3/4 respectivamente), se daba origen a plantas con un mayor porcentaje de floración (mayor a un 80%). Bajo las condiciones en las que se realizó esta investigación el porcentaje de plantas que florecieron, fue más bajo comparado con los resultados obtenidos por Kim *et al.* (1998), esto podría deberse a que el número de bulbos utilizados para este experimento no fue lo suficientemente representativo, esto debido a la poca disponibilidad del material por unidad experimental. De todos modos, en otras plantas presentes en el invernadero de bulbos de calibres superiores a 5/6 se observaron porcentajes de floración de un 100% (observación personal).

Cuadro 4.4 Efecto de luz suplementaria y calibre del bulbo sobre la floración de *Leucocoryne purpurea*

	Flores por umbela ^X (Nº)	Plantas que florecieron (%)
Luz suplementaria		
Con	2,5	29,7
Sin	2,3	18,8
significancia	n.s.	n.s.
Calibre del bulbo		
1/2	-	0 c
2/3	-	0 c
4/5	2,2	37,5 b
5/6	2,6	59,4 a
significancia	n.s.	**
Interacción Luz x Calibre		
significancia	n.s.	*

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Test Duncan ($p \leq 0,05$)

n.s.: no significativo

*: significativo ($p \leq 0,05$)

** : Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

X = solo se incluyen los valores de las plantas que florecieron.



Figura 4.4: Número de flores por umbela de *Leucocoryne purpurea*.

4.2.3 Influencia de la luz y el calibre sobre la emisión de hojas

4.2.3.1 Número de hojas. El número máximo de hojas obtenido bajo luz suplementaria y en ausencia de ésta no presentó diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 4.5), comportamiento que podría llevar a pensar que la luz suplementaria no sería efectiva para aumentar el número de hojas en bulbos de *Leucocoryne purpurea*.

Por otra parte, el número máximo de hojas fue influenciado en forma altamente significativa por el calibre del bulbo (Cuadro 4.5).

El número máximo de hojas presentada por el calibre 5/6 alcanzó un promedio de 9,0, valor estadísticamente superior al obtenido en bulbos de calibres 1/2 y 2/3, los que obtuvieron en promedio 2 hojas.

Los resultados obtenidos confirman lo señalado por Miller (1993), quien afirma que plantas provenientes de bulbos grandes son más altas y poseen mayor cantidad de hojas, a diferencia de plantas que crecen a partir de bulbos pequeños.

En bulbos, el número de hojas podría estar relacionado con el tamaño y con la capacidad de florecer de éste. Rees (1992), observó que en pequeños bulbos de tulipán solo se formaría una hoja, la cual no sería suficiente para iniciar el proceso de floración, necesitando para esto un mayor número de hojas. Lo anterior puede ser confirmado por los

resultados obtenidos en el presente estudio, ya que precisamente los bulbos que no florecieron, presentaron un número de hojas bastante inferior al obtenido por bulbos que sí lo hicieron.

Cuadro 4.5 Efecto de la luz suplementaria y el calibre del bulbo sobre el número de hojas de *Leucocoryne purpurea*

	Nº de hojas
Luz suplementaria	
Con	4,8
Sin	4,7
	significancia
	n.s.
Calibre del bulbo	
1/2	2,1 c
2/3	2,3 c
4/5	5,5 b
5/6	9,0 a
	significancia
	**
Interacción	
Luz x Calibre	
	significancia
	n.s.

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Test Duncan ($p \leq 0,05$)

n.s.: no significativo

** : Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

Con respecto a la evolución del número de hojas obtenido a partir de los distintos calibres durante el desarrollo de las plantas, éste fue registrado en forma quincenal (contabilizando tanto hojas verdes, como secas) a partir de los últimos días de mayo hasta mediados de noviembre (Figura 4.5). Además, es importante mencionar que durante el período de emisión de hojas por parte de algunos bulbos se observó la presencia de una vaina de color blanco en la parte inferior de la hoja, de la cual luego de un período de tiempo se desprendía otra hoja verde, ambas se contabilizaron como hojas en forma independiente. Lo anterior sólo ocurrió en los calibres 4/5 y 5/6. En diferentes condiciones de luz y en forma aislada se observó en un bulbo de calibre 1/2.

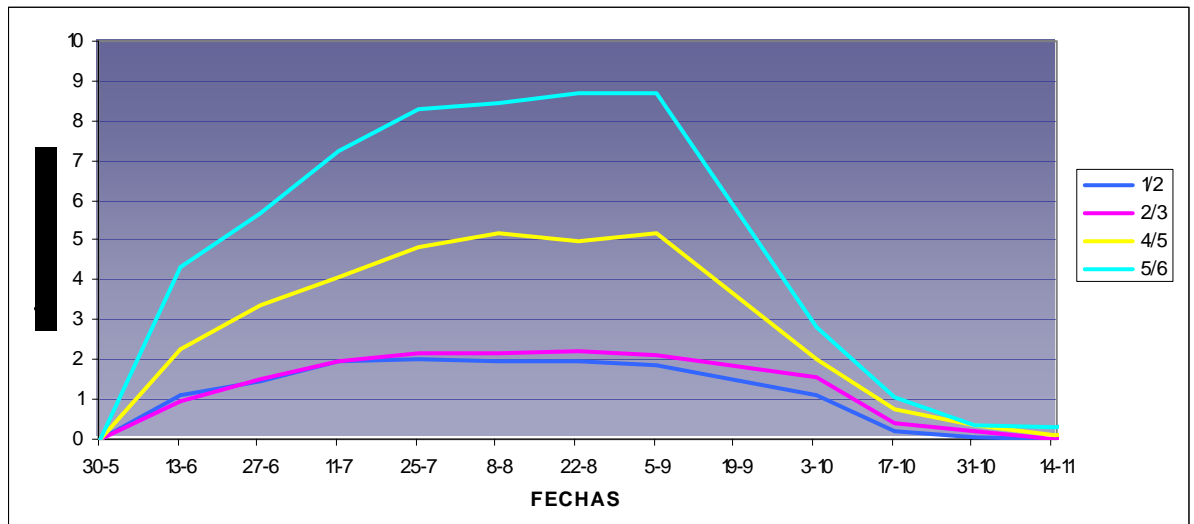


Figura 4.5: Efecto del calibre del bulbo sobre la evolución quincenal del número de hojas de *Leucocoryne purpurea*. Período mayo a noviembre 2003.

La interacción de la luz suplementaria y el calibre de los bulbos no influyó en forma significativa sobre el número de hojas en las plantas de *Leucocoryne purpurea*, comportamiento que podría indicar que la interacción de ambos factores no sería recomendable para aumentar el número de hojas, pero éste podría aumentarla al utilizar calibres de mayor tamaño.

4.2.4 Número de semillas por fruto

Este no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a la luz suplementaria y al calibre del bulbo.

Es importante mencionar que los 2 calibres más pequeños no presentaron semillas porque no florecieron, por lo tanto no fueron considerados para el análisis estadístico.

Cuadro 4.6 Efecto de la luz suplementaria y el calibre del bulbo sobre el número de semillas por fruto de *Leucocoryne purpurea*

Número de Semillas por Fruto	
Luz suplementaria	
Con	35,5
Sin	32,0
significancia	
n.s.	
Calibre del bulbo	
1/2	-
2/3	-
4/5	32,3
5/6	35,1
significancia	
n.s.	
Luz x Calibre	
significancia	
n.s.	

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente.
Test Duncan ($p \leq 0,05$)

n.s.: no significativo

4.2.5 Características de los bulbos cosechados.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número, peso y diámetro de bulbos por el efecto del factor luz suplementaria (Cuadro 4.7).

El número de bulbos producidos fue influido de manera altamente significativa por el calibre, observándose que el mayor calibre utilizado produjo 2,5 bulbos, mientras que calibres inferiores no difirieron entre sí estadísticamente en el número de bulbos producidos (Cuadro 4.7).

El diámetro de los bulbos cosechados fue afectado significativamente por parte del calibre de los bulbos iniciales. De acuerdo a lo anterior, se puede decir que los bulbos de calibres 1/2 y 2/3 aumentaron su calibre a 3/4, y con respecto a los calibres mayores, éstos no tuvieron ninguna variación (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Efecto de la luz suplementaria y el calibre de bulbo sobre los bulbos cosechados de *Leucocoryne purpurea*

	Nº de bulbos ¹	Peso de bulbo ² (g)	Diámetro de bulbo (mm)	Calibre correspondiente
Luz suplementaria				
Con	1,5	1,2	13	
Sin	1,6	1,3	13,2	
significancia	n.s.	n.s.	n.s.	
Calibre del bulbo				
1/2	1,0 b	0,6 c	10,0 c	3/4
2/3	1,0 b	0,8 c	11,0 c	3/4
4/5	1,5 b	1,5 b	14,6 b	4/5
5/6	2,5 a	2,1 a	16,8 a	5/6
significancia	**	**	**	
Interacción				
Luz x Calibre				
significancia	n.s.	n.s.	n.s.	

Promedios en una columna seguidas por las mismas letras, no difieren estadísticamente.
Test Duncan ($p \leq 0,05$)

n.s.: no significativo

** : Altamente significativo ($p \leq 0,01$)

1: Incluye el bulbo principal, más los bulbillos

2: Sólo se tomó en cuenta el bulbo principal, el más grande.

El peso obtenido por los bulbos cosechados fue superior en bulbos de mayor calibre (Cuadro 4.7). Todos aumentaron su peso en diferentes proporciones, siendo los calibres pequeños los que aumentaron su peso en una mayor proporción (Cuadro 4.8). Esta conducta podría deberse a que bulbos de calibres pequeños no florecen, por lo cual sólo acumulan reservas con el fin de aumentar su tamaño, para así en una próxima temporada poder obtener un peso adecuado para producir flores.

El peso de los bulbos obtenidos por bulbos de calibres mayores como 4/5 y 5/6, fue levemente superior al de los bulbos originales, lo cual podría explicarse por el hecho de que éstos, a diferencia de los calibres pequeños, florecieron y otros dieron origen a bulbillos y en algunos casos ambas situaciones (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Peso promedio y diferencial de bulbos de *Leucocoryne purpurea*

Calibre	Promedio peso inicial (g)	Promedio peso final (g)	Diferencial (g)	Tasa de aumento de peso(Peso final/Peso inicial)
1/2	0,13	0,6	0,47	4,6
2/3	0,379	0,8	0,421	2,1
4/5	1,386	1,5	0,114	1,07
5/6	1,938	2,1	0,162	1,08

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación las conclusiones son las siguientes:

Las plántulas provenientes de las semillas de mayor tamaño presentaron bulbos de mayor peso y diámetro final luego de la temporada de crecimiento, independiente de la condición de luz.

Se determinó que la luz suplementaria en bulbos no afectó las fechas de emergencia, aparición de botones florales, antesis, senescencia, tampoco el número de flores por umbela, porcentaje de plantas que florecieron, número de semillas por fruto, ni el peso y diámetro de los bulbos producidos al final de la temporada de crecimiento. Por el contrario, en plántulas provenientes de semillas la luz suplementaria influyó en la fecha de senescencia, la cual en presencia de este factor ocurrió y terminó antes, lo cual es negativo para la acumulación de reservas de los bulbos.

El calibre de los bulbos influyó en forma significativa en variables como fechas de emergencia y senescencia, número de hojas, porcentaje de plantas que florecieron, y número, peso y diámetro de los bulbos cosechados, contrario a lo ocurrido en las fechas de aparición de botones florales y antesis, número de flores por umbela y número de semillas por fruto, variables en las cuales el calibre inicial del bulbo no produjo ningún efecto.

En bulbos de calibre 5/6 se obtuvieron los mejores resultados, en éstos se obtuvo un mayor número de hojas por planta. Además el porcentaje de plantas que florecieron (59,4%) y el número de bulbos (2,5), fueron superiores a los obtenidos por calibres menores.

Los bulbos de calibres inferiores como 1/2 y 2/3 aumentaron más de 4 y 2 veces su peso, respectivamente, a diferencia de calibres mayores en los cuales solo existió un leve aumento de peso.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alpi, A. y Tognoni, F., 1987. Cultivo en Invernadero. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp 123-131.

Arriagada, L.; Mansur, I.; Zoellner, O.; Verdugo, G.; De La Cuadra, C.; Chellet, V.; Vergara, R.; y Quiroz, M., 2000. Descripción de la Fenología y del Crecimiento de *Leucocoryne* spp. desde semilla a bulbo. Gayana Botánica. XII Reunión de la Sociedad Botánica de Chile. 57. pp 94. Resumen.

Baalbaki, R. y Copeland, L., 1997. Seed Science and Technology. 25: pp 511-521.

Beattie, D. y White, J., 1993. Lillium - hybrids and species. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (eds). The physiology of flower bulbs. Amsterdam, Elsevier. pp 423-454.

De Hertogh, A. y Le Nard, M., 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier Publishers B. V. Amsterdam. 811 pp.

De La Cuadra, C.I., 1999. Estudios en Huilli (*Leucocoryne* spp.): I Efecto del tiempo de Almacenaje sobre la Germinación; II Descripción del Crecimiento y Desarrollo en la primera temporada del cultivo. Memoria de Título. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 71pp.

Dole, J. y Wilkins, H., 1999. Floriculture: Principles and Species. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. pp 40-45.

Folster, E., 1971. The influence of the type of fluorescent lamps on the growth of young vegetable plants. Acta Horticulturae. 22: 95 - 99.

Gabriel, E.L., 1982. Efecto del tamaño y peso de semillas de cebolla cv. "Valencianita" sobre la producción de bulbos. Informe de Beca, Est. Exp. INTA - San Juan, San Juan, Argentina.

Gabriel, E.L., Makuch, M.A y Piccolo, R. J., 1997. Seed size, germination and bulb uniformity in onion (*Allium cepa* L.) cv. "Valcatorce INTA". Acta Horticulturae. 433: 573-578.

Kim, H., Ohkawa, K. y Nitta, E., 1998. Fall flowering of *Leucocoryne coquimbensis* F. Phil. After long-term bulb storage treatments. HortScience, 33(1):18-20.

Kim, H., Ohkawa, K. y Nitta, E., 1998. Effects of bulb weight on the growth and flowering of *Leucocoryne coquimbensis* F. Phil. Acta Horticulturae. 454: 341-346.

Le Nard, M. y De Hertogh, A., 1993. Bulb growth and development and flowering. In De Hertogh, A. y Le Nard, M. (eds). The physiology of flower bulbs. Amsterdam, Elsevier. pp 29-43.

Mansur, L.; De La Cuadra, C.; Chellet, G.; Verdugo, G.; Arriagada, L. y Quiroz, M., 1999. Mejoramiento genético en *Leucocoryne* spp. En: Peñailillo, P. y Shiappacasse, F. (eds). "Los geófitos nativos y su importancia en la floricultura". Seminario Universidad de Talca, Talca. Noviembre 1999. pp 41-54.

Miller, W., 1993. *Lilium longiflorum*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (eds). The physiology of flower bulbs. Amsterdam, Elsevier. pp 391-422.

Moe, R., 1997. Physiological aspects of supplementary lighting in horticulture. Acta Horticulturae. 418: 17- 24.

Morales, P., 2001. Efecto del peso del bulbo sobre la floración y estudios de diferenciación floral de *Hebertia lahue* (Mol.) Goldbl. Memoria de título. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca, Talca, Chile. 45 pp.

Muñoz, M. y A. Moreira. 2000. Géneros endémicos de monocotiledóneas. Chile. Disponible en <http://www.mnhn.cl/apuntes/botanica/Leucocoryne.htm>. Consultado 8 de abril de 2003.

Pavez, D., 1989. Efecto del tamaño y dosis de la semilla de trigo en el desarrollo de las plantas y en algunos componentes de producción. Simiente 59: 21-29.

Ress, A., 1992. Ornamental bulbs, corms and tubers. C.A.B International. Chapter 5: pp. 71-72.

Salinger, J. 1991. Producción comercial de flores. España, editorial Acriabia. pp 102.

Salisbury, F. y Ross C., 1992. Fisiología vegetal. 4ª edición. Iberoamericana. México. pp 363.

Schiappacasse, F.; Yañez, P. y Peñailillo, P., 1999. Propagación de geófitos nativos. En Peñailillo, P. y Shiappacasse, F. (eds). "Los geófitos nativos y su importancia en la floricultura". Seminario Universidad de Talca, Talca. Noviembre 1999. pp 11.

Singh, S.P. y Rai, P.N., 1988. Effect of seed size upon germination and early stages of plant growth of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Acta Horticulturae. 218: 71-76.

Squeo, F.A., G. Arancio, C. Marticorena y M. Muñoz. 2001. Listado de las especies en categoría Extinta, En Peligro y Vulnerable de la flora nativa de Coquimbo. In Squeo, F.A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. p 87.

Soetopo, L. y Poespodarsono, S., 1994. Effect of seed variation on the growth and yield of leaf Mustard (*Brassica juncea*). Acta Horticulturae. 369: 382-387.

Van der Valk, G.G.M., 1986. Bulb weight partitioning patterns of some tulip cultivars. Acta Horticulturae. 177: 415-422.

ANEXOS

Anexo 1

Valores de radiación fotosintéticamente activa registrados.

17/ Marzo/ 2003 16:00 h. día despejado

Afuera del invernadero	171 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Sin luz suplementaria	121,3 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Con luz suplementaria	151,4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

13/ Octubre/ 2003 12:30 h. día despejado

Afuera del invernadero	1850 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Sin luz suplementaria	1242 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Con luz suplementaria	1378 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

18/ noviembre/ 2003 18:00 h. día despejado

Afuera del invernadero	377,4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Sin luz suplementaria	295 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
Con luz suplementaria	318 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

Anexo 2

Tabla de calibración de bulbos

Diámetro	Diámetro	Perímetro ^y	Calibre
mm	cm	cm	
4	0,4	1,26	1/2
5	0,5	1,57	1/2
6	0,6	1,88	1/2
7	0,7	2,2	2/3
8	0,8	2,51	2/3
9	0,9	2,83	2/3
10	1	3,14	3/4
11	1,1	3,46	3/4
12	1,2	3,77	3/4
13	1,3	4,08	4/5
14	1,4	4,4	4/5
15	1,5	4,71	4/5
16	1,6	5,03	5/6
17	1,7	5,34	5/6
18	1,8	5,65	5/6
19	1,9	5,97	5/6

Y = cm de circunferencia de los bulbos.

Anexo 3

Interacción de luz suplementaria con el calibre del bulbo sobre el porcentaje de plantas que florecieron.

Calibre	Luz suplementaria	Plantas que florecieron (%)
1/2	Con	0,0 b
1/2	Sin	0,0 b
2/3	Con	0,0 b
2/3	Sin	0,0 b
4/5	Con	56,25 a
4/5	Sin	18,75 b
5/6	Con	62,5 a
5/6	Sin	56,25 a

Anexo 4

Porcentaje de plantas de *Leucocoryne purpurea* que florecieron.

Calibre	Luz suplementaria	Floración (%)
4/5	Con	50
4/5	Con	75
4/5	Con	50
4/5	Con	50
5/6	Con	50
5/6	Con	75
5/6	Con	50
5/6	Con	75
4/5	Sin	50
4/5	Sin	0
4/5	Sin	25
4/5	Sin	0
5/6	Sin	100
5/6	Sin	25
5/6	Sin	50
5/6	Sin	50