



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA**

**MAESTRÍA EN FLORICULTURA**

---



Estudio de la dinámica de absorción de nutrientes de *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' para flor de corte en condiciones de producción bajo cubierta en la provincia de Misiones.

**Tesis presentada por Ricardo Daniel Haussecker para optar por el título  
de Magister en Floricultura**

**Junio, 2020.-**





El Ing. Agr. (M. Sc.) Diego Alejandro Mata y el Ing. Agr. (M. Sc.) Rodrigo Guzmán Verón, de la Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista del INTA, hacen constar que la tesis titulada: **“Estudio de la dinámica de absorción de nutrientes de *Gloriosa superba* L. ‘Misato Red’ para flor de corte en condiciones de producción bajo cubierta en la provincia de Misiones”**, que presenta el Ing. Agr. Ricardo Daniel Haussecker para aspirar al título de Magister en Floricultura ha sido realizada bajo sus direcciones y autorizan su presentación.

Para que conste, expiden la presente en la ciudad de Lomas de Zamora, provincia de Buenos Aires, a los treinta días del mes de junio de dos mil veinte.

.....  
RICARDO HAUSSECKER

Firma y aclaración Maestrando

.....  
Firma y aclaración Co-director

.....  
Firma y aclaración Director



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme su ayuda y las fuerzas en todo; a mi esposa Cintia Kamlovsky por su amor, aliento y apoyo constante.

A mi director el Ing. Agr. (M. Sc.) Diego Alejandro Mata y a mi Co-director el Ing. Agr. (M. Sc.) Rodrigo Guzmán Verón, por su guía, apoyo, sugerencias y correcciones a lo largo de toda la tesis.

A mi directora de Beca de INTA la Ing. Ftal. Doris Irene Bischoff por su apoyo y guía.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por brindarme la Beca de Formación y la posibilidad de capacitarme.

A la Universidad Nacional de Lomas de Zamora y el Instituto de Floricultura con todo el equipo humano que los componen por el dictado de esta Maestría.

Al director del Instituto de Floricultura, el Ing. Agr. Daniel Enrique Morisigue por permitirme utilizar los equipamientos y laboratorios del Instituto de Floricultura. A los técnicos Mónica Karlanian y Rubén Pitarch por las determinaciones en laboratorio.

A los productores florícolas, el Ing. Agr. Julio Yamada y la Sra. Leonilda Gundes por permitirme realizar los ensayos en sus establecimientos.

A todos los colegas de INTA Montecarlo que de una u otra manera colaboraron para que esta tesis se lleve a cabo.

A los docentes de la maestría y a mis compañeros de cursado.



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ABREVIATURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xix
1. CAPÍTULO 1 .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.1. Panorama de la Floricultura .....	1
1.1.2. <i>Gloriosa superba</i> .....	2
1.1.3. Necesidad de aporte externo de nutrientes .....	3
1.1.4. Curvas de absorción de nutrientes .....	5
1.2. OBJETIVOS .....	9
1.2.1. Objetivo general .....	9
1.2.2. Objetivos específicos .....	9
1.3. HIPÓTESIS .....	9
2. CAPÍTULO 2: Determinación del contenido de nutrientes en tubérculos de <i>Gloriosa superba</i> L. 'Misato Red' y sus aportes a la planta .....	11
2.1. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
2.1.1. Localización y lugares de trabajo .....	11
2.1.2. Material vegetal .....	12
2.1.3. Diseño estadístico .....	12
2.1.4. Condiciones de cultivo .....	13
2.1.5. Tratamientos .....	13
2.1.6. Plantación y riegos .....	14
2.1.7. Toma de datos .....	14
2.1.8. Acondicionamiento de muestras .....	15
2.1.9. Determinación de elementos minerales .....	15
2.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
2.2.1. Composición de tubérculos .....	17
2.2.2. Contenido total de nutrientes en tubérculos .....	18
2.2.3. Crecimiento en macetas .....	18
2.2.4. Materia seca .....	20
2.2.5. Concentración de nutrientes .....	22
2.2.6. Absorción de nutrientes .....	23

3. CAPÍTULO 3: Producción de materia seca y composición nutricional de los diferentes órganos de plantas de <i>Gloriosa superba</i> L. ‘Misato Red’ en cada etapa del cultivo en suelo en condiciones de invernadero .....	27
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1.1. Localización y lugares de trabajo .....	27
3.1.2. Material vegetal .....	28
3.1.3. Diseño estadístico .....	28
3.1.4. Plantación y condiciones del cultivo.....	28
3.1.5. Toma de datos.....	29
- Muestreos destructivos para análisis químicos .....	29
- Mediciones de parámetros de crecimiento y desarrollo.....	30
3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.2.1. Crecimiento a campo.....	31
a. Altura de plantas.....	31
b. Número de hojas y nudos por planta .....	32
c. Días a floración y número de flores .....	33
d. Aspecto general de plantas .....	33
3.2.2. Materia seca.....	34
a. Materia seca total .....	34
b. Materia seca de la parte aérea .....	35
c. Materia seca subterránea .....	36
3.2.3. Tasa de acumulación de materia seca .....	38
3.2.4. Absorción de nutrientes .....	39
3.2.4.1. Nitrógeno .....	39
3.2.4.2. Fósforo.....	42
3.2.4.3. Potasio.....	45
3.2.4.4. Calcio.....	48
3.2.4.5. Magnesio .....	51
3.2.4.6. Hierro .....	54
3.2.4.7. Manganeso .....	56
3.2.4.8. Zinc.....	59
3.2.4.9. Cobre .....	61
3.2.5. Absorción de nutrientes por estadios fenológicos.....	64
3.2.6. Relaciones entre nutrientes .....	67
3.2.7. Aportes del tubérculo y del suelo .....	68
3.2.8. Comparación de ensayos en macetas y canteros.....	68
4. CAPÍTULO 4 .....	71

---

4.1. CONCLUSIONES .....	71
4.2. BIBLIOGRAFÍA.....	73
4.3. ANEXOS .....	79
4.3.1. ANEXO I: Fotografías .....	79
4.3.2. Anexo II: Análisis de agua y suelo .....	89
4.3.3. Anexo III: Análisis de varianza.....	92
4.3.4. Anexo IV: Correlaciones .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de los tratamientos realizados en ensayos de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivados en perlita. ....	13
Tabla 2: Composición de la solución regada en el ensayo de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ en macetas. ....	14
Tabla 3: Contenido de materia seca, macro y micronutrientes en tubérculos de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´. ....	17
Tabla 4: Relaciones entre nutrientes en bulbos y tubérculos de diferentes especies. ....	18
Tabla 5: Comparación de parámetros de crecimiento y desarrollo entre plantas de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ fertilizadas y no fertilizadas. ....	20
Tabla 6: Concentración de nutrientes en hojas y tallos de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivados en macetas con y sin aporte de nutrientes por fertilización. ...	22
Tabla 7: Variación porcentual de la materia seca aérea y radical a lo largo del ciclo de cultivo de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	34
Tabla 8: Absorción acumulada de N en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	41
Tabla 9: Absorción acumulada de P en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	44
Tabla 10: Absorción acumulada de K en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	47
Tabla 11: Absorción acumulada de Ca en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	50
Tabla 12: Absorción acumulada de Mg en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	53
Tabla 13: Absorción acumulada de Fe en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	55
Tabla 14: Absorción acumulada de Mn en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	58
Tabla 15: Absorción acumulada de Zn en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta. ....	60

---

Tabla 16: Absorción acumulada de Cu en porcentaje y por m <sup>2</sup> en <i>G. superba</i> L. 'Misato Red' cultivada en suelo bajo cubierta. ....	62
Tabla 17: Porcentaje de macronutrientes en cada momento del ciclo de la parte aérea y de los tubérculos plantados, considerando la suma N+P+K+Ca+Mg como el 100 %. ....	65
Tabla 18: Porcentaje de micronutrientes en cada momento del ciclo de la parte aérea y de los tubérculos plantados, considerando la suma Fe+Mn+Zn+Cu como el 100 %. ....	65
Tabla 19: Relaciones entre macro y micronutrientes absorbidos en <i>G. superba</i> L. 'Misato Red' en tres etapas del ciclo de cultivo. ....	67
Tabla 20: Aporte potencial del tubérculo y aportes del suelo al crecimiento de <i>G. superba</i> L. 'Misato Red' .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación y fotografía satelital de los lugares donde se realizaron los ensayos a campo. ....	12
Figura 2: Altura de plantas de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ en cultivo en macetas con perlita a lo largo del ciclo de cultivo con agua destilada (T1) y solución nutritiva (T2). ....	19
Figura 3: Materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos en formación en plantas de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ con y sin aportes por fertilización a los 31 DDB. ....	21
Figura 4: Absorción de macronutrientes de la parte aérea de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en macetas con y sin aporte de nutrientes a los 31 DDB. ....	23
Figura 5: Absorción de micronutrientes de la parte aérea de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en macetas con y sin aporte de nutrientes a los 31 DDB. ....	24
Figura 6: Altura promedio, número de hojas y pimpollos en plantas de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo a lo largo del ciclo de cultivo. ....	32
Figura 7: Materia seca de los diferentes órganos de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta lo largo del ciclo productivo. ....	35
Figura 8: Peso seco porcentual de tallos, hojas y flores respecto a la parte aérea de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo a lo largo del ciclo de cultivo. ....	36
Figura 9: Aportes desde el tubérculo plantado y generación de materia seca total de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	37
Figura 10: Tasa de acumulación de materia seca total de la parte aérea y por órgano en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	38
Figura 11: Concentración de nitrógeno en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	40
Figura 12: Tasa de absorción de nitrógeno en tallos, hojas, flores y total en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	42
Figura 13: Concentración de fósforo en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	43

Figura 14: Tasa de absorción de fósforo en tallos, hojas, flores y total en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	45
Figura 15: Concentración de potasio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	46
Figura 16: Tasa de absorción de potasio en tallos, hojas, flores y total en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	48
Figura 17: Concentración de calcio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	49
Figura 18: Tasa de absorción de calcio en tallos, hojas, flores y total en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	51
Figura 19: Concentración de magnesio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	52
Figura 20: Tasa de absorción de magnesio en tallos, hojas, flores y total en <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	53
Figura 21: Concentración de hierro en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	55
Figura 22: Tasa de absorción de hierro en tallos, hojas, flores y total de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	56
Figura 23: Concentración de manganeso en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	57
Figura 24: Tasa de absorción de manganeso en tallos, hojas, flores y total de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	58
Figura 25: Concentración de zinc en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	59
Figura 26: Tasa de absorción de zinc en tallos, hojas, flores y total de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	61
Figura 27: Concentración de cobre en tejidos de tallos, hojas y flores de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	61
Figura 28: Tasa de absorción de cobre en tallos, hojas, flores y total de <i>G. superba</i> L. `Misato Red´ cultivadas en suelo bajo cubierta. ....	63

Figura 29: Porcentaje de macronutrientes absorbidos por etapa fenológica en la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta. 66

Figura 30: Porcentaje de micronutrientes absorbidos por etapa fenológica en la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta. 67

## ABREVIATURAS

*G. superba*: *Gloriosa superba*.

DDB: Días desde brotación.

MS: Materia seca.

MF: Materia fresca.

MSA: Materia seca aérea.

MSS: Materia seca subterránea.

MST: Materia seca total.

N: Nitrógeno.

P: Fósforo.

K: Potasio.

Ca: Calcio.

Mg: Magnesio.

Fe: Hierro.

Mn: Manganeseo.

Zn: Zinc.

Cu: Cobre.

T1: Tratamiento 1.

T2: Tratamiento 2.



## RESUMEN

*Gloriosa superba* L. es una especie tropical de reciente introducción en Argentina, cultivada como flor de corte. Es de suma importancia conocer las demandas nutricionales del cultivo para entregar las cantidades óptimas de nutrientes en cada etapa, logrando calidad y buen rendimiento en flores reduciendo los costos de producción y el impacto ambiental. Los objetivos del trabajo fueron generar información de la dinámica de absorción de nutrientes, determinando a su vez la cantidad de nutrientes aportados por el tubérculo y extraídos del suelo/sustrato. Para ello, por un lado, se realizaron análisis de composición de tubérculos y, por otro lado, se instalaron dos ensayos en invernadero. El ensayo 1 comprendió dos tratamientos, con y sin aporte externo de nutrientes en macetas con sustrato inerte. El ensayo 2 se instaló en canteros, tomando siete muestreos a lo largo del ciclo, determinando MF y MS de tallos, hojas, flores, tubérculos, raíces y realizando análisis químicos de los órganos aéreos, obteniendo de esta manera curvas de absorción. Se comprobó que solamente alrededor del 20 % de cada nutriente es provisto por el tubérculo, siendo necesario el aporte externo desde etapas iniciales del cultivo. La tasa de crecimiento y acumulación de MS se mostró como una doble sigmoidea, con picos máximos en etapa vegetativa de elongación de tallos e inicio de floración. Las cantidades de nutrientes se absorbieron en el siguiente orden: N>K>Mg>Ca>P>Fe>Mn>Zn>Cu. Se recomienda una fertilización rica en N, P y Fe en la etapa vegetativa, equilibrada durante el pimpollado y rica en Ca, K, Mg, Mn, Zn y Cu antes y durante la floración. Los órganos más representativos a muestrear para el diagnóstico del cultivo son las hojas. Es necesario realizar ensayos con diferentes fertilizaciones a fin de ajustar las dosis y momentos de aplicación de cada nutriente según la dinámica observada.

Palabras clave: nutrición, geófitas, fenología.



## ABSTRACT

*Gloriosa superba* is a tropical species recently introduced in Argentina, cultivated as a cut flower. It is of utmost importance to know the nutritional demands of the crop to add optimal amounts of nutrients at each stage, achieving quality and good performance in flowers, reducing production costs and impact on the environment. The objectives of the work were to generate information on nutrient absorption dynamics, determining at the same time, the amount of nutrients that are supplied by the tuber and which ones are extracted from the soil / substrate. To that end on the one hand, tuber composition analysis was carried out. On the other hand, two greenhouse trials were installed; trial 1 included two treatments, with and without external supply of nutrients in pots with inert substrate. Trial 2 settled in flower beds, taking 7 samplings throughout the cycle, determining fresh weight and dry matter of stems, leaves, flowers, tubers, roots and performing chemical analyzes of the aerial organs. Obtaining absorption curves in this way. It was found that only about 20 % of each nutrient is provided by the tuber, requiring external input from early stages of cultivation. The growth and accumulation rate of dry matter was shown as a double sigmoid curve, with maximum peaks in the vegetative stage of stem elongation and beginning of flowering. Nutrient amounts were absorbed in the following order: N> K> Mg> Ca> P> Fe> Mn> Zn> Cu. Fertilization rich in N, P and Fe is recommended in the vegetative stage, balanced during budding and rich in Ca, K, Mg, Mn, Zn and Cu before and during flowering. The most representative organ to sample for crop diagnosis are the leaves. It is necessary to carry out trials with different fertilizations in order to adjust the doses and times of application of each nutrient according to the observed dynamics.

Key words: nutrition, geophytes, phenology.



# 1. CAPÍTULO 1

## 1.1. INTRODUCCIÓN

### 1.1.1. Panorama de la Floricultura

La Floricultura en sentido amplio se define como la actividad destinada al cultivo de flores de corte o de plantas ornamentales para uso decorativo que es llevada a cabo en una explotación y cuyo destino final es la comercialización (Morisigue y Villanova, 2016).

Desde tiempos antiguos el ser humano ha colectado flores para decoraciones, pasando luego a domesticar y cultivar las mismas. Los primeros registros de cultivos de flores datan de la Edad Media. En los siglos XVIII y XIX, se introdujeron en Europa muchas especies de diferentes partes del mundo, para su cultivo y mejoramiento. A partir de 1930 se inició la producción comercial de flores de corte, relacionada a la formación de los grandes centros urbanos. Después de la Segunda Guerra Mundial, surgieron los cultivos en invernaderos en bloques y programación de cultivos para obtener floración todo el año (Morisigue *et al.*, 2012).

La Floricultura a nivel global, actualmente representa alrededor de 100 mil millones de dólares anuales. Además de los países típicamente productores como Países Bajos, Japón y Estados Unidos, se fueron sumando países como Kenia, Colombia, Ecuador y Malasia, dados los menores costos de mano de obra y ventajas climáticas, como así también la producción a contraestación para abastecer el mercado mundial. Las principales especies que participan del comercio mundial de flores de corte son rosa, crisantemo, tulipán, liliun, gerbera, cymbidium, fresia, anturio, hippeastrum. Sin embargo, el consumo en los últimos años ha sido muy dinámico y cambiante en cuanto a las tendencias, explorando nuevas especies y variedades (Argenbio, 2020; Granitto, 2020).

En Argentina, la superficie ocupada por la Floricultura es de alrededor de 2800 hectáreas. La producción de flores de corte ronda las 815 has, con 480 emprendimientos, correspondiendo al 0,002 % de la superficie cultivada del país, según los datos del Censo Nacional Agropecuario 2018 (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2019). Para 2020, se estimaron 2000 productores

de flores y plantas ornamentales, con nueve mercados mayoristas y más de 3500 comercios minoristas.

En la provincia de Misiones la superficie ocupada para flores de corte ronda las 6,8 has (INDEC, 2019), concentrada en solamente tres emprendimientos. Existen zonas de la provincia con características agroclimáticas óptimas para la producción de flores tropicales, con un potencial aún no explotado (Morisigue *et al.*, 2012). La producción de flores tropicales es muy escasa por lo que constituye una gran posibilidad de diversificación de la producción. Esto podría potenciar el mercado nacional y, a mediano plazo, ser una alternativa de exportación considerando que son productos de gran demanda internacional.

El éxito comercial de cualquier nueva flor cortada depende de sus cualidades estéticas, facilidad de producción y duración poscosecha después del manejo comercial normal. El mercado de flores es dinámico; los consumidores cambian sus patrones de consumo buscando nuevas especies y colores, estando dispuestos a pagar más por ellos, por lo que aún quedan nichos por explotar (Escobar, 2004).

### **1.1.2. *Gloriosa superba***

*Gloriosa superba* es una especie tropical, también conocida como lirio trepador, lirio de la Gloria o Gloriosa. Es originaria de las zonas tropicales de Asia y África. Pertenece a la familia *Colchicaceae* (Anandhi y Rajamani, 2013; Kannabiran y Padmanaban, 2016).

Prefiere para su cultivo suelos franco arenosos. En su zona de origen crece en bosques caducifolios mixtos en posiciones soleadas y en los bordes de áreas cultivadas de países cálidos, a una altitud de hasta 2530 msnm (Neuwinger, 1994) sin embargo es posible cultivarla bajo cubierta fuera de su zona de procedencia (Okabayashi, 2010). Es una planta trepadora que puede superar los 2,5 metros de altura, posee hojas sésiles, lanceoladas y con zarcillos en los ápices foliares. Las flores son grandes, axilares y solitarias. Poseen pétalos reflejos de márgenes ondulados y llamativos estambres (Figura 61 Anexo I) presentando estructuras nectaríferas que atraen a mariposas, abejas y otros insectos (Anandhi y Rajamani, 2013).

Desde tiempos antiguos fue utilizada por sus propiedades medicinales, tanto así, que por la sobreexplotación en los lugares de origen se la consideró como una especie rara o en peligro de extinción (Singh *et al.*, 2013; Mahendran *et al.*, 2016). Sin embargo, hoy en día se halla bajo cultivo en unas 2500 has en la India, para los mismos fines (Padmapriya *et al.*, 2015).

En las últimas décadas, por la belleza de sus flores, *Gloriosa superba* fue tomando importancia como flor de corte (Dey, 1998, como se citó en Gupta *et al.*, 2013). Asimismo, Hettiarachchi y Balas (2004), realizaron estudios de poscosecha en Austria, comentando la posibilidad de que las diferentes especies del género *Gloriosa* se utilizaran comercialmente como flores cortadas o plantas en macetas en Europa.

Según Dounias (2006) se la cultiva comúnmente como planta de jardín en los trópicos, destacando la posibilidad de realizar cultivos comerciales con usos florales en África. Especifica además que existen varios cultivares, siendo 'Rothschildiana' el más frecuente, 'Lutea' de flores amarillas, 'Citrina' es amarilla con marcas rojas oscuras y 'Nana' un cultivar enano.

Actualmente se la produce para fines florales y ornamentales en Japón, Países Bajos, EEUU, Brasil, entre otros países, y también en Argentina, en la zona de La Plata, provincia de Buenos Aires, siendo reciente su introducción para flor de corte. Asimismo, aparece entre las tendencias de decoraciones para interiores 2020 en el Flower Council Holland, haciendo referencia a la necesidad creciente de ampliar la visión hacia el mundo, indicando que la apertura y diversidad están aumentando, combinando productos locales con los globales y generando una colección variada para crear ambientes alegres en una sociedad inclusiva (Flower Council, 2020).

### **1.1.3. Necesidad de aporte externo de nutrientes**

De ser cultivos artesanales en un inicio, las producciones de flores de corte se han convertido en grandes “industrias” con un alto nivel de complejidad, tecnificación y un uso intensivo de recursos. Es así que muchas tecnologías se desarrollaron primeramente para la Floricultura y de allí se extendieron a otros cultivos, y si bien el rendimiento potencial de un cultivo está determinado genéticamente, existen factores edáficos, climáticos y de manejo que pueden

modificarlo (Sánchez García, 2004) siendo la nutrición un factor sumamente importante y controlable por el hombre (Stewart *et al.*, 2005), ya que cultivos bien nutridos aseguran un crecimiento vigoroso y una mayor resistencia a plagas y enfermedades (Kant y Kafkafi, 2002).

En cada cultivo es necesario reponer las cantidades de nutrientes extraídas evitando de esta manera el empobrecimiento del suelo (Durán, 2013; Fallas *et al.*, 2014). Estos nutrientes pueden ser devueltos al sistema a través de abonos orgánicos, los cuales mejoran además las características físicas de los suelos, pero con un aporte de nutrientes mayormente desequilibrado, por lo que se puede recurrir al uso de fertilizantes químicos o a la combinación de ambos en las cantidades adecuadas (Sivasankar y Manivannan, 2015).

Los fertilizantes pueden aplicarse al momento de la preparación del suelo previo a la plantación conocido como fertilización de base; aplicarse al suelo en diferentes momentos del ciclo de cultivo; suministrarse por medio del fertirriego día a día o a través de aplicaciones foliares en el momento preciso (Etchevers Barra, 2000). De acuerdo al tipo de fertilizante aplicado y el modo de aplicación, es necesario tener en cuenta que la eficiencia será inferior al 100 %, por lo que habrá que colocar un porcentaje mayor que se debe calcular en cada caso.

En cultivos de propagación por semillas prácticamente la totalidad de los nutrientes utilizados provienen del aporte externo mientras que, en las geófitas o “bulbosas”, una parte es aportada por el órgano de reserva, cuyo valor es necesario conocer. Además, dentro de estas últimas, no es lo mismo si la producción es exclusivamente de la vara floral para corte y se descarta el órgano de reserva o si luego de la cosecha de flores se engrosan los bulbos para el ciclo siguiente, en cuyo caso será necesario conocer las exigencias para ese nuevo material de propagación (Posada, 2009).

Por otro lado, el empleo de fertilizantes sin conocimientos exactos de los requerimientos de los cultivos, ha conllevado dificultades. Es así que, cuando se entregan al cultivo cantidades por encima de las que puede absorber, parte se retiene en el suelo y está disponible para cultivos siguientes, pero parte se pierde y contamina las napas, trayendo problemas a futuro (Hudson, 2006).

Además de esto, los desbalances generados al entregar excesos de un nutriente de manera continua en sucesivos ciclos pueden acarrear dificultades

de absorción de otros elementos, presentando deficiencias por antagonismo en la absorción a pesar de estar disponibles (Cabalceta *et al.*, 2005), o producir daños por toxicidad (Agüero, 2012). En cultivos al aire libre los nutrientes se lavan con mayor facilidad por las precipitaciones y si bien esto contamina, no se acumulan los excesos. En cultivos bajo cubierta, en cambio, es necesario tener presente que, si bien se lixivia una parte por el riego, pueden aparecer problemas tanto de exceso de sales como de acidificación con consecuencias negativas a futuro, creando problemas de conductividades elevadas y pérdida de calidad de los cultivos.

Si bien en las actividades agrícolas aún no es posible llegar a una contaminación nula, haciendo un uso razonable de los fertilizantes, aplicando en las cantidades y momentos en que las plantas los necesitan, se puede llegar a una producción sostenible en el tiempo (García y San Juan, 2015; Delgado y Rodríguez 2018).

La conciencia actual del deterioro del medio ambiente llevó a definir máximos recomendables de fertilización y riego (Etchevers Barra 2000; Guzmán, 2004) lo que determina un aumento en los márgenes de producción y ganancias (Bautista *et al.*, 2012).

#### **1.1.4. Curvas de absorción de nutrientes**

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que, en los cultivos ornamentales y florales, además del rendimiento en cantidad, es muy importante el aspecto estético y la duración poscosecha, es indispensable proveer al cultivo la cantidad y tipo de nutrientes precisos en los momentos que lo utiliza.

Existen diferentes formas de diagnosticar el estado nutricional de un cultivo. Una de ellas es la observación visual, con detección de síntomas, pero en ese caso el diagnóstico puede ser tardío y por ello posiblemente ya se haya perdido rendimiento y calidad, por lo cual existen otras herramientas como el análisis químico de suelo, de la solución de suelo, análisis del agua de riego, análisis de tejido vegetal (Etchevers Barra, 2000) además de tecnologías modernas de diagnóstico instantáneo.

“Estudios de absorción” es un término que hace referencia a todos aquellos trabajos que contabilizan los requisitos, la extracción o el consumo de

nutrientes en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  que efectúa un cultivo para completar su ciclo de producción (Bertsch, 2009). Se pueden dividir en dos tipos, por un lado estudios de absorción total con una sola determinación y análisis, generalmente al momento de cosecha, donde además se puede ver lo exportado por el cultivo y lo reincorporado al sistema, y por otro lado las curvas de absorción con análisis secuenciales asociados a las etapas fenológicas del cultivo, logrando establecer a través de los mismos, la dinámica de la absorción, es decir, cuáles son las concentraciones de nutrientes que se observan en las distintas fases del desarrollo de la planta y con ello su demanda (Bertsch, 2002) siendo estudios más costosos pero de mayor utilidad, ya que en el primer caso al conocer la absorción total pero no el momento de su absorción igualmente pueden generarse pérdidas (Fallas, *et al.*, 2014).

Una curva de absorción de nutrientes es la representación gráfica de la cantidad de nutrientes extraídos por una planta durante su ciclo de vida. Se elaboran con los datos de materia seca y concentración de nutrientes ya sea en la totalidad de la planta o en órganos específicos (Bertsch, 2009). Una vez establecidas las curvas, a través de análisis foliares, se pueden diagnosticar deficiencias y corregirlas aún antes de que estas causen síntomas que disminuyan el rendimiento y sobre todo la calidad del producto.

Estas curvas indican las cantidades mínimas de nutrientes a los que debe tener acceso el cultivo para producir un determinado rendimiento y el conocerlas permite ver los momentos de mayor demanda y hacer un uso más eficiente de fertilizantes, evitando que algún elemento se transforme en limitante.

La bibliografía existente para nutrición de flores de corte es escasa y más aún en el caso de una especie de reciente introducción como *G. superba*. En general sólo se encuentran recomendaciones para los cultivos más difundidos y tradicionales. En la revisión bibliográfica realizada, el único trabajo sobre absorción de nutrientes para flor de corte en este cultivo es el de Okabayashi (2010) realizado bajo cubierta en Japón.

Existen recientes trabajos con ensayos de fertilizaciones para la producción de semillas y tubérculos con fines medicinales, todos al aire libre, en su mayoría en la India. Entre ellos podemos citar a Deivasigamani y Thanunathan (2011); Gupta *et al.* (2013); Sivasankar y Manivannan (2015) y

Rajamani y Padmapriya (2017), quienes realizaron diferentes combinaciones de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, sin estudiar la composición química de tejidos ni la absorción de nutrientes sino solamente la productividad de semillas y tubérculos. No se encontraron trabajos similares en el continente americano.

Las curvas de absorción son válidas para un ambiente determinado; es así que la generación de datos locales para las condiciones agroclimáticas de Misiones serán un gran aporte a los productores, ya que la provincia cuenta con determinadas ventajas comparativas como el largo período libre de heladas, requisito indispensable para la producción de varios ciclos al año de este cultivo tropical. De este modo se podrán producir flores de *G. superba* de calidad y optimizar el rendimiento a escala comercial, con un menor nivel de infraestructura, menores costos de producción y durante todo el año, lo que no es posible en las zonas templadas del país, logrando abastecer al mercado local y enviando las varas florales a los principales centros de consumo del país, tal como sucede actualmente con otras flores de corte.



## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la dinámica de absorción de nutrientes en el cultivo de *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' para flor de corte bajo cubierta en la provincia de Misiones, Argentina.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad y tipo de nutrientes que la planta recibe del tubérculo y cuales extrae del suelo.
- Establecer el momento en que la planta deja de nutrirse del tubérculo y comienza a absorber nutrientes del sustrato/suelo.
- Determinar los contenidos de nutrientes en los tejidos de tallos, hojas y flores en las distintas etapas del cultivo.
- Elaborar curvas de crecimiento y de absorción de nutrientes.
- Estimar la demanda nutricional del cultivo para facilitar la creación de un programa de fertilización.

## **1.3. HIPÓTESIS**

El estudio de la dinámica de absorción de nutrientes de *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' para flor de corte bajo cubierta permitirá establecer un plan de fertilización eficaz para las condiciones de cultivo en la provincia de Misiones, Argentina.



## **2. CAPÍTULO 2: Determinación del contenido de nutrientes en tubérculos de *Gloriosa superba* L. `Misato Red´ y sus aportes a la planta**

### **2.1. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron las siguientes determinaciones y ensayos:

#### **a) Composición de tubérculos:**

Se realizó el análisis de nutrientes en tubérculos de *G. superba* L. `Misato Red´ de 50 g de peso fresco. Los mismos fueron cortados transversalmente en segmentos de 0,3 a 0,5 cm previo a colocar en estufa, a fin de facilitar su molienda posterior (Figura 64 Anexo I).

#### **b) Plantación en sustrato inerte:**

Se realizó un ensayo en macetas con perlita como sustrato, con 2 tratamientos, T1 sin aporte de nutrientes (regando con agua destilada) y T2 con el agregado de nutrientes al agua destilada.

#### **2.1.1. Localización y lugares de trabajo**

El ensayo se realizó en un emprendimiento de la localidad de Montecarlo, provincia de Misiones situado a los 26°34'37" de latitud Sur, 54°44'10" de longitud Oeste y 236 msnm (Figura 1).

Las determinaciones de materia fresca, materia seca y mediciones de las plantas muestreadas se realizaron en laboratorios de la EEA INTA Montecarlo. Los análisis químicos de tejidos vegetales, se llevaron a cabo en los laboratorios del Instituto de Floricultura del INTA Castelar (Buenos Aires) y en la EEA INTA Cerro Azul (Misiones).

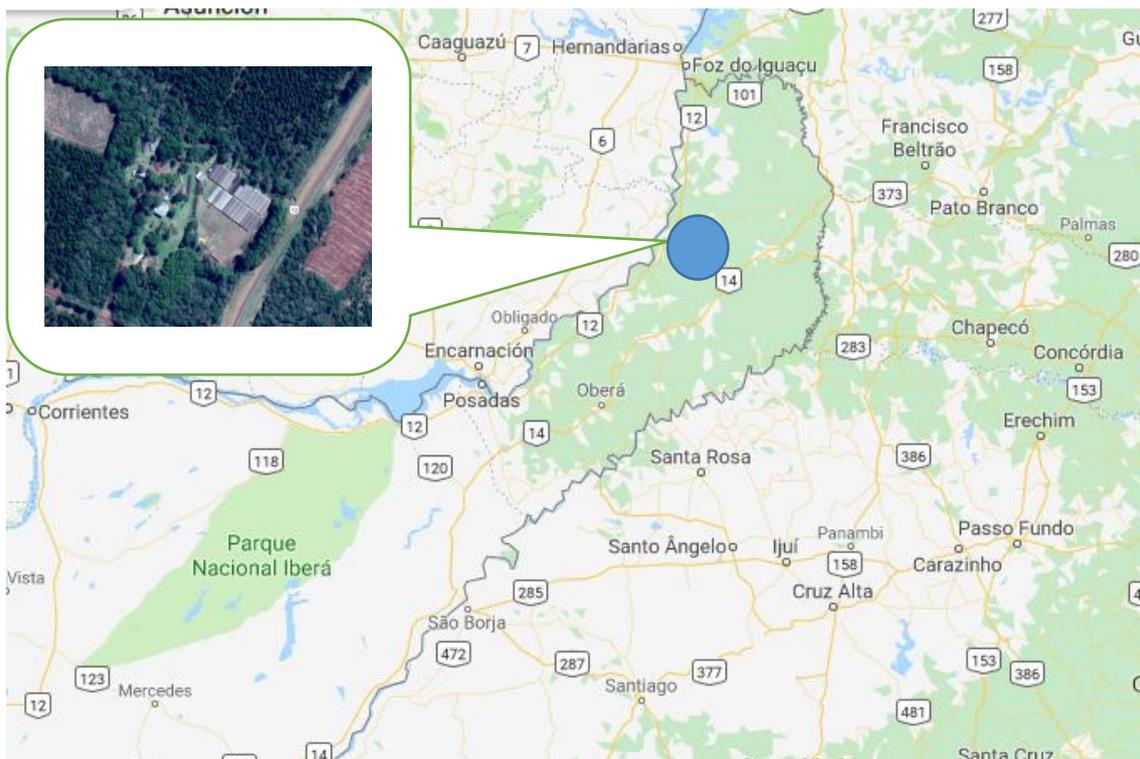


Figura 1: Mapa de ubicación y fotografía satelital de los lugares donde se realizaron los ensayos a campo.  
(Fuente: Google Maps).

### 2.1.2. Material vegetal

Se emplearon tubérculos de la especie *Gloriosa superba* variedad 'Misato Red', de una media de 14 cm de longitud y pesos frescos cercanos a los 50 gramos (Figura 2 Anexo I), provenientes de propagación vegetativa de un establecimiento de la provincia de Misiones. Estos tubérculos fueron cosechados el 29/01/2018, luego se lavaron con agua de red y se sumergieron por 15 minutos en una solución de 2ml.L<sup>-1</sup> de Carbendazim (Figura 1 Anexo I) para almacenarlos posteriormente por un período de 60 días en cámara a 10 °C de temperatura.

### 2.1.3. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Consistió en 10 macetas con 1 tubérculo cada uno, (5 por tratamiento), siendo cada planta una repetición (Figuras 1-29 Anexo I). Los datos fueron procesados y sometidos a un análisis de la varianza y test de Tukey, con el software estadístico InfoStat.

#### 2.1.4. Condiciones de cultivo

El ensayo se instaló el 18/04/2018 y finalizó el 20/07/2018, en un invernadero tipo capilla de 10 m de longitud, 6 m de ancho, cumbrera de 3,5 m y laterales de 2,5 m de altura, con plástico UV de 150  $\mu\text{m}$  y 1 año de uso. Las temperaturas medias mensuales en el período variaron de 16 a 20,2°C, dentro del invernadero con temperatura mínima absoluta de 4,6°C y máxima absoluta de 39°C. La humedad relativa ambiente dentro del invernadero varió entre 20 y 97 %, medido con termohigrómetro digital. El porcentaje de sombreado (calculado en base a la radiación PAR medida a las 12:30 p.m. con un ceptómetro de barra de 1 m, marca Cavadevices de fabricación Argentina) fue del 65 % respecto a cielo despejado.

#### 2.1.5. Tratamientos

Se realizaron 2 tratamientos: T1: Riego con agua destilada y T2: riego con solución nutritiva preparada a base de fertilizante y agua destilada (Tabla 1). En ambos casos se realizaron los riegos en las mismas fechas y con los mismos volúmenes de agua.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos realizados en ensayos de *G. superba* L. Misato Red´ cultivados en perlita.

Tratamiento	Riego
T1	Agua destilada
T2	Solución nutritiva

En T2, dada la falta de información de las necesidades nutricionales del cultivo se planteó una fertilización completa, tomando como referencia otros cultivos y experiencias previas, utilizando una solución en base al fertilizante comercial Yara Mila Hidrocomplex®, con la siguiente composición: nitrógeno: 12 %, fósforo: 4,8 %, potasio: 15 %, calcio: 3 %, magnesio: 1,5 %, azufre: 8 %, hierro: 0,2 %, trazas de boro y otros microelementos. La solución se preparó para llegar a una concentración de 60 ppm de nitrógeno de brotación hasta aparición de pimpollos y 120 ppm de nitrógeno para la segunda mitad del ciclo hasta floración (Tabla 2).

Tabla 2: Composición de la solución regada en el ensayo de *G. superba* L. 'Misato Red' en macetas.

Elemento	Concentración de la solución aplicada desde brotación hasta aparición de pimpollos (ppm).	Concentración de la solución aplicada desde aparición de pimpollos hasta floración (ppm)
Nitrógeno	60	120
Fósforo	24	48
Potasio	75	150
Calcio	15	30
Magnesio	7.5	15
Azufre	40	80
Hierro	1	2
Boro y otros microelementos	trazas	trazas

### 2.1.6. Plantación y riegos

Una vez que los tubérculos contaban con brotes de 0,5 a 1 cm (Figura 3 Anexo I), se procedió a plantarlos individualmente en macetas de 6 litros, con sustrato 100 % perlita, eliminando el polvillo y humedeciéndola completamente con agua destilada en ambos tratamientos, utilizando en promedio 0,45 lts.maceta<sup>-1</sup> para el humedecimiento inicial.

Los riegos fueron manuales con un vaso de precipitado graduado y una frecuencia de 3 veces por semana, humedeciendo solamente el sustrato y no la parte aérea de las plantas. Además, se mantuvo el excedente del riego en bandejas individuales de 17\*24,5 cm en la base de cada maceta (Figura 4 Anexo I), ascendiendo el agua por capilaridad y en cada riego, se volvía a verter ese excedente sobre el sustrato, además del volumen de agua destilada o solución de fertilizante agregados.

Los volúmenes aplicados fueron en función de la evapotranspiración, con valores extraídos de tablas para la zona, totalizando una aplicación de una lámina de 95 mm desde plantación hasta pimpollado, con 3,9 litros.maceta<sup>-1</sup> resultando en aportes de 235,8 mg de N; 94,8 mg de P; 294,8 mg de K; 59 mg de Ca, 29,5 mg de Mg; 157,2 mg de S y 3,9 mg de Fe además de los otros micronutrientes.

### 2.1.7. Toma de datos

Semanalmente se tomaron datos de altura de plantas, número de hojas, número de nudos, diámetro de tallos, longitud y ancho máximo de hojas, además

del aspecto general de las plantas (observaciones visuales de color de hojas y tallos, síntomas de deficiencias como deformaciones y cambios de pigmentación).

Una vez que las plantas regadas con agua destilada mostraron síntomas pronunciados de deficiencias, llegando a comprometer el ápice, se procedió a un muestreo total de 3 plantas por tratamiento (3 repeticiones) analizándolas por separado.

El muestreo de plantas se realizó en horarios de la mañana, cosechando las plantas enteras. Donde, además de las medidas anteriores, en laboratorio se determinó materia fresca y materia seca de hojas, tallos, pimpollos, raíces, tubérculo madre y tubérculos en formación, para luego realizar el análisis de composición de nutrientes.

#### **2.1.8. Acondicionamiento de muestras**

En el laboratorio de la EEA INTA Montecarlo, las muestras fueron lavadas primero con agua de red y luego con agua destilada, secándolas con papel absorbente. Se tomó la materia fresca con balanza.

Se colocaron las muestras en sobres de papel madera y se secaron en estufa a 65-70°C hasta peso constante. Se lo dejó enfriar en estufa, determinando peso seco y luego procesando con molinillo IKA® A11 Basic, hasta conseguir un tamaño de partículas homogéneo. Una vez molido, se colocó dicho material en tubos Falcon de plástico con tapa hermética y se rotuló con marcador, para almacenarlo en ese estado, sin que se incremente su humedad (Figuras 65-71 Anexo I).

#### **2.1.9. Determinación de elementos minerales**

Se pesaron muestras de 0,25 g de masa seca en cápsulas de porcelana de peso conocido (tarando individualmente), en balanza AND HF-200 con precisión de 0,001 g. Se llevaron a la mufla a 500°C por 4 horas y se dejó enfriar (Figuras 72-74 Anexo I).

En campana de gases se realizó la digestión ácida, agregando a la muestra 2 ml de HCl 2M y se llevó a placa de calefacción eléctrica, retirando antes de llegar a ebullición (Figuras 75-77 Anexo I). Se dejó enfriar y se llevó a

volumen de 50 ml con agua destilada. Se analizó el contenido de los siguientes elementos: Macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg); Micronutrientes (Fe, Cu, Mn y Zn).

El nitrógeno total se analizó con destilador Kjeldahl semiautomático Pro-nitro S, J.P. SELECTA®. Para los demás elementos se analizaron las concentraciones presentes en una solución 1+5 v/v previamente filtrada con papel de filtro calidad 0859, los cationes solubles (potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso y zinc), con un espectrofotómetro de absorción atómica, marca Varian, modelo 220 y el contenido de fósforo soluble con un espectrofotómetro UV Visible marca Helios modelo Beta. No se analizó azufre ni boro, ya que en los laboratorios con los que se trabajó, no realizaban dichas determinaciones.

## 2.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.2.1. Composición de tubérculos

No se observaron diferencias significativas en los contenidos de nutrientes entre los materiales analizados. Los valores obtenidos se observan en la Tabla 3.

Tabla 3: Contenido de materia seca, macro y micronutrientes en tubérculos de *G. superba* L. 'Misato Red'.

MS (%)	Macronutrientes (%)					Micronutrientes (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
31	1,54	0,09	1,25	0,01	0,11	51,64	4,80	11,71	2,83

Al momento de redacción de esta tesis, no existen trabajos que describan la composición de nutrientes en tubérculos de *Gloriosa superba*, sino solamente contenidos de colchicina en el área de la medicina. Es por ello que se trabajó haciendo comparaciones con especies emparentadas como *Sandersonia aurantiaca* que pertenece a la misma familia, como así también con otras geófitas.

Los contenidos de nutrientes en *G. superba*, fueron inferiores a los obtenidas por Clark (1997), quien en bulbos de *S. aurantiaca*, encontró valores de nitrógeno de 2,31 %; fósforo de 0,38 %; potasio de 2,02 %; calcio de 0,12 % y magnesio de 0,11 %. La mayor diferencia se presentó en el Ca que fue 11 veces superior a los de Gloriosa.

Asimismo, en bulbos de *Lilium sp.* de la variedad Brunello, los valores fueron superiores a los hallados en Gloriosa a excepción del N y el Mn. Los contenidos de N fueron de 1,2 %; 0,2 % de P; 1,8 % de K; 0,1 % de Ca y 0,1 % de Mg. En los micronutrientes, 144 ppm de Fe; 4 ppm de Mn, 27 ppm de Zn y 7 ppm de Cu (Barrantes y Bertsch, 2012).

En *Zantedeschia elliptiana* la tendencia fue la misma, donde exceptuando el potasio, todos los demás fueron mayores a los de *G. superba*, con valores de N de 1,84 %; 0,37 % de P; 1,11 % de K; 0,65 % de Ca y 0,21 % de Mg; de los micronutrientes 159,1 ppm de Fe; 136,5 ppm de Mn; 114,2 ppm de Zn y 69,3 ppm de Cu (Posada, 2009), con el Ca 65 veces superior a *G. superba*, a su vez el Mn 28 veces y el Zn 10 veces superior.

Las relaciones entre nutrientes en los tubérculos de *Gloriosa superba* y bulbos de estas especies obtenidos por otros autores, se pueden observar en la Tabla 4. Si bien guardan un patrón común en todas, el P fue menor en *Gloriosa* y mayor en *Z. elliotiana*, el K en cambio fue marcadamente superior en *Lilium sp.*; el Ca y Mg mayor en *Z. elliotiana*. Es decir que *G. superba* se caracterizó por poseer menor cantidad de P y Ca respecto al N, en comparación a las demás especies.

Tabla 4: Relaciones entre nutrientes en bulbos y tubérculos de diferentes especies

Especie	N	P	K	Ca	Mg
<i>Gloriosa superba</i>	1,00	0,06	0,81	0,01	0,07
<i>Sandersonia aurantiaca</i>	1,00	0,16	0,87	0,05	0,05
<i>Lilium sp.</i>	1,00	0,17	1,50	0,08	0,08
<i>Zantedeschia elliotiana</i>	1,00	0,20	0,60	0,35	0,11

### 2.2.2. Contenido total de nutrientes en tubérculos

La cantidad de nutrientes media contenida en tubérculos de *Gloriosa superba* de 50 g de peso fresco (15,5 g de MS) fue de 239,34 mg de N; 13,71 mg de P; 194,49 mg de K; 1,36 mg de Ca y 17,69 mg de Mg. De los micronutrientes, 800,4 µg de Fe; 74,4 µg de Mn; 181,6 µg de Zn y 43,9 µg de Cu.

### 2.2.3. Crecimiento en macetas

Se pudo observar que, antes de la emergencia de los brotes, se inició la expansión radical, actuando como soporte de la planta, además de la absorción de nutrientes (Figuras 5,6 Anexo I).

Desde la emergencia de la parte aérea y el despliegue de las primeras hojas (5DDB), ya se observaron diferencias en la coloración y tamaño de las mismas entre ambos tratamientos, presentando tonos de verde menos intensos en T1, asociándolo a la menor disponibilidad de nitrógeno (Figuras 7,8 Anexo I).

Asimismo, en la altura de las plantas, que a los 10 DDB ya presentaron diferencias significativas (Figura 2), notándose una tasa de crecimiento muy lenta en T1 (Figuras 9,10 Anexo I).

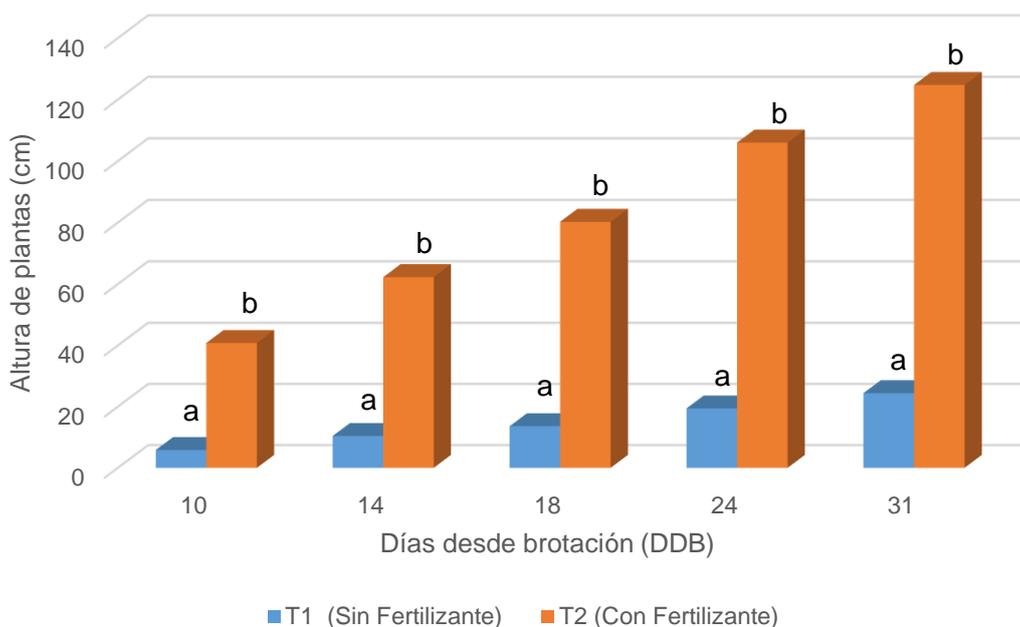


Figura 2: Altura de plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' en cultivo en macetas con perlita a lo largo del ciclo de cultivo con agua destilada (T1) y solución nutritiva (T2). Letras iguales indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

Desde los 14 DDB, existieron diferencias significativas en todas las variables medidas (altura de plantas, diámetro de tallos, longitud de hojas, ancho de hojas, número de hojas y número de nudos), indicando que los nutrientes presentes en los tubérculos plantados, no fueron suficientes más que para el inicio de la brotación (Figuras 11,12 Anexo I).

El a los 24 DDB, los síntomas de clorosis se fueron acentuando en T1, con deformaciones en las hojas más jóvenes y aparición de coloraciones de tono marrón rojizas en las hojas inferiores (Figuras 13-18 Anexo I).

Al día 28 desde brotación en T1 se observó necrosis en hojas (Figuras 19,20 Anexo I) y a los 31 DDB, la necrosis afectó los ápices de las plantas, indicando el fin de la aparición de nuevas hojas como así también la imposibilidad futura de las plantas de desarrollar flores, por destruirse la yema apical (Figuras 21, 26, 27 Anexo I).

La altura media alcanzada por las plantas fue de 24,4 cm en T1 y 124,75 cm en T2. En T1, se generaron 5 nudos y 6 hojas, mientras que en T2 se llegó a 18 nudos y 28 hojas. También existieron diferencias en la expansión máxima de hojas, en T1 una longitud máxima de 6,5 cm y un ancho de 1,8 cm; en T2 14,3 cm de longitud y 5,8 cm de ancho (Tabla 5, Figuras 23-25 Anexo I).

A los 31 días, en T2 las plantas estaban en estadio de primeros pimpollos visibles, con un promedio de 3,6 pimpollos por planta (Figuras 22, 23 Anexo I). Mientras en T1 no se observaron pimpollos.

En las plantas no muestreadas, el ciclo desde brotación a floración duró 59 días en T2, mientras que en T1 las plantas murieron a los 45 DDB, indicando que el daño causado por las deficiencias fue permanente, aun regando con fertilizante desde el día 31.

Tabla 5: Comparación de parámetros de crecimiento y desarrollo entre plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' fertilizadas y no fertilizadas.

Tratamiento	Valores medios a los 31 DDB						Floración
	Altura (cm)	Nº hojas	Nº nudos	Ancho de hojas (cm)	Longitud de hojas (cm)	Pimpollos visibles.plt <sup>1</sup>	
T1	24,4	6	5	1,8	6,5	0	Sin floración
T2	124,75	28	18	5,8	14,3	3,6	59 DDB

En estos ensayos, influye de manera importante el tamaño del tubérculo plantado. Clemens *et al.* (1998) demostraron que el peso fresco inicial de los bulbos de *Z. elliotiana* influía sobre la cantidad de nutrientes acumulados y por ende en la floración. De la misma manera, Farooqi y Sreeramu (2004) citado en Kannabiran y Padmanaban (2016), mencionan que las plantas obtenidas de tubérculos medianos y grandes crecían más vigorosamente y con una mayor producción de flores.

Por otro lado, en *G. superba*, las plantas provenientes de tubérculos pequeños pueden afectar el crecimiento de manera adversa, dejando incluso de florecer al primer año (Kannabiran y Padmanaban, 2016).

Los análisis de varianza se pueden observar en las tablas 1 al 5 del Anexo III.

#### 2.2.4. Materia seca

Se encontraron diferencias significativas en la materia seca de tallos, hojas y raíces (Figura 3, Tablas 6,7,8 Anexo III). En la materia seca de los tubérculos en formación, al día 31 (momento de aparición de pimpollos en T2), las diferencias no fueron significativas, con 0,66 g en T1 y 0,81 g en T2 (Tabla 9, Anexo III). Esto puede indicar que las plantas en situación de déficit, priorizaron

la supervivencia, destinando gran parte de los nutrientes a la formación de los nuevos tubérculos (Figuras 28, 29 Anexo I).

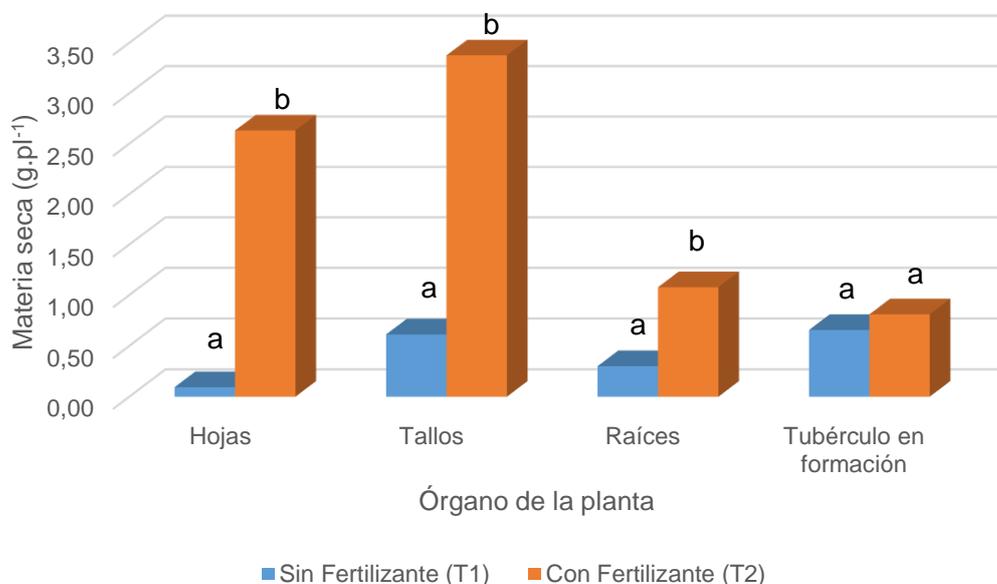


Figura 3: Materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos en formación en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' con y sin aportes por fertilización a los 31 DDB. Letras iguales indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

Al analizar la materia seca del tubérculo plantado, al momento del pimpollado, fue menor en T2 (5,61 g) que en T1 (8,87 g) sin ser significativas las diferencias (Tabla 10 Anexo III). Esto puede indicar que, en condiciones ideales, el tubérculo aportó sus reservas al crecimiento de la nueva planta, disminuyendo más su peso seco. Como se partió de tubérculos homogéneos de 15,5 g de peso seco en ambos tratamientos, se deduce que en T1, al no poseer aporte externo, ante las limitaciones de algunos nutrientes, tampoco solubilizó la totalidad de los demás nutrientes, a diferencia de T2 que tuvo buena disponibilidad y mayor crecimiento.

En T1, la mayor proporción de MS correspondió al tubérculo en formación, con el 39,5 %, seguido de tallo con el 36,8 %, en tercer lugar, las raíces con el 18,1 % y finalmente las hojas con el 5,6 %. No así en T2, donde la mayor proporción correspondió a tallos con el 42,8 %, seguido de hojas con el 33,3 %, raíces con el 13,6 % y en último lugar el tubérculo en formación con el 10,3 %. Se puede observar que la relación en T2 fue mucho más equilibrada, contrario a

T1 en que priorizó la formación de tubérculos, mientras que las hojas se hallaron en último lugar.

### 2.2.5. Concentración de nutrientes

Independientemente del tratamiento, en líneas generales, las concentraciones de nutrientes en hojas fueron superiores a las de los tallos, a excepción del K y Cu en T1 (Tabla 6).

Las concentraciones de macronutrientes en hojas, no mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Siendo N, P y K mayores en T2, mientras que Ca y Mg levemente inferiores.

En tallos, la situación fue inversa, para N, P y K mayores en T1, mientras que el Ca y Mg fueron menores. Siendo solamente significativo el magnesio ( $p \leq 0.05$ ).

Tendencias similares observó Verón (2008) en *Eustoma grandiflorum*, en etapas iniciales del cultivo, al aumentar la fertilización algunos macronutrientes incrementaron sus concentraciones en hojas y disminuyeron en tallos.

Para los micronutrientes, tanto en hojas como en tallos, las concentraciones fueron inferiores en T2, a excepción del Mn que fue significativamente superior.

Tabla 6: Concentración de nutrientes en hojas y tallos de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivados en macetas con y sin aporte de nutrientes por fertilización.

CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN HOJAS					
MACRONUTRIENTES	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T1 (Agua destilada)	3,90	0,16	4,11	0,023	0,88
T2 (Fertilizante)	4,13	0,17	4,50	0,020	0,82
MICRONUTRIENTES	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	
T1 (Agua destilada)	208,02	55,11	67,22	43,51	
T2 (Fertilizante)	168,08	37,63	61,32	43,08	
CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN TALLOS					
MACRONUTRIENTES	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T1 (Agua destilada)	3,10	0,17	4,41	0,008	0,44
T2 (Fertilizante)	2,60	0,14	3,39	0,016	0,63
MICRONUTRIENTES	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	
T1 (Agua destilada)	71,07	14,69	57,40	48,53	
T2 (Fertilizante)	52,62	17,99	39,25	27,62	

Clark y Burge (1999 b), en *S. aurantiaca* en bandejas con sustrato en Nueva Zelanda, midieron valores de N, K y Mg en hojas inferiores a los de *G. superba*, el N de 3,14 a 3,21 % (en *G. superba* de 3,9 sin fertilizar y 4,13 fertilizando); el K 0,66 a 0,72 % contra valores mayores a 4 en Gloriosa y el magnesio, de 0,46 a 0,55, contra 0,88 en Gloriosa. Por el contrario, el Ca fue mayor, con valores a 1,08 a 1,37 % en hojas y el P también fue levemente superior, con valores de 0,19 a 0,21 %, mientras en Gloriosa de 0,16 a 0,17%.

A su vez estos autores observaron la misma tendencia que en *G. superba* en hojas, al aumentar la fertilización, aumentaron los contenidos de N, P y K, pero disminuyeron los contenidos de Ca y Mg, lo que nos habla de un posible antagonismo.

### 2.2.6. Absorción de nutrientes

Para todos los nutrientes analizados, tanto en tallos como en hojas, los valores de absorción total fueron significativamente superiores en T2, lo cual se explica por las grandes diferencias de acumulación de materia seca entre ambos tratamientos, más que por diferencia de concentración de nutrientes (Figura 4,5).

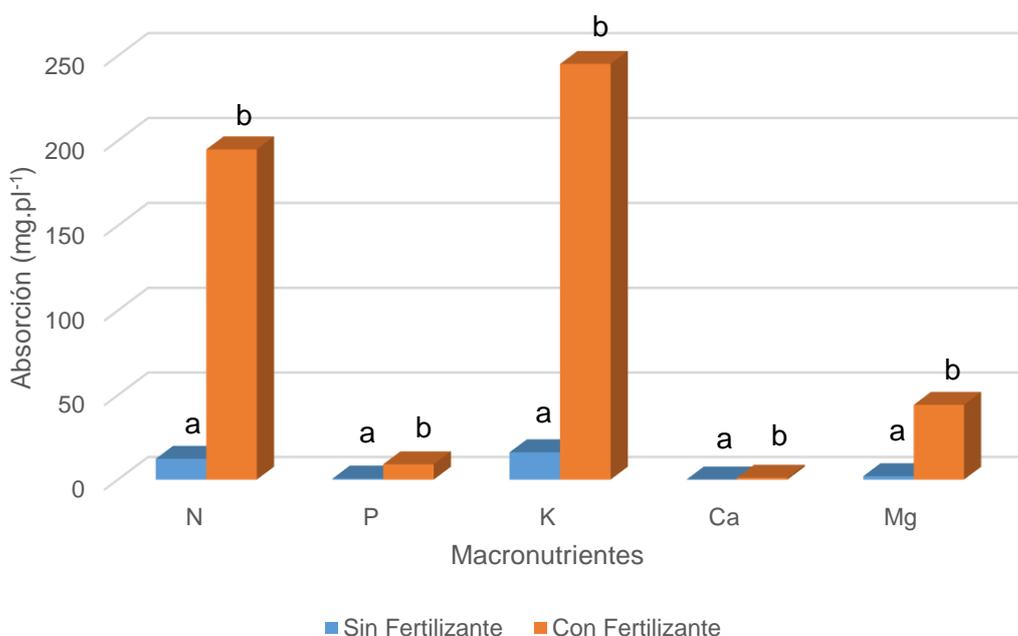


Figura 4: Absorción de macronutrientes de la parte aérea de *G. superba* L. `Misato Red` cultivadas en macetas con y sin aporte de nutrientes a los 31 DDB. Letras iguales indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

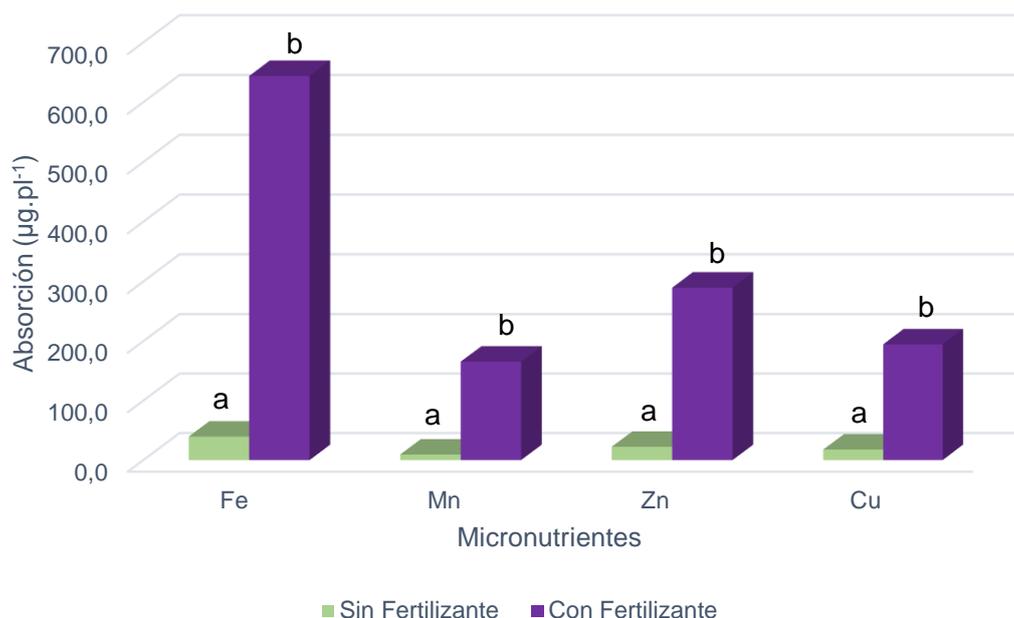


Figura 5: Absorción de micronutrientes de la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en macetas con y sin aporte de nutrientes a los 31 DDB. Letras iguales indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

Comparando el contenido de nutrientes en los tubérculos analizados, con los valores absorbidos por el cultivo en macetas a los 31 DDB, en T1 se observa que de los macronutrientes solamente utilizó un 9,4 % del N; 8,9 % del P; 12,5 % del K; 7,3 % del Ca y 15,9 % del Mg. Asimismo, de los micronutrientes solamente el 9,2 % del Fe; 16,7 % del Mn; 16,5 % del Zn y 44,4 % del Cu, es decir el 10,8 % de macronutrientes y el 21,7 % de micronutrientes potencialmente disponibles en los tubérculos.

El caso del T2 fue diferente, solamente el N, P y Ca utilizaron menos de lo potencialmente disponible, con 87, 72 y 84 % respectivamente. Mientras que 131,3 % de K y 254,9 % de Mg, mostrando la importancia del aporte externo. En los micronutrientes, el Fe se utilizó solamente en un 85,6 %, mientras que el Mn en un 227,5 % el Zn 164,7 % y el Cu 448,5 %. Es decir, un aporte muy importante del fertilizante. Siendo necesario estudiar qué porcentaje del total de nutrientes contenidos en el tubérculo quedan disponibles para el crecimiento.

Resumiendo, las proporciones de nutrientes en tubérculos se hallaron en el siguiente orden  $N > K > Mg > P > Ca > Fe > Zn > Mn > Cu$ . Las relaciones entre nutrientes fueron semejantes a las de otras geófitas. Donde los aportes del

tubérculo, únicamente fueron suficientes para iniciar la brotación, llegando a un desarrollo de 5 nudos.

Desde los 5 DDB se observaban diferencias visuales en tamaño y color de hojas indicando que el aporte externo fue importante desde brotación. A los 14 DDB el crecimiento en las plantas no fertilizadas prácticamente se detuvo, deduciéndose que desde dicho momento casi el 100 % se debe al aporte externo.

En T1 a pesar de tener un crecimiento reducido, las plantas desarrollaron un nuevo tubérculo, indicando que es un destino prioritario.



### **3. CAPÍTULO 3: Producción de materia seca y composición nutricional de los diferentes órganos de plantas de *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' en cada etapa del cultivo en suelo en condiciones de invernadero**

Este ensayo se realizó con la finalidad de estimar la necesidad de nutrientes de las plantas de *Gloriosa superba* independientemente de su fuente, estableciendo la dinámica de la absorción de los nutrientes y elaborando curvas de absorción, las cuales se podrán utilizar en futuras recomendaciones de fertilización ajustadas al patrón observado.

#### **3.1. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **3.1.1. Localización y lugares de trabajo**

El ensayo se realizó en el establecimiento de un productor florícola de la Localidad de Colonia Luján, departamento General San Martín, provincia de Misiones, ubicado a 26°44'45" de latitud Sur, 54°52'59" de longitud Oeste y una altitud de 185 msnm (Figura 1). Los lugares de las mediciones en laboratorio y análisis químicos se detallan en el capítulo 2.

Se llevó a cabo en un invernadero de tipo capilla de 6 m de ancho por 24 m de largo, la altura central de 3,10 m y lateral de 2,20 m, formando parte de invernaderos dispuestos en serie con orientación Suroeste-Noreste, cobertura de polietileno UV de 150 µm en los techos, pero descubiertos en los laterales (Figura 31 Anexo I).

Los suelos existentes en la zona están representados por un complejo de Kandiudultes y Kandiudalfes ródcos, conocidos localmente como suelos rojos profundos. Generalmente se ubican en posición de lomas, con un porcentaje de pendiente entre el 3 y 8 %. Son suelos bien drenados, profundos, fuertemente ácidos, con gran diferenciación de horizontes, siendo el horizonte B kándico o argílico, con incrementos graduales de arcilla en profundidad. Poseen baja dotación de nutrientes y buenas condiciones físicas para el desarrollo del sistema radical. (Ligier *et al.*, 1990).

El invernadero en los ciclos previos, fue cultivado con diferentes especies de flores de corte, encontrándose en la historia del lote dentro de la rotación, cultivos de *Lisianthus*, *Gerbera*, *Lilium*, *Crisantemo* y *Gloriosa*; con utilización de abonos y enmiendas orgánicas como estiércol vacuno mezclado con aserrín compostado y diferentes fertilizantes inorgánicos suministrados a través de fertirriego.

### **3.1.2. Material vegetal**

Si bien *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' es de reproducción tanto sexual como asexual, se emplearon tubérculos en lugar de semillas dada la rápida floración y menor variabilidad genética (Padmapriya *et al.*, 2015). Estos contaban con una longitud media de 14 cm y pesos frescos cercanos a los 50 g., de igual procedencia y características similares a los empleados en el ensayo en macetas (Figura 30 Anexo I). Previo a la plantación fueron sumergidos por 15 minutos en una solución de 2 ml.L<sup>-1</sup> de Carbendazim y almacenados por un período de 60 días en cámara a 10°C de temperatura. Luego de veinte días a temperatura ambiente, contaban con brotes de 1 cm de longitud, estado en el que se procedió a plantarlos (Figura 34 Anexo I).

### **3.1.3. Diseño estadístico**

El ensayo se planteó con tres repeticiones, en cada una de ellas, se realizaron muestreos completamente aleatorizados en siete fechas de muestreo a lo largo del ciclo, cuya frecuencia fue determinada en ensayos previos según las fases fenológicas del cultivo, con intervalos cercanos a los 5 días y pequeños ajustes, ya que la duración de cada etapa se vio afectada por las temperaturas, humedad e insolación (Bertsch, 2002). Los datos fueron procesados y analizados con el software estadístico InfoStat y Microsoft Excel.

### **3.1.4. Plantación y condiciones del cultivo**

Al contar con poca información en la especie, se optó por hacer el cultivo en las condiciones y con las prácticas utilizadas por el productor en el emprendimiento. Se procedió a la preparación del terreno, primeramente, con la eliminación de todo material vegetal y malezas. Luego el agregado de 5 kg.m<sup>-2</sup>

de una mezcla de aserrín compostado con estiércol vacuno y finalmente la remoción con rotocultivador montado al “tres puntos” del tractor. Realizándose un muestreo de suelo para análisis químico antes de la plantación y otro una vez finalizado el ciclo del cultivo para evaluar la situación inicial y final (Tablas 2 y 3 Anexo II).

Se formaron canteros de 30 cm de altura y 50 cm de ancho (Figuras 32, 33 Anexo I), plantando en línea doble a una distancia de 30 cm entre plantas y 40 cm entre líneas (8,33 pl.m<sup>2</sup>). Inmediatamente se procedió a colocar mulching de hojas de pino y se regó abundantemente (Figuras 34,35 Anexo I). El riego durante el ciclo se realizó con agua de arroyo (Figuras 37,45 Anexo I), empleándose una regadera, suministrando el agua en función de la evapotranspiración de la zona. Se analizó dicha agua en laboratorio, contando con las siguientes características: pH de 6,85, conductividad eléctrica de 0,07 dS.m<sup>-1</sup>, 6,3 ppm de nitratos, 4,4 ppm de calcio, 2 pm de magnesio, 0,9 de potasio, 1,5 de sodio, 0 ppm de carbonatos, bicarbonatos y cloruros (Tabla 1 Anexo II).

Se colocó una malla de tutorado en posición vertical para lograr tallos rectos y varas florales de buena calidad (Figura 36 Anexo I). El control de malezas se realizó de manera manual.

### 3.1.5. Toma de datos

- **Muestras destructivos para análisis químicos:** A los 4 y 8 días desde brotación se tomaron dos plantas al azar dentro de cada repetición. A los 13, 17, 22, 27 y 36 días una planta por repetición, llegando a los pesos necesarios para los análisis químicos (Figuras 42, 43, 50, 51, Anexo 1).

Si bien a los 13 y 17 días ya se observaron los primeros pimpollos, los pesos secos de los mismos no fueron suficientes para el análisis de nutrientes (Figura 49, Anexo 1) por lo que se analizaron los pimpollos y flores a partir del día 22. Además, se resalta que en todos los muestreos se tomaron las flores con el pedúnculo floral. Se decidió tomar como último muestreo, el punto de cosecha comercial de las varas florales, es decir, con 2 a 3 flores abiertas.

En los laboratorios de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA, se diseccionaron las plantas en: hojas, tallos, flores, raíces, tubérculo madre y tubérculo en formación. Se realizaron mediciones de ancho y largo de hojas, longitud y diámetro de tallos, materia fresca y se llevó a estufa a 65-70°C hasta

peso constante para determinar materia seca de cada órgano, calculando además la materia seca aérea (MSA), materia seca subterránea (MSS) y materia seca total (MST) (Figuras 54-58,67 Anexo I). Luego se trasladaron las muestras de hojas, tallos y flores al Instituto de Floricultura del INTA Castelar para la molienda y posterior determinación de nutrientes (metodología explicada en el capítulo 2).

Al igual que Artacho-Vargas y Pinochet-Tejos (2008) en Tulipán, las muestras de raíces solamente se utilizaron para la determinación de materia fresca y materia seca pero no para la determinación de nutrientes, ya que en el lavado de las mismas se pierden nutrientes, arrojando valores de acumulación erróneos.

- **Mediciones de parámetros de crecimiento y desarrollo:** En cada fecha de toma de muestras para análisis, conjuntamente se realizaron las mediciones de altura, número de nudos, número de hojas, número de pimpollos y de flores como así también la observación y registro de ataques de plagas, enfermedades y/o síntomas de deficiencias en la totalidad de las plantas del ensayo (Figuras 40,47 Anexo I).

## 3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.2.1. Crecimiento a campo

En *Gloriosa superba*, luego de la plantación de los tubérculos, se produce la brotación y emergencia de la parte aérea. El tiempo transcurrido es muy variable, pudiendo demorar desde unos pocos días a semanas. Es por ello que todos los análisis de datos y discusiones, se realizaron en función del momento de emergencia de parte aérea o brotación, que, en el presente ensayo, se produjo a los 3 días desde plantación, tomando dicho momento como 0 días desde brotación o 0 DDB (Figuras 38, 39 Anexo I).

A los 36 días, se produjo la plena floración, tomado como punto de cosecha y finalización de los muestreos de la parte aérea.

Al cultivo se lo dividió en varias fases y subfases o diferentes puntos marcados por el desarrollo del cultivo:

1. Fase vegetativa:

a) 0-13 DDB: Expansión de hojas y elongación de tallos (Figuras 38-47 Anexo I).

2. Fase de pimpollado:

a) 13-17 DDB: primeros pimpollos visibles (Figuras 48,49 Anexo I).

b) 17-22 DDB: pimpollos de 2 cm de longitud (Figuras 50-57 Anexo I).

c) 22-27 DDB: cambio de coloración de 1° pimpollo (Figura 58 Anexo I).

3. Fase de Floración:

a) 27-30 DDB: apertura de 1° flor o inicio de floración (Figura 59 Anexo I).

b) 30-36 DDB: plena floración o punto de cosecha (Figuras 60-63 Anexo I).

No se hallaron trabajos en los cuales se especifiquen parámetros de crecimiento de *Gloriosa superba* con manejos para flor de corte, los estudios encontrados pertenecen al área de medicina, con diferentes prácticas culturales.

#### a. Altura de plantas

Al momento del último muestreo o punto de cosecha, las plantas en promedio contaban con 192 cm de altura (Figura 6). Comercialmente es importante que alcancen dicha altura, ya que permite la cosecha de una vara de 1 m de longitud, quedando la parte inferior de la planta con suficiente cantidad

de hojas para la finalización de la acumulación de reservas en los tubérculos en formación (Figuras 46, 62 Anexo I).

Algunos autores con fines medicinales lograron alturas de 178,39 cm (Sivasankar y Manivannan, 2015); 139,8 cm (Kannabiran y Padmanaban, 2016); 230,6 cm (Gayathiri y Anburani, 2011). No obstante, las plantas creciendo libremente, pueden llegar a tallos de 4 metros de longitud (Padmapriya *et al.*, 2015).

### b. Número de hojas y nudos por planta

Las plantas generaron hojas a una tasa promedio de 1 hoja.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> en la fase vegetativa (0-13 DDB), disminuyendo a 0,5 hojas.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> desde la aparición de pimpollos hasta plena floración (13-36 DDB), llegando al punto de cosecha con un promedio de 26,3 hojas.pl<sup>-1</sup> (Figura 6).

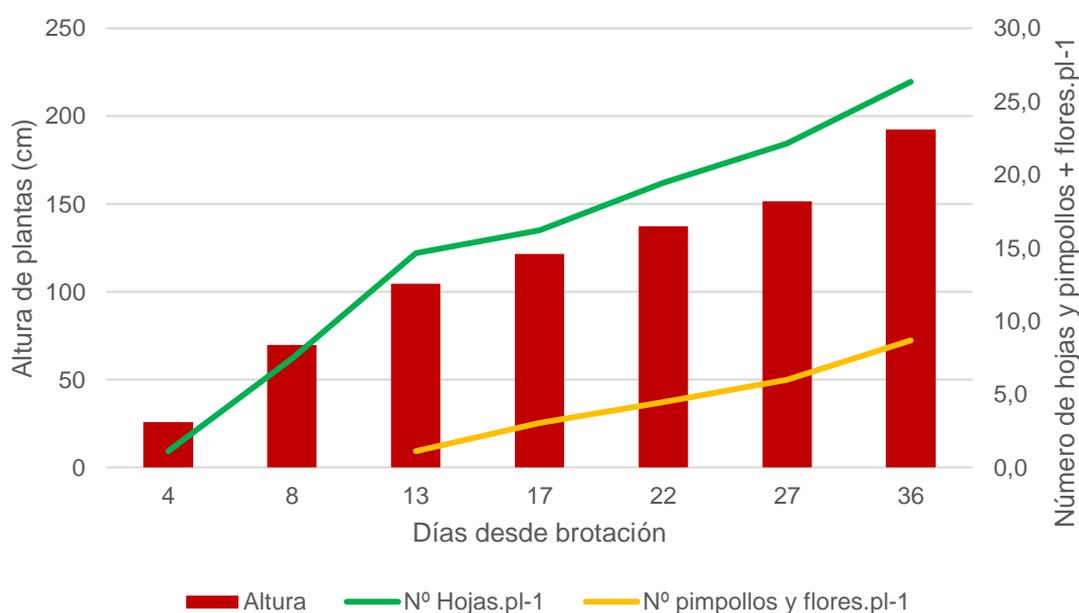


Figura 6: Altura promedio, número de hojas y pimpollos en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo a lo largo del ciclo de cultivo.

Es importante mencionar que para fines medicinales se manejan múltiples tallos, mientras que para flor de corte, se eliminan los brotes laterales, lo cual se realizó desde los 17 a los 27 DDB, a medida que aparecían los brotes (Figura 53 Anexo I). Es por ello que en los trabajos encontrados, los autores mencionan cantidades de hojas muy superiores; 246,1 hojas.pl<sup>-1</sup> con 13,98 ramas.pl<sup>-1</sup>

(Sivasankar y Manivannan 2015), asimismo, una media de 7 y 11 ramas.pl<sup>-1</sup>, para tubérculos de 100 y 150 g respectivamente, con el consecuente incremento en el número de hojas (Kannabiran y Padmanaban, 2016).

En esta especie existen nudos con 1, 2 o 3 hojas (Figura 52 Anexo I), se producen en espirales, opuestas o alternas (Padmapriya *et al.*, 2015). En promedio, se formaron 1,52 hojas.nudo<sup>-1</sup>. La tasa de generación fue de 0,7 nudos.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> en la fase vegetativa y de la mitad, es decir, 0,35 pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> desde la aparición de pimpollos hasta floración, llegando a una media de 17,3 nudos.pl<sup>-1</sup>.

### c. Días a floración y número de flores

A los 27 DDB se observaron las primeras flores abiertas. La plena floración se produjo a los 36 días, donde en promedio contaban con 4,6 flores abiertas.planta<sup>-1</sup>. La suma de pimpollos y flores abiertas por planta a los 36 días fue de 8,6 (Figura 6), corroborando que a campo todos los pimpollos llegaron a floración hasta los 50 DDB, en las plantas no cosechadas. En dicho momento, las primeras flores ya habían generado cápsulas.

En trabajos de Sivasankar y Manivannan (2015), la aparición de las primeras flores se produjo en promedio a los 32,1 días, es decir, 5 días después que en el presente ensayo (27 días), sin embargo dada la cantidad de yemas laterales, llegaron a un promedio de 29 flores.pl<sup>-1</sup> a los 150 días. Gayathiri y Anburani (2011), mencionan la obtención de 14 a 29 vainas.pl<sup>-1</sup> según la fertilización aplicada, teniendo en cuenta que cada vaina procede de una flor diferente, es decir que se relaciona directamente con el número de flores.

Por otro lado, Mamtha *et al.* (1993), midieron la duración desde aparición de pimpollos a floración de 17 días. Además, Anandhi y Rajamani (2013), en *Gloriosa rothschildiana* obtuvieron una duración de la fase floral de 15 a 24 días, con una media de 20,7 días, mientras en el presente ensayo fue de 14 días.

### d. Aspecto general de plantas

Durante todo el ciclo de cultivo, las plantas presentaban un aspecto sano y vigoroso, no se observaron síntomas visibles de deficiencias, como tampoco ataque de plagas o enfermedades.

La no aparición de plagas o enfermedades pese a no utilizar fitosanitarios, se asocia a que el cultivo es nuevo y algunas de las plagas no están presentes, además se habla de propiedades insecticidas, fungicidas y bactericidas de los tejidos de esta especie (Jana y Shekhawat, 2011), lo cual podría contribuir a que no sea atacada.

### 3.2.2. Materia seca

Desde plantación a cosecha, se observó el incremento de materia seca en todos los órganos, a excepción de los tubérculos plantados que fueron utilizando sus reservas para el crecimiento durante el ciclo (Figura 7).

**a. Materia seca total:** A los 4 días, el 75,8 % correspondía a parte aérea y el 24,2 % a parte subterránea. La MSA fue aumentando en mayor medida que la MSS hasta el día 22 (cambio de coloración de pimpollos), con 80,3 % aéreo y 19,7 % subterráneo (Tabla 7). Desde allí, por la mayor tasa de crecimiento de los tubérculos hijos, la parte subterránea se incrementó más rápidamente, llegando al 27,5 % y la parte aérea de 72,5 % a los 36 días, todo esto sin considerar el tubérculo plantado en la MSS.

El porcentaje por órganos, al inicio de la brotación, fue: 52,2 % de tallos; 24,1 % de raíces y 23,7 % de hojas. Mientras que al momento de plena floración fue: 30,3 % de tallos; 26,1 % de tubérculos en formación; 22,3 % de hojas; 19,9 % de flores y 1,4 % de raíces.

Tabla 7: Variación porcentual de la materia seca aérea y radical a lo largo del ciclo de cultivo de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivada en suelo bajo cubierta.

DDB	% Aéreo	% Radical
4	75,9	24,1
8	79,2	20,8
13	84,8	15,2
17	85,2	14,8
22	80,3	19,7
27	75,0	25,0
36	72,5	27,5

A partir del punto de cosecha, las plantas tomaron como destino principal los tubérculos en formación y en caso de plantas no cosechadas, además de esto, el crecimiento de los pimpollos pequeños, la apertura de nuevas flores y la

formación de cápsulas y semillas. Esto gracias a la fotosíntesis de las hojas restantes y al momento de la senescencia la traslocación de fotoasimilados y nutrientes de hojas y tallos al tubérculo.

Al momento de cosecha, la MST fue de 19,39 g.pl<sup>-1</sup>.

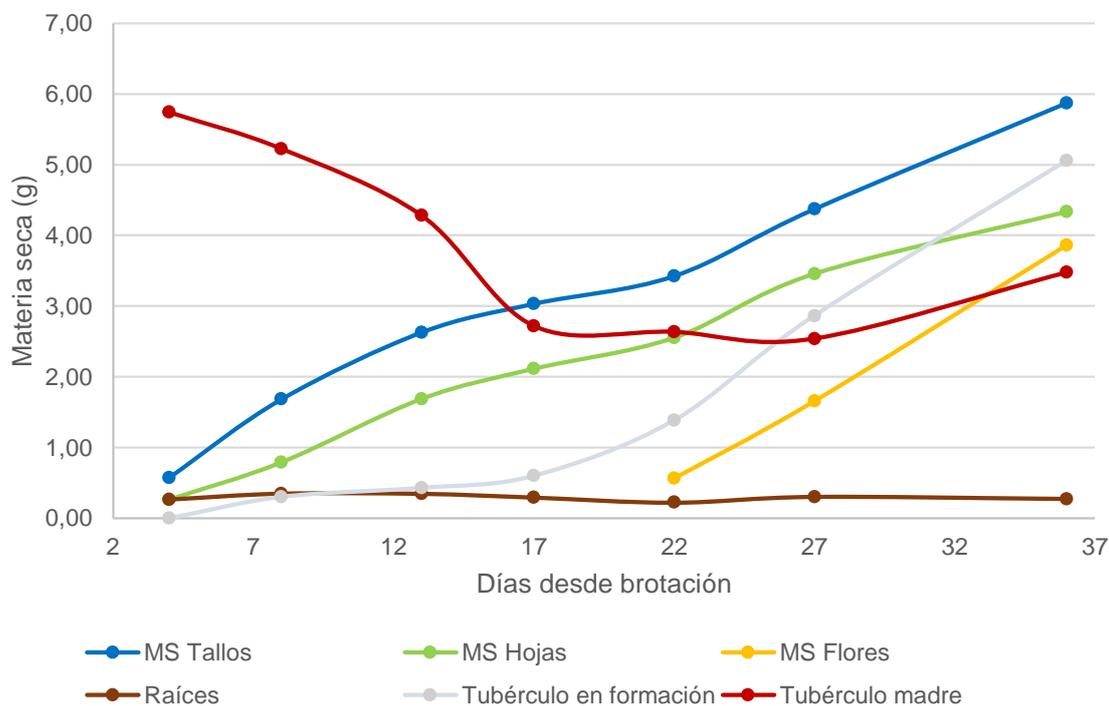


Figura 7: Materia seca de los diferentes órganos de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta a lo largo del ciclo productivo.

**b. Materia seca de la parte aérea:** La materia seca de la parte aérea aumentó en todas las fechas de muestreo, desde 0,83 g.pl<sup>-1</sup> a los 4 días, hasta los 14,06 g.pl<sup>-1</sup> al momento de plena floración (36 días). En manera porcentual, a los 4 días contaba con el 6,03 % de la acumulación aérea total, esta acumulación se correspondía en un 68,7 % a tallos y 31,3 % a hojas (Figura 8).

**Tallos:** Los porcentajes de tallos respecto a la materia aérea total, se mantuvieron hasta el día 8, donde comenzaron a decaer hasta el 60 %, a los 22 días al 52 % y al finalizar el cultivo, al 41,7 %.

**Hojas:** Los porcentajes de hojas representaron el 31,3 % a los 4 días, aumentando hasta alcanzar un máximo de 41 % a los 17 días y caer finalmente hasta el 30,8 % a los 36 días.

**Flores:** Al día 22, las flores se correspondieron a un 8,6 %, a los 27 días el 17,4 % y a los 36 días el 27,5 %.

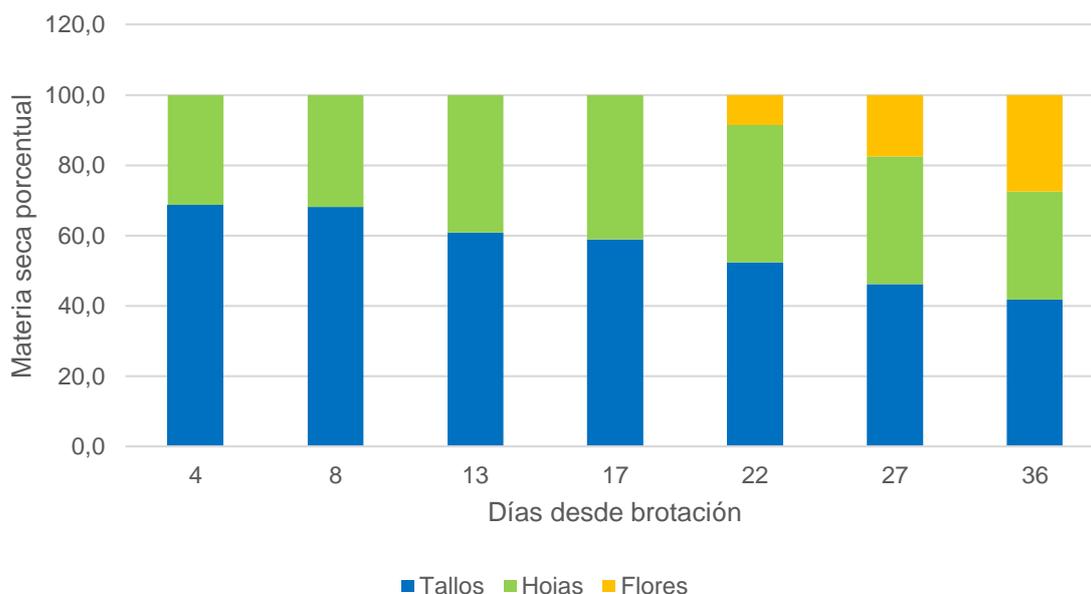


Figura 8: Peso seco porcentual de tallos, hojas y flores respecto a la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo a lo largo del ciclo de cultivo.

Ortega Blu *et al.* (2006), trabajando en tres cultivares de *Lilium sp.*, obtuvieron valores de flores de entre el 21,3 y 33,3 % de la materia seca al momento de la cosecha, es decir semejantes a los porcentajes de Gloriosa.

Mientras que, a diferencia de lo observado en Gloriosa, en Tulipán, la materia seca de flores fue superior a la suma de la materia seca de tallos y hojas (Artacho-Vargas y Pinochet-Tejos, 2008).

Al igual que en *G. superba*, en *Z. elliotiana*, la acumulación de materia seca fue superior en hojas que en flores, representando estas últimas el 39,8 % de la materia seca aérea total (Posada, 2009).

**c. Materia seca subterránea:** Al ser una especie geófito, la materia seca subterránea se compone no solamente por las raíces sino también por los tubérculos en formación.

A los 4 días, el 100 % correspondía a raíces, a los 8 días el 53,4 % a raíces y el 46,6 % a los tubérculos en formación. A los 13 DDB el valor de los tubérculos superó a las raíces con el 55,5 % de la materia seca subterránea.

El día 27 solamente el 9,6 % correspondía a raíces. Finalizando el ciclo con 5,2 % de raíces y 94,8 % de los 2 tubérculos en formación.

Por otro lado, la materia seca del tubérculo plantado disminuyó rápidamente hasta el día 17, donde se mantuvo estable hasta el fin del ciclo, concluyendo que en dicho momento (crecimiento de pimpollos), la planta dejó de extraer nutrientes del tubérculo madre para extraer el 100 % del suelo, el leve aumento del peso del tubérculo plantado al final del ciclo se asocia a cuestiones biológicas, es decir a pequeñas variaciones entre plantas (Figura 9).

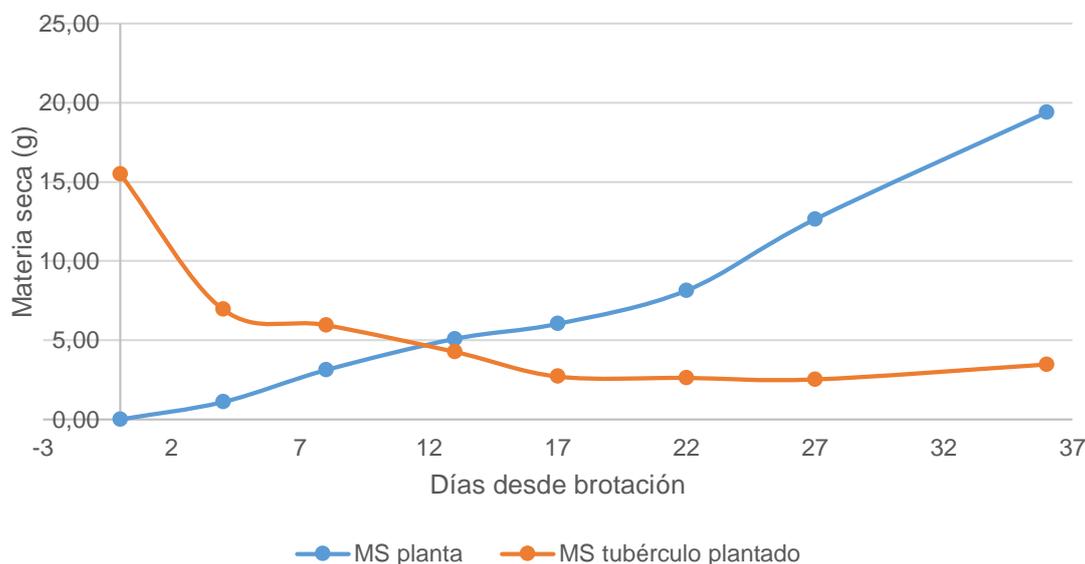


Figura 9: Aportes desde el tubérculo plantado y generación de materia seca total de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Las raíces mostraron un mayor crecimiento en los primeros 8 días, después de lo cual se mantuvieron relativamente estables, con leves variaciones, estando esto relacionado posiblemente con la fragilidad de las mismas, dificultándose la extracción del suelo, con consecuente pérdida de raicillas finas en los muestreos. Lo cual también menciona Padmapriya *et al.* (2015), afirmando que las raíces son frágiles y localizadas en un volumen reducido de suelo.

Los tubérculos nuevos al momento de cosecha comercial correspondían a un 26,44 % de la MS. Valores similares se observaron en *Lilium sp.*, donde el bulbo representaba entre el 12,1 y 28,9 % de la materia seca total acumulada (Ortega Blu *et al.*, 2006) y en *Z. elliotiana*, con el 30,73 %. (Posada, 2009). En Tulipán en cambio, en dicho momento el bulbo representaba cerca del 50 % de la materia seca total de la planta (Artacho-Vargas y Pinochet-Tejos, 2008).

### 3.2.3. Tasa de acumulación de materia seca

La tasa media de acumulación de materia seca en los tubérculos nuevos fue de  $0,06 \text{ g.día}^{-1}$  hasta el día 22 (cambio de color de pimpollos), a partir de donde comenzó a aumentar a  $0,26 \text{ g.día}^{-1}$ . Tomado en cuenta que fue al día 17 (pimpollo de 2 cm) donde dejó de perder peso el tubérculo madre, se deduce, que es al inicio de pimpollado el punto donde dejó de extraer nutrientes del tubérculo plantado para tomarlos del suelo y asimismo incrementó la tasa de acumulación en los tubérculos en formación.

Gráficamente es el punto donde la materia seca aérea total empezó a superar a la materia seca subterránea total (incluyendo el tubérculo madre).

A lo largo del ciclo de cultivo, la mayor acumulación porcentual de materia seca aérea se dio en torno a los 27 días, momento coincidente con la apertura de la primera flor. La mayor acumulación en hojas coincidió con dicho momento. Sin embargo en los tallos, la mayor acumulación porcentual se dio en torno a los 8 días y en flores a los 36 días (Figura 10).

La tasa de acumulación en tallos en torno a los 8 DDB, fue de  $0,28 \text{ g.pl}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ . Lo cual no se superó por ningún órgano a lo largo del ciclo, indicando la alta tasa de crecimiento de tallos durante la etapa vegetativa.

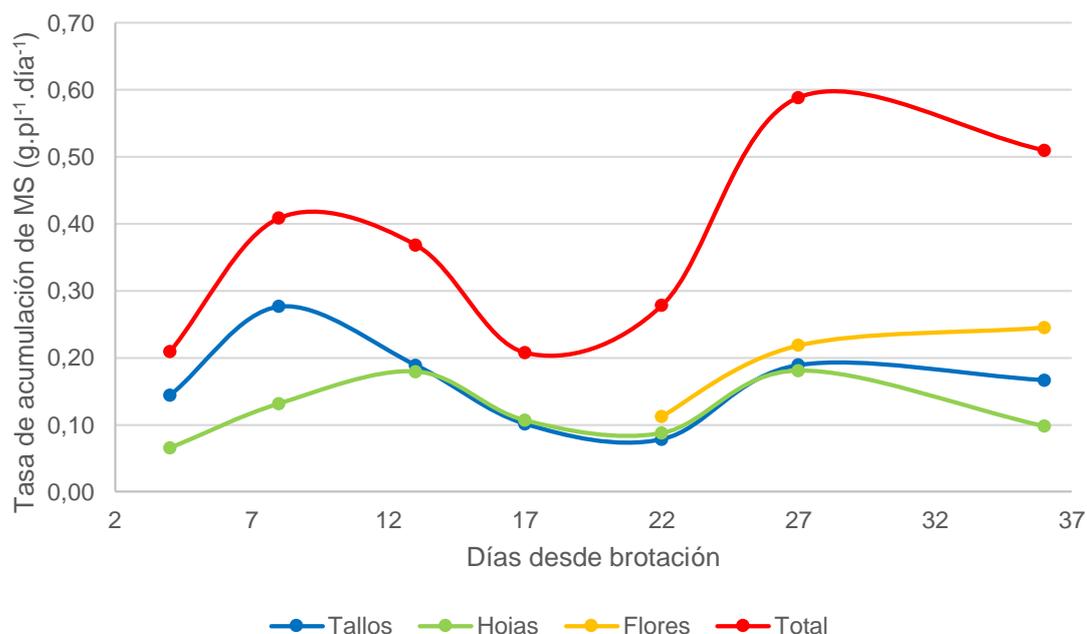


Figura 10: Tasa de acumulación de materia seca total de la parte aérea y por órgano en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Analizando la tasa de acumulación de materia seca total, se observa la tendencia de una doble sigmoidea, con picos máximos a los 8 y 27 días, coincidiendo con el momento de máximo crecimiento vegetativo al inicio y de cambio de color de pimpollos/apertura de primeras flores en el segundo pico.

Como ya se mencionó, el punto de menor crecimiento entre ambos picos se atribuye al momento en que la planta pasó a tomar todos los nutrientes del suelo y a su vez coincidió con el momento de formación de pimpollos, que consumió gran energía y por ello acumuló poca materia seca.

Si expresamos la materia seca en porcentaje, se observa que, en la MSA, a los 13 DDB ya se superó el 30 % y a los 22 DDB el 50 %, con un incremento más lineal y continuo.

En cambio, la MSR tuvo un incremento menor en las primeras etapas, alcanzando el 30 % recién al día 22, después de lo cual se aceleró, llegando cerca del 60 % al día 27, por la acumulación de reservas en los tubérculos.

### **3.2.4. Absorción de nutrientes**

#### **3.2.4.1. Nitrógeno**

Fue el elemento encontrado en mayores concentraciones en hojas y flores, como así también hasta el momento de apertura de flores en tallos, donde fue superado por el K. Pero siendo el nutriente de mayor absorción aérea total, llegando a los 478,32 mg.pl<sup>-1</sup>.

#### **a. Concentración de nitrógeno en órganos aéreos:**

La mayor concentración de N se dio en hojas, seguido de flores y finalmente tallos (Figura 11).

A su vez, estos valores variaron a lo largo del ciclo, mostrándose en los 3 órganos una tendencia de disminución al acercarse el momento de floración. En hojas de 6,8 a 4,3 %, en tallos de 3,5 a 1,8 % y en flores de 3,3 a 2,8 %.

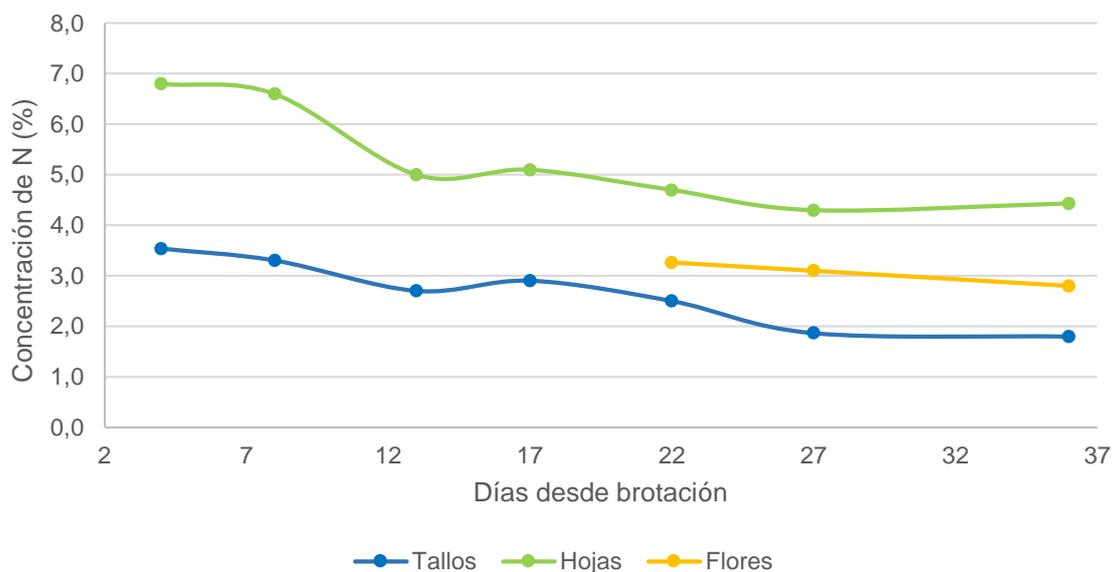


Figura 11: Concentración de nitrógeno en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Si bien los valores de N en hojas en los primeros estadios fueron altos, no existen referencias de otros autores en dicho cultivo. A su vez, Mills y Benton Jones (1996), mencionan valores promedio de nitrógeno, superiores a 6 % en cultivos como Crisantemo, Begonia, Estrella Federal y de hasta 7,6 % para Petunia. Asimismo, Vilema *et al.* (2008), obtuvieron valores superiores al 6 % en hojas de *Passiflora edulis*.

Valores semejantes a los de *G. superba*, fueron hallados por Clark (1997), quien trabajando con diferentes fertilizaciones en *S. aurantiaca*, obtuvo concentraciones de 4,93 a 5,49 % de N a los 28 días desde plantación; 3,78 a 3,95 % a los 42 días y 3,53 a 4,24 % a los 56 días, siendo en todos los casos superior al aumentar la dosis del fertilizante nitrogenado. Sin embargo, Clark y Burge (1999b) en la misma especie, obtuvieron valores de 2,88 a 3,52 % de N foliar a los 112 días, demostrando así que al igual que en *G. superba* los porcentajes de N en hoja disminuyeron con la edad de las plantas.

En ensayos de fertilización de Tulipán, en el tratamiento testigo, analizando conjuntamente tallos y hojas, los valores de N al momento de la emergencia, fueron de 4,35 % mientras que al momento de floración de 1,96 %. En el tratamiento de mayor fertilización, de 4,16 % inicial y 2,46 % al momento de floración. Observándose la misma tendencia de disminución en los

porcentajes a lo largo del ciclo. Pero con valores inferiores a *G. superba* (Artacho-Vargas y Pinochet-Tejos, 2008).

Los valores foliares en gladiolo también fueron inferiores, de 1,45 a 1,91 % a los 60 días desde plantación (Hernández Díaz *et al.*, 2008).

Para *G. superba*, al momento de aparición de primeros pimpollos, en tallos la concentración de nitrógeno fue de 2,7 % cultivando en suelo, mientras que en macetas con fertilización (capítulo 2) fue de 2,6 %. A su vez en hojas fue de 5 % en suelo y de 4,13 % en macetas, no observándose diferencias significativas en la concentración de N entre ambos ensayos.

#### b. Absorción de nitrógeno:

Hasta el día 10 del cultivo, la acumulación fue muy semejante en hojas y tallos, a partir de allí, las curvas se separaron, incrementándose en hojas.

Entre el día 17 y 22 (pimpollos de 2 cm) se superó el 50 % de la absorción aérea total del ciclo. Llegando al final del ciclo a valores de 217,6 mg.pl<sup>-1</sup> en hojas, 148,5 mg.pl<sup>-1</sup> en tallos y 112,2 mg.pl<sup>-1</sup> en flores. La absorción total por metro cuadrado fue de 3,94 gramos (Tabla 8).

Tabla 8: Absorción acumulada de N en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta.

Días desde brotación	Absorción acumulada (%)	Extracción N (mg.pl <sup>-1</sup> )	Extracción N parte aérea (mg.m <sup>-2</sup> )
4	7,97	38,10	314,36
8	22,87	109,41	902,67
13	37,58	179,77	1483,14
17	44,58	213,25	1759,29
22	53,90	257,79	2126,81
27	72,10	344,89	2845,32
36	100,00	478,32	3946,16

c. **Tasa de absorción de N:** Se observaron dos picos de absorción, a los 8 y 27 días (Figura 12).

En torno al día 8 se produjo la máxima absorción, del 100 % absorbido en el ciclo, en ese periodo se absorbió el 3,7 % por día, es decir 17,8 mg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>.

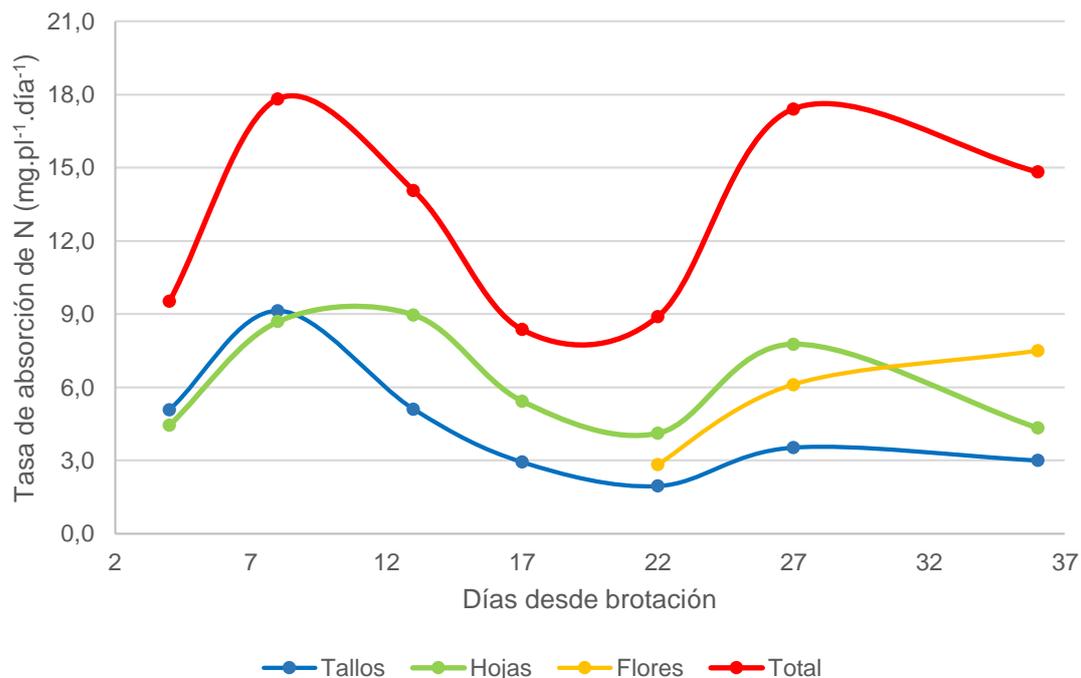


Figura 12: Tasa de absorción de nitrógeno en tallos, hojas, flores y total en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**d. Correlaciones del nitrógeno con otros elementos:** Se observó una correlación positiva entre el nitrógeno de tallos y hojas, mientras que la correlación entre N de tallos y de flores fue negativa.

Por otro lado, existió una correlación positiva entre el N de tallos y el P de Flores. A su vez una correlación negativa de N de flores, P de hojas y P de flores (Tabla 1 Anexo IV).

### 3.2.4.2. Fósforo

**a. Concentración de fósforo en órganos aéreos:** Al igual que en el nitrógeno, la concentración de fósforo disminuyó a lo largo del ciclo de cultivo (Figura 13), los porcentajes más bajos se dieron en tallos, con valores iniciales de 0,19 % y finales de 0,08 %. En hojas de 0,27 % a los 4 días, hasta los 0,11 % a los 36 días.

A diferencia del nitrógeno, donde en períodos de floración los valores fueron mayores en hojas que en flores, en el fósforo fue mayor en flores, con valores de 0,21 % a los 22 días y 0,12 % a los 36 días. Al día 22 el porcentaje

de fósforo en flores (en estado de pimpollos) superó 3 veces los valores en tallos y casi 2 veces los valores en hojas.

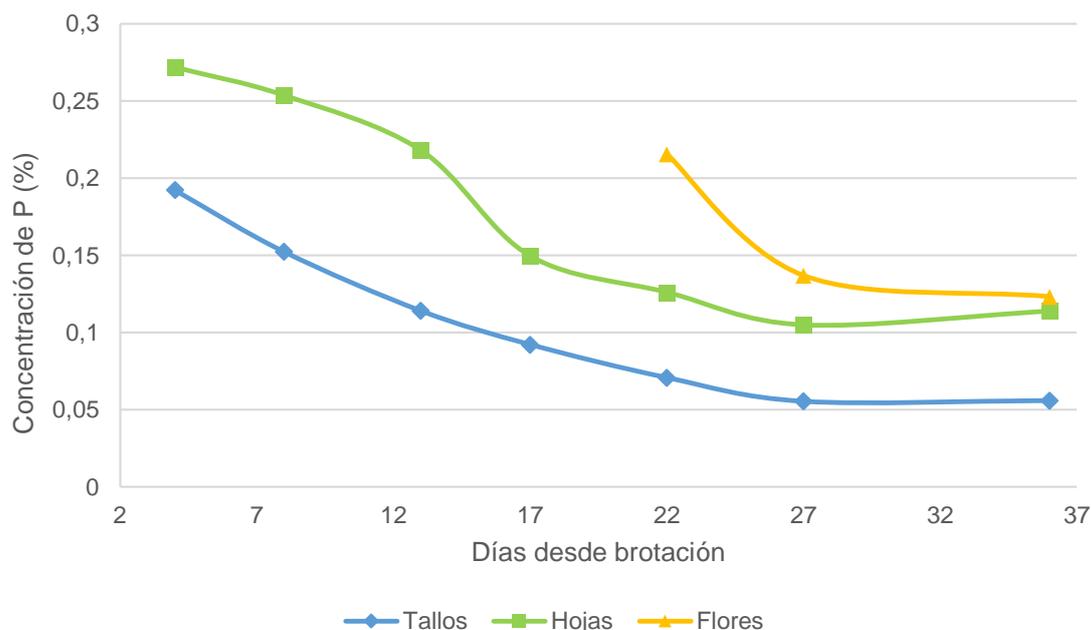


Figura 13: Concentración de fósforo en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Estos valores, fueron inferiores a los citados por Mills y Benton Jones (1996), para la mayoría de los cultivos ornamentales y hortícolas, a excepción de *Ficus benjamina* con niveles en hojas a partir de 0,1 %.

También fueron menores a los hallados por Hernández Díaz *et al.* (2008), en hojas de gladiolo, cultivados en suelos rojos en Cuba, con valores de 0,61 a 0,84 %.

Los valores en *S. aurantiaca* de 0,19 a 0,21 %, se asemejaron a los de *G. superba* (Clark y Burge, 1999b). Además, Padilla Valverde (2007) menciona valores de 0,2 a 0,3 % de fósforo en hojas de rosa, lo cual se da en los primeros 13 días del cultivo de Gloriosa.

Al igual que en Gloriosa, tanto en Lisiantus como en Rosa, los porcentajes disminuyeron al acercarse al punto de cosecha (Verón, 2008; Padilla Valverde, 2007).

Al momento de aparición de primeros pimpollos (13 DDB), para tallos la concentración de fósforo fue de 0,11 % en cultivo en suelo, mientras que en macetas con fertilización (capítulo 2) fue de 0,14 %. A su vez en hojas fue de

0,22 %, comparado con 0,17 % en macetas, no observándose diferencias significativas en la concentración de P entre ambos ensayos.

**b. Absorción de P:** De todos los macronutrientes, fue el elemento absorbido en menores cantidades. En los primeros 13 días del ciclo, es decir en la etapa vegetativa, fue mayor la acumulación en tallos, tomando luego valores mayores en hojas hasta finalizar el ciclo.

A los 22 días se superó el 50 % del total de fósforo acumulado durante el ciclo de cultivo (Tabla 9).

La acumulación aérea total de P fue de 18,2 mg.pl<sup>-1</sup>, mientras que en *Liatris callilepis* fue de 32 mg.pl<sup>-1</sup> (Hirzel, Ruz y Schiappacasse, 2003).

Tabla 9: Absorción acumulada de P en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de brotación	Absorción acumulada (%)	Extracción P (mg.pl <sup>-1</sup> )	Extracción P parte aérea (mg.m <sup>-2</sup> )
4	9,96	1,82	14,99
8	26,54	4,84	39,94
13	43,18	7,88	64,98
17	48,73	8,89	73,32
22	58,68	10,70	88,31
27	74,97	13,67	112,81
36	100,00	18,24	150,48

**c. Tasa de absorción de fósforo:** La tasa de absorción tuvo un pico máximo a los 8 días en tallos, a los 13 días en hojas y a los 36 días en flores (Figura 14). A diferencia del nitrógeno, si bien existieron 2 picos de máxima absorción total (8 y 27 días), el segundo pico fue considerablemente inferior al primero.

Cuando el pico de máxima absorción de N superó los 17,8 mg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, en fósforo solamente alcanzó los 0,76 mg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>.

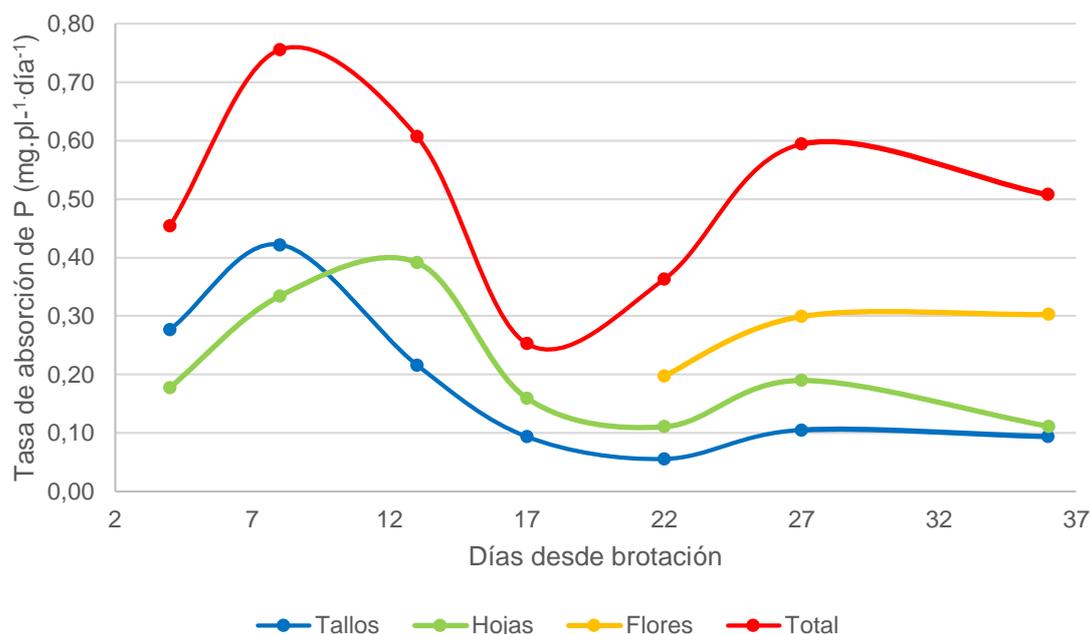


Figura 14: Tasa de absorción de fósforo en tallos, hojas, flores y total en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**d. Correlaciones de P con otros elementos:** Existieron correlaciones positivas de P en tallos con el P en hojas, Mg en tallos y Zn en hojas. A su vez correlaciones negativas con el Ca en tallos y Ca en hojas.

Por otro lado, correlaciones positivas del P en hojas con el Mg en tallos y en Zn en hojas; correlaciones negativas con el Ca de tallos y hojas.

Por último, correlaciones positivas del P en flores con el K, Mg y Zn en flores (Tabla 2 Anexo IV).

### 3.2.4.3. Potasio

**a. Concentración de K en órganos aéreos:** A diferencia de los porcentajes de N y P que disminuyeron a lo largo del ciclo, los porcentajes de potasio se mantuvieron relativamente estables, con leves incrementos entre los 17 y 27 días. Siendo mayores en hojas, medios en tallos y más bajos en flores (Figura 15).

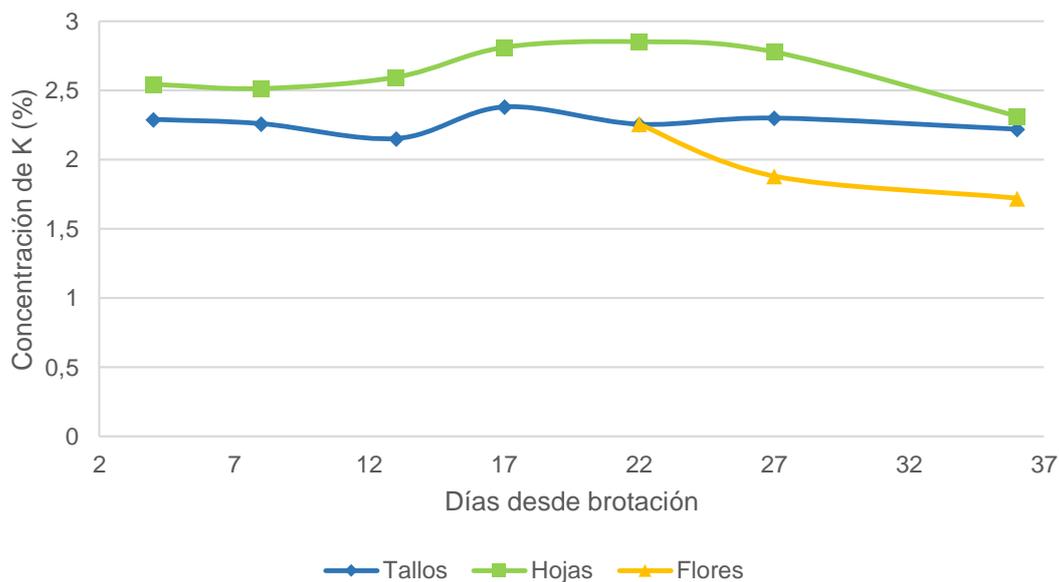


Figura 15: Concentración de potasio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Los valores de K variaron de 2,15 a 2,38 % en tallos, de 2,31 a 2,85 % en hojas y de 1,72 a 2,26 % en flores. Siendo menores las diferencias entre órganos que en lo demás macronutrientes.

Estos valores se hallan en el rango expresado por Mills y Benton Jones (1996), aunque para Gloriosa fueron inferiores los porcentajes de K que de N, contrario a lo que sucedió en la mayoría de los cultivos citados. Como excepción, desde apertura de primera flor a plena floración, los valores de K en tallos, superaron a los de N.

Hernández Díaz *et al.* (2008), obtuvieron valores de 2,05 a 2,54 en cultivo de gladiolo en Cuba, muy semejantes a los de Gloriosa. Asimismo, Clark (1997) obtuvo valores de potasio de 2,33 a 2,93 % a los 28 días y de 1,44 a 1,70 % a los 56 días de cultivo de *S. aurantiaca*.

Por otro lado, Clark y Burge (1999b), en el mismo cultivo registraron valores de 0,64 a 0,78 % de potasio a los 112 días, muy inferiores a los de Gloriosa, aun siendo especies emparentadas.

Al momento de aparición de primeros pimpollos (13 DDB), para tallos la concentración de potasio fue de 2,15 % en cultivo en suelo, mientras que en macetas con fertilización (capítulo 2) fue de 4,41%. A su vez en hojas fue de 2,60 %, comparado con 4,11 % en macetas. Debido a esto es posible suponer que con mayor suministro y disponibilidad la planta tomó más del K disponible, lo cual

regula la apertura estomática ya que es el catión más abundante dentro de la planta.

**b. Absorción de K:** A lo largo de todo el ciclo de cultivo, la absorción de K fue mayor en tallos que en hojas; a los 4 días con valores de 13,2 mg.pl<sup>-1</sup> en tallos y 6,6 en hojas, para llegar a plena floración con valores acumulados de 132,1 en tallos, 113,2 en hojas y 68,9 mg.pl<sup>-1</sup> en flores.

Entre el día 22 y 27 (cambio de color de pimpollos) se superó el 50 % de la absorción aérea total del ciclo, que fue de 314,12 mg.pl<sup>-1</sup> (Tabla 10).

A diferencia de lo que ocurrió con el nitrógeno y el fósforo, en el potasio, los niveles acumulados absorbidos por tallos, superaron a los absorbidos por hojas.

Tabla 10: Absorción acumulada de K en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red` cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción K (mg.planta <sup>-1</sup> )	Extracción K parte aérea (mg.m <sup>-2</sup> )
4	6,31	19,83	163,63
8	18,50	58,11	479,38
13	32,39	101,75	839,45
17	39,28	123,38	1017,86
22	49,35	155,03	1278,96
27	70,82	222,45	1835,19
36	100,00	314,12	2591,48

**c. Tasa de absorción de K:** La tasa de acumulación tuvo un pico máximo a los 8 días en tallos, a los 27 días en hojas y a los 36 días en flores (Figura 16). Tanto en N como en P, el pico de máxima absorción aérea fue a los 8 días, mientras que en K fue a los 27 días, coincidiendo con la apertura de primeras flores.

Las curvas de tasa de absorción de K se asemejan en cierto grado a las de P, con la diferencia de que los valores son en promedio 15 veces superiores en K. Por otro lado, en P los valores en flores fueron superiores a tallos y hojas en toda la etapa de floración, mientras que en K solamente en plena floración.

A su vez las curvas de tasas de acumulación de potasio y nitrógeno presentaron formas similares, pero siendo mayores los valores de nitrógeno.

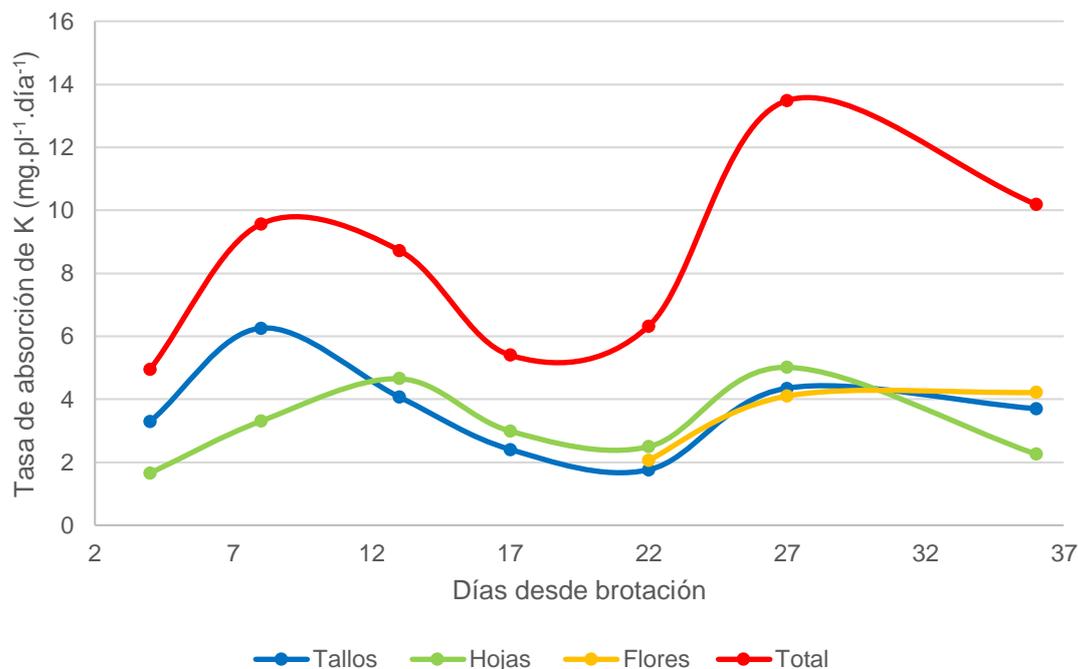


Figura 16: Tasa de absorción de potasio en tallos, hojas, flores y total en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**d. Correlaciones de K:** Además de las correlaciones mencionadas con el N y P, el potasio también se correlacionó de manera positiva con el Mg en flores y el Zn en flores (Tabla 3 Anexo IV).

#### 3.2.4.4. Calcio

**a. Concentración de Ca en órganos aéreos:** A diferencia del N, P y K, la concentración de calcio creció de manera considerable a lo largo del ciclo en hojas, pasando del 0,02 % al día 4, hasta 1,23 % al día 36. En tallos se incrementó de manera lenta hasta el día 27 y en flores los valores fueron más bajos alcanzando apenas un 0,07 % (Figura 17).

Se observó, una acumulación en las hojas al envejecer y avanzar el ciclo, pudiendo deberse a su baja movilidad en la planta, a diferencia otros elementos que se traslocan a nuevos destinos.

En plena floración, las concentraciones de calcio en hojas fueron 8 veces superiores a las de tallos y 21 veces superiores a las de las flores.

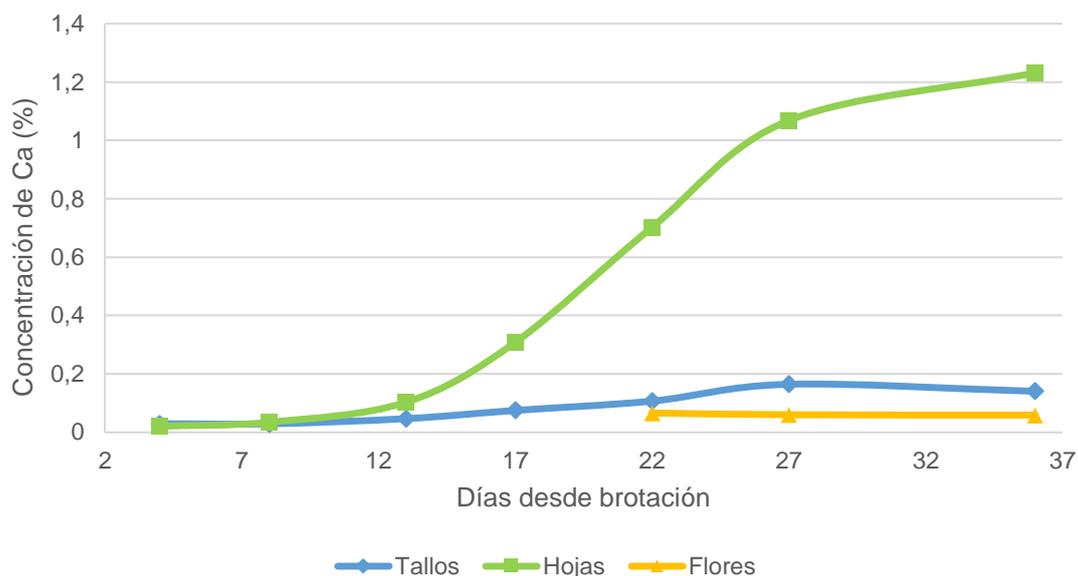


Figura 17: Concentración de calcio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Estas concentraciones fueron inferiores a las expresados por Mills y Benton Jones (1996). Sin embargo, semejantes a las obtenidas por Clark y Burge (1999b), con valores de 1,08 a 1,37 % de Ca en hojas de *S. aurantiaca* a los 112 días de cultivo. Y en otro trabajo los mismos autores obtuvieron 0,49 % a los 28 días y 1,46 % a los 56 días. Con la misma tendencia marcada al aumento en la concentración foliar de Ca y con valores semejantes a *G. superba* (Clark y Burge, 1999a).

Asimismo, Barrantes y Bertsch (2012) trabajando en 3 variedades de *Lilium sp.*, mencionan porcentajes de Ca de 0,1 a 0,2 % a las 2 semanas de cultivo y de 0,5 a 0,6 % a las 10 semanas. Analizando toda la parte aérea sin discriminar entre tallos, hojas y flores. Siendo valores semejantes a los de *G. superba* teniendo en cuenta los valores bajos hallados en tallos.

Al momento de aparición de primeros pimpollos, para tallos la concentración de calcio fue de 0,05 %, mientras que en macetas con fertilización (capítulo 2) fue de 0,02 %. A su vez en hojas fue de 0,10 %, comparado con 0,02 % en macetas, pudiendo deberse a un antagonismo con el potasio, dada su alta concentración en macetas.

**b. Absorción de Ca:** A diferencia de N, P y K, la absorción de Ca fue baja en los primeros 22 días del cultivo (hasta cambio de coloración de los pimpollos),

llegando a esa fecha apenas a una absorción aérea total de 7,5 mg.pl<sup>-1</sup> (22,33%), cuando al momento de plena floración fue de 33,59 mg.pl<sup>-1</sup> (100%).

No fue hasta el día 27 (apertura de primera flor) que se superó el 50 % de la absorción (Tabla 11). En tallos, la absorción final llegó a 5,33 mg.pl<sup>-1</sup>, en flores a 2,23 mg.pl<sup>-1</sup> y en hojas a 26,03 mg.pl<sup>-1</sup>, representando éstas últimas el 77,5 % del total del Ca absorbido en la parte aérea. Esto puede estar relacionado con el bajo contenido de calcio en el tubérculo, que en promedio contenía solamente 1,36 mg por tubérculo. Se evidencia que es almacenado en muy pequeñas cantidades en tubérculos y que utiliza mucho calcio del suelo o sustrato en etapas avanzadas del cultivo. Siendo la mayor acumulación después de pimpollado, donde ya no extrae nutrientes del tubérculo.

Tabla 11: Absorción acumulada de Ca en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red` cultivada en suelo bajo cubierta.

Días desde brotación	Absorción acumulada (%)	Extracción Ca (mg.pl <sup>-1</sup> )	Extracción Ca parte aérea (mg.m <sup>-2</sup> )
4	0,66	0,22	1,83
8	2,15	0,72	5,97
13	6,21	2,08	17,20
17	11,02	3,70	30,55
22	22,33	7,50	61,89
27	57,65	19,37	159,77
36	100,00	33,59	277,13

**c. Tasa de acumulación de calcio:** La tasa de acumulación de calcio se incrementó de manera rápida del día 17 al 27. Siendo muy distintas a las curvas de N, P, K.

La tasa de absorción máxima se dio a los 27 días. Esta acumulación fue marcadamente superior en hojas que en tallos y flores. Con una tasa de acumulación en hojas 6,2 veces superior a los tallos y 14,8 veces superior a las flores (Figura 18).

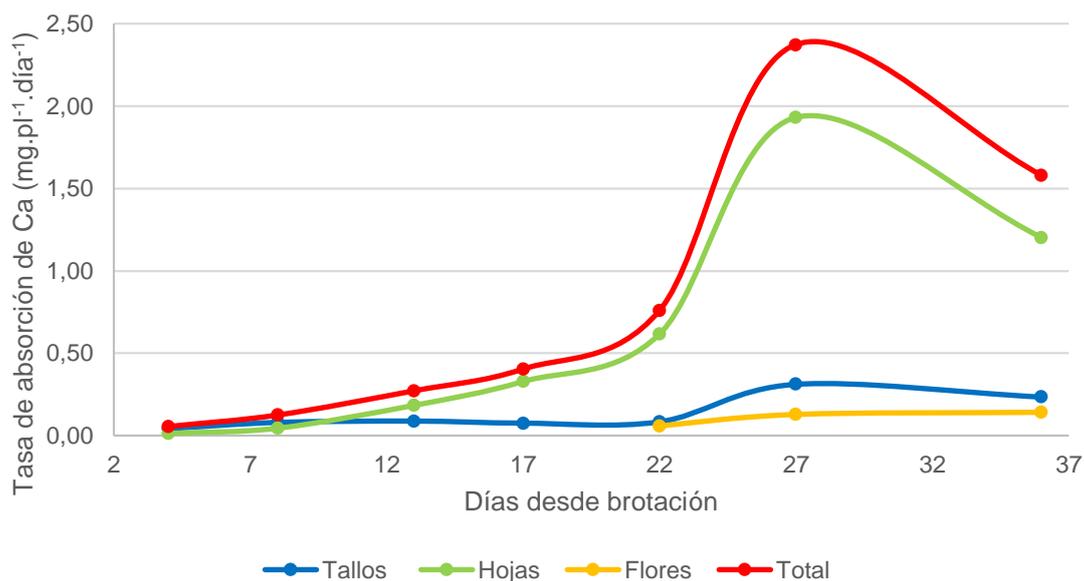


Figura 18: Tasa de absorción de calcio en tallos, hojas, flores y total en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**d. Correlaciones de calcio con otros elementos:** El Ca en tallos se correlacionó de manera positiva con el Ca en hojas y el Mn en hojas. El Ca en hojas a su vez se correlacionó de manera positiva con el Mg y Mn en hojas y en forma negativa con el Mg en tallos.

El Ca en flores tuvo correlaciones positivas con el Mg en flores y Zn en tallos y de manera negativa con el Cu en tallos (Tabla 4 Anexo IV).

### 3.2.4.5. Magnesio

**a. Concentración de Mg en órganos aéreos:** Los porcentajes de magnesio fueron mayores en hojas y menores en tallos, las flores ocuparon un lugar intermedio. Las curvas se asemejaron a las del Ca, aumentando en hojas de manera considerable a partir del día 17.

Los porcentajes en tallos disminuyeron a una tasa baja desde el día 4 al día 36, de 0,25 a 0,14 %. Mientras los valores en hojas crecieron de 0,28 a 0,68 % hasta día 27, disminuyendo a 0,59 % al día 36. En flores se redujeron lentamente de 0,29 a 0,25 % (Figura 19).

Al día 27, los valores en hojas superan 4 veces a las concentraciones en tallos y 2,6 veces las concentraciones en flores.

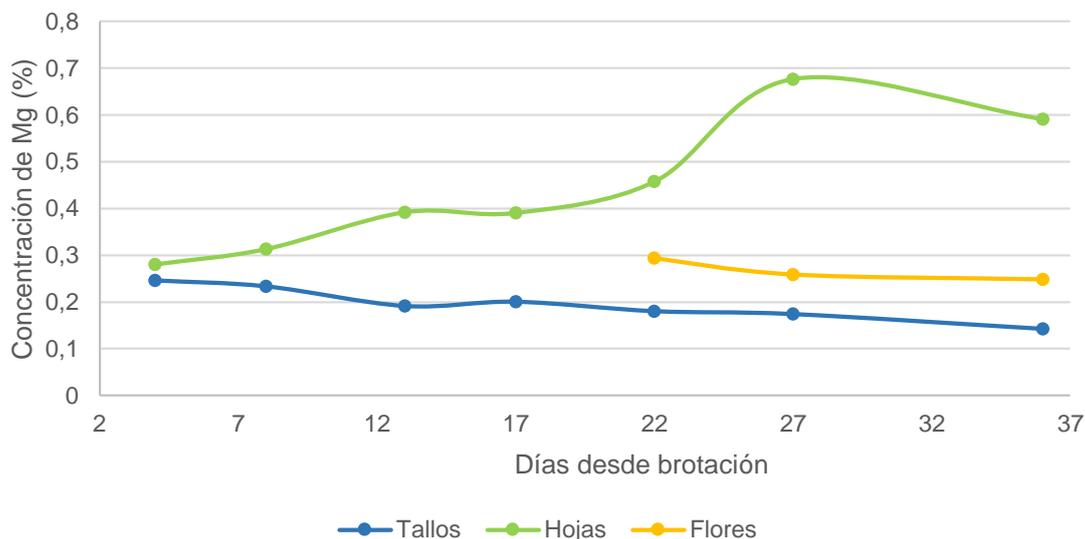


Figura 19: Concentración de magnesio en porcentaje de materia seca en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Al momento de aparición de primeros pimpollos (13 DDB), en cultivo en suelo, para tallos la concentración de magnesio fue de 0,19 % mientras que en macetas con fertilización (capítulo 2) fue de 0,63 %. A su vez en hojas fue de 0,39 %, comparado con 0,82 % en macetas. Tal vez por la mayor disponibilidad en el sustrato.

Clark y Burge (1999a), en hojas de *S. aurantiaca* expresaron porcentajes de 0,3 % a los 28 días; 0,24 % a los 70 días y de 0,46 a 0,55 % a los 112 días, con la misma tendencia al aumento.

Barrantes y Bertsch (2012), trabajando en 3 variedades de *Lilium sp.*, analizando toda la parte aérea sin discriminar entre tallos, hojas y flores mencionan porcentajes de Mg de 0,2 a 0,3 % a las 2 semanas de cultivo y asimismo de 0,2 a 0,3 % a las 10 semanas. Siendo muy semejantes a los obtenidos en Gloriosa.

Posada (2009) trabajando en *Z. ellottiana*, obtuvo valores foliares de Mg de 0,23 % a los 28 días de cultivo y de 0,20 % a los 98 días, siendo semejantes al principio, pero con una tendencia a la disminución, contrario a lo observado en el presente ensayo.

**b. Absorción de Mg:** A los días 4 y 8 días, la absorción fue mayor en tallos, pero a partir de 1° pimpollo visible (13 DDB), fue mayor en hojas, hasta el final del ciclo. Absorbiendo un total de 41,68 mg.pl<sup>-1</sup>, con 20,9 mg en hojas, 11,11 mg en tallos y 9,67 mg en flores. Superando el 50 % de absorción a los 27 días, al igual que el Ca (Tabla 12).

Tabla 12: Absorción acumulada de Mg en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red` cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción de Mg (mg.planta <sup>-1</sup> )	Extracción Mg parte aérea (mg.m <sup>-2</sup> )
4	5,16	2,15	17,76
8	15,34	6,39	52,74
13	28,13	11,72	96,70
17	34,07	14,20	117,15
22	43,80	18,25	150,59
27	69,22	28,85	238,00
36	100,00	41,68	343,82

**c. Tasa de absorción de Mg:** Se observaron 2 picos de máxima absorción, entre los 8 y 13 días y a los 27 días, siendo el segundo pico más pronunciado (Figura 20).

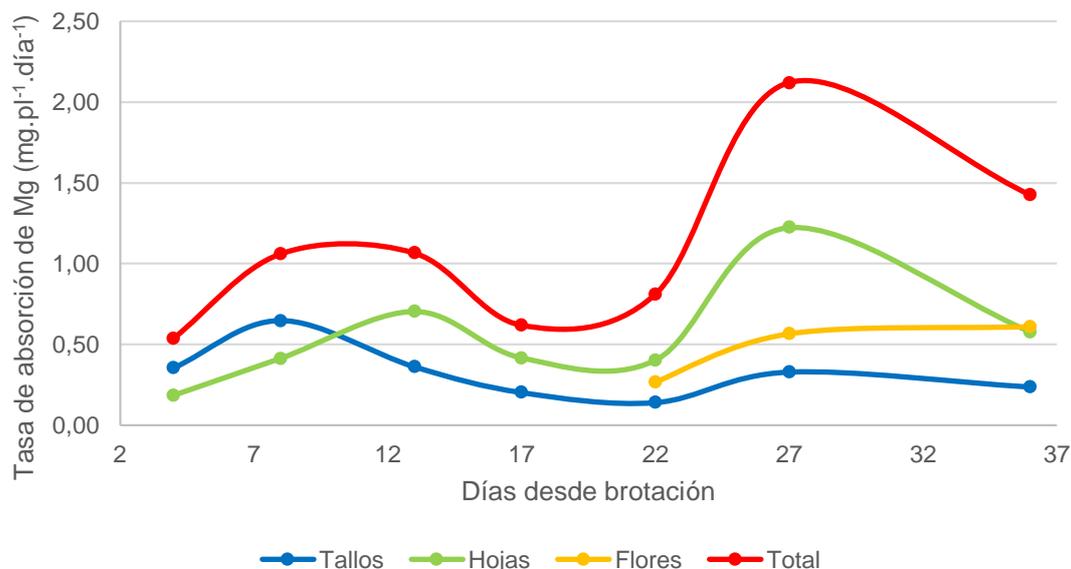


Figura 20: Tasa de absorción de magnesio en tallos, hojas, flores y total en *G. superba* L. `Misato Red` cultivadas en suelo bajo cubierta.

**d. Correlaciones con otros elementos:** El Mg en tallos se correlacionó de manera negativa con el Mn en hojas y de manera positiva con el Zn en hojas.

El Mg en flores se correlacionó de manera positiva con el Zn de tallos y negativa con el Cu en tallos (Tabla 5 Anexo IV).

#### **3.2.4.6. Hierro**

**a. Concentración de hierro en órganos aéreos:** La concentración de hierro sufrió grandes variaciones a lo largo del ciclo. A los 4 días, en hojas, con 315 ppm mientras que en tallos de 150 ppm. A los 8 días las concentraciones en ambos órganos fueron cercanas a 50 ppm. Desde ese momento en hojas aumentaron significativamente, con su mayor incremento después del día 27, mientras que en tallos se mantuvieron relativamente estables (Figura 21).

Los valores en hojas fueron superiores a los valores en tallos. Tanto en hojas como en tallos las mayores concentraciones fueron al día 4 (inicio de brotación), mientras que en flores a los 36 días (punto de cosecha).

Mills y Benton Jones (1996), mencionan concentraciones de 150 a 300 ppm de Fe en *Alstroemeria* y de 50 a 200 ppm en *Gerbera*, mientras que en *Lilium sp.* de 63 ppm.

Posada (2009) trabajando en *Z. elliotiana*, obtuvo valores foliares de Fe de 98 ppm a los 28 días de cultivo y de 131 ppm a los 98 días de cultivo. Siendo los valores semejantes a los de *G. superba*, a excepción de los días 4 y 36 en que fue mayor en esta última.

Barrantes y Bertsch (2012), en cultivos de *Lilium sp.* encontraron valores de la parte aérea de Fe de 67 a 87 ppm en la etapa vegetativa y de 79 a 131 ppm al punto de cosecha, con valores un poco inferiores, pero con la misma tendencia al aumento que en *Gloriosa*. Por otro lado, los mismos autores en bulbos y raíces hallaron valores de hasta 9586 ppm de Fe, siendo las concentraciones muy variables entre los diversos cultivares de *Lilium sp.* y muy superiores a los valores de *Gloriosa*, que en tubérculos fueron de solamente 51,6 ppm.

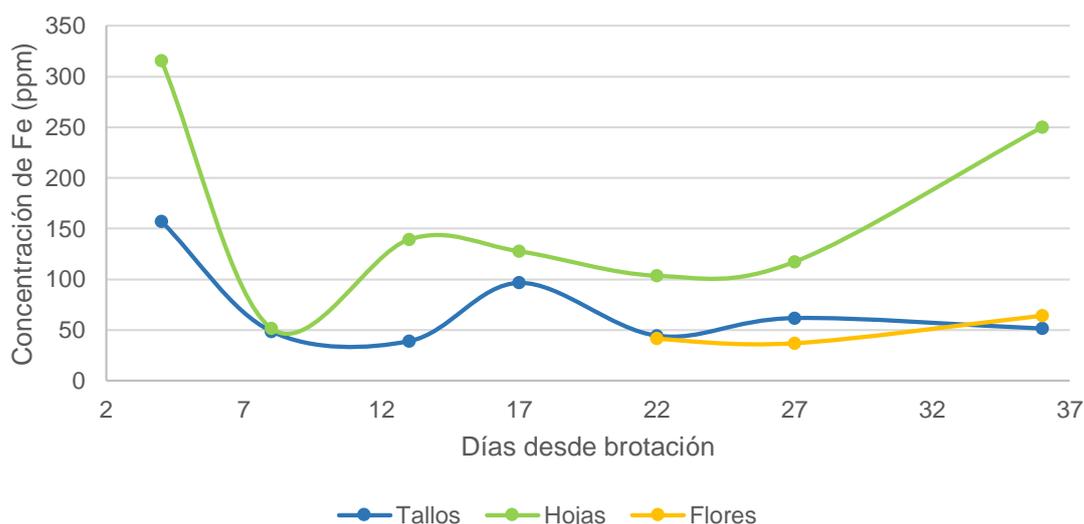


Figura 21: Concentración de hierro en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**b. Absorción de hierro:** La absorción total de la parte aérea fue de 1234,4  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  y de 10184,1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Entre el día 22 y 27 se superó el 50 % de la absorción del ciclo. Del total absorbido, el 53,5 % correspondió a hojas, el 30,2 % a tallos y el 16,3 % a flores.

Estos valores son inferiores a los obtenidos en *Lilium sp.*, de 1650  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  al momento de cosecha, aun teniendo en cuenta que la MS de Gloriosa fue superior (Barrantes y Bertsch, 2012).

Por otro lado, Ortega Blu *et al.*, (2006), obtuvieron una absorción total de la parte aérea de *Lilium sp.* al momento de cosecha de 11705,4  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$ , claramente superior a Gloriosa.

Tabla 13: Absorción acumulada de Fe en porcentaje y por  $\text{m}^2$  en *G. superba* L. 'Misato Red' cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción acumulada ( $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$ )	Extracción parte aérea ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )
4	14,00	172,88	1426,26
8	20,55	253,70	2093,03
13	33,65	415,44	3427,38
17	41,22	508,87	4198,18
22	47,83	590,47	4871,38
27	64,42	795,19	6560,32
36	100,00	1234,44	10184,13

**c. Tasa de absorción de hierro:** La tasa de absorción de la parte aérea tuvo dos picos, al inicio de brotación y en plena floración (4 y 36 DDB), siendo el pico máximo el segundo. En tallos la máxima tasa de absorción fue al inicio de brotación, en la rápida elongación de tallos, en hojas en cambio, al momento de la aparición de los primeros pimpollos (13 DDB) y en flores en plena floración (Figura 22).

En plena floración, la tasa de acumulación en flores superó a la de tallos. La menor acumulación aérea se dio al momento de crecimiento de pimpollos siendo el punto en que se inició un rápido incremento de la MS de tubérculos.

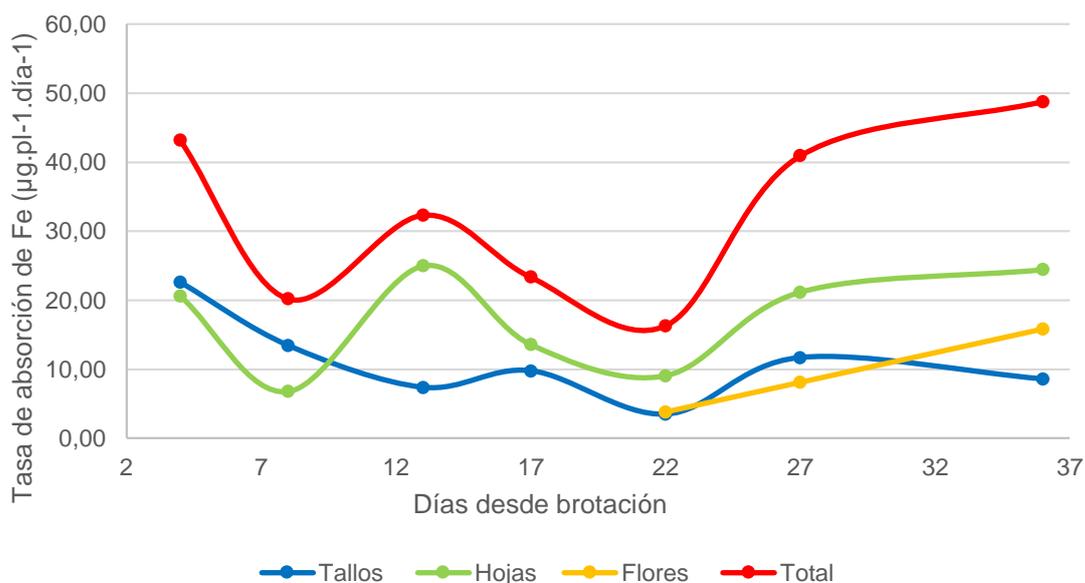


Figura 22: Tasa de absorción de hierro en tallos, hojas, flores y total de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

### 3.2.4.7. Manganeso

**a. Concentración de manganeso en órganos aéreos:** Las concentraciones de Mn en tallos, al igual que en flores, no presentaron grandes variaciones, mientras que en hojas se produjo un incremento pronunciado a lo largo del ciclo, pasando de 30,57 ppm a los 4 días, hasta las 232,17 ppm a los 36 días (Figura 23).

En los 3 órganos, la mayor concentración se dio al final del ciclo. Las concentraciones fueron levemente superiores en flores que en tallos.

Estos valores se hallan dentro de los rangos mencionados por Mills y Benton Jones (1996), con concentraciones desde 27 hasta 500 ppm para la mayoría de los cultivos florales.

Barrantes y Bertsch (2012), en cultivos de *Lilium sp.* de la variedad Brunello, encontraron valores de la parte aérea de 15 a 36 ppm. Valores en el rango de los tallos y flores de Gloriosa, no así de hojas que fueron inferiores a los del presente trabajo.

Contrario a ello, en *Z. elliotiana*, los valores fueron superiores a Gloriosa, partiendo de 171 ppm a los 28 días de cultivo, hasta las 586 ppm a los 98 días de cultivo. A su vez en dicho cultivo las concentraciones de Mn fueron ampliamente superiores a las de Fe, contrario a lo que sucedió en Gloriosa (Posada, 2009).

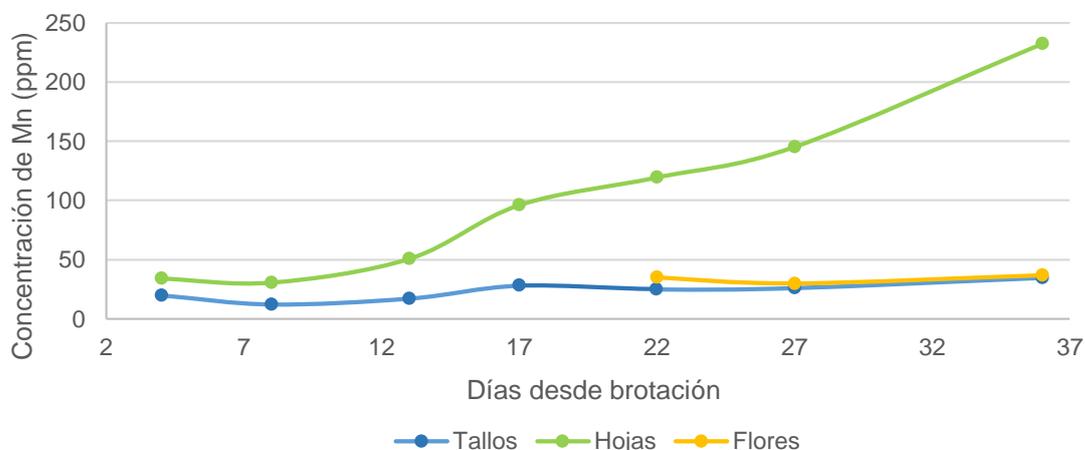


Figura 23: Concentración de manganeso en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

**b. Absorción de manganeso:** Se observó una absorción mucho mayor en hojas que en tallos, encontrándose al final del ciclo, el 65 % del Mn de la parte aérea en hojas, el 18 % en tallos y el 17 % en flores.

Al día 36, la absorción total fue de 766,6  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  (Tabla 14), correspondiendo 498,8  $\mu\text{g}$  a hojas, 138,5  $\mu\text{g}$  a tallos y 129,3  $\mu\text{g}$  a flores. Estos valores fueron superiores a los de *Lilium sp.*, de 450  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  (Barrantes y Bertsch, 2012). Por otro lado, Ortega Blu *et al.*, (2006), obtuvieron una absorción total de la parte aérea de *Lilium sp.* al momento de cosecha de 516,2  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$ , valores inferiores, pero comparables con Gloriosa si tenemos en cuenta la MS.

Tabla 14: Absorción acumulada de Mn en porcentaje y por m<sup>2</sup> en *G. superba* L. `Misato Red` cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción acumulada (µg.pl <sup>-1</sup> )	Extracción parte aérea (µg.m <sup>-2</sup> )
4	2,65	20,29	167,39
8	6,50	49,85	411,26
13	14,53	111,36	918,72
17	21,34	163,58	1349,54
22	31,50	241,53	1992,62
27	56,05	429,71	3545,11
36	100,00	766,63	6324,70

**c. Tasa de absorción de manganeso:** A diferencia del hierro, la tasa de absorción de manganeso fue baja al principio (5 µg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>), incrementándose de manera continua hasta apertura de primeras flores. El pico máximo se dio entre apertura de primera flor y plena floración, con 37,6 µg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>. En hojas se dio al mismo momento, con 26,2 µg.pl<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, mientras que en tallos y flores fue cercano al día 36, con valores de 5,7 µg.día<sup>-1</sup> en tallos y 9 µg.día<sup>-1</sup> en flores (Figura 24).

La tasa máxima en hojas fue 4,5 veces superior a la tasa máxima de tallos y 2,9 veces superior a la de flores. Con comportamientos similares al Ca y Mg.

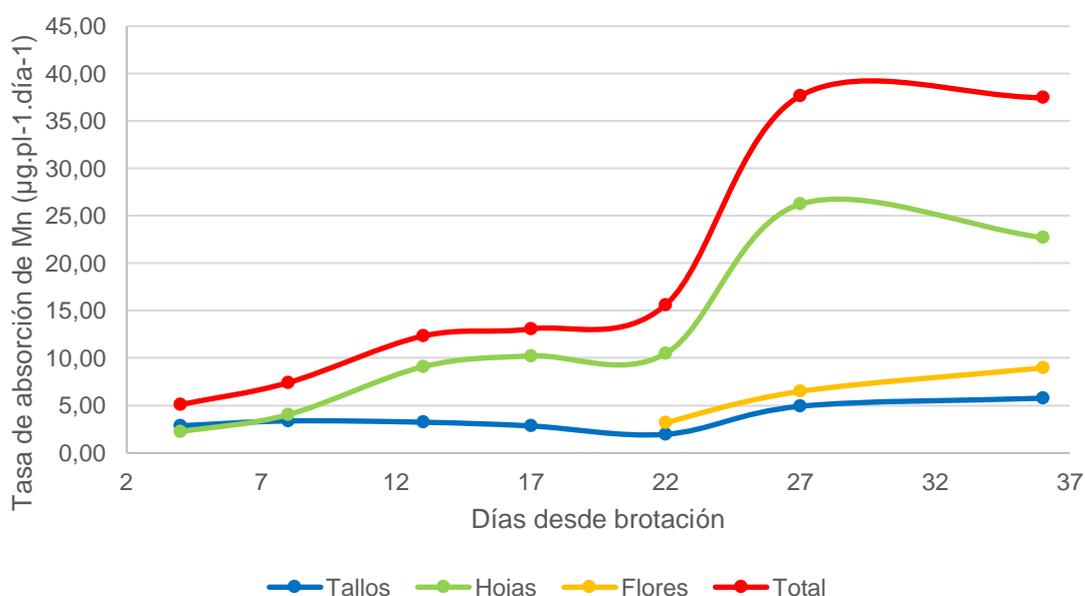


Figura 24: Tasa de absorción de manganeso en tallos, hojas, flores y total de *G. superba* L. `Misato Red` cultivadas en suelo bajo cubierta.

### 3.2.4.8. Zinc

**a. Concentración de zinc en órganos aéreos:** En todos los órganos aéreos, las concentraciones de Zn disminuyeron conforme avanzó la edad de las plantas. Siendo mayores en flores y menores en tallos, ocupando las hojas un punto intermedio.

En tallos al momento de brotación fue de 55 ppm y al punto de cosecha de 14,9 ppm. En hojas de 66,6 a 23,5 ppm y en flores de 51,6 a la apertura de flores y 32,6 en plena floración (Figura 25).

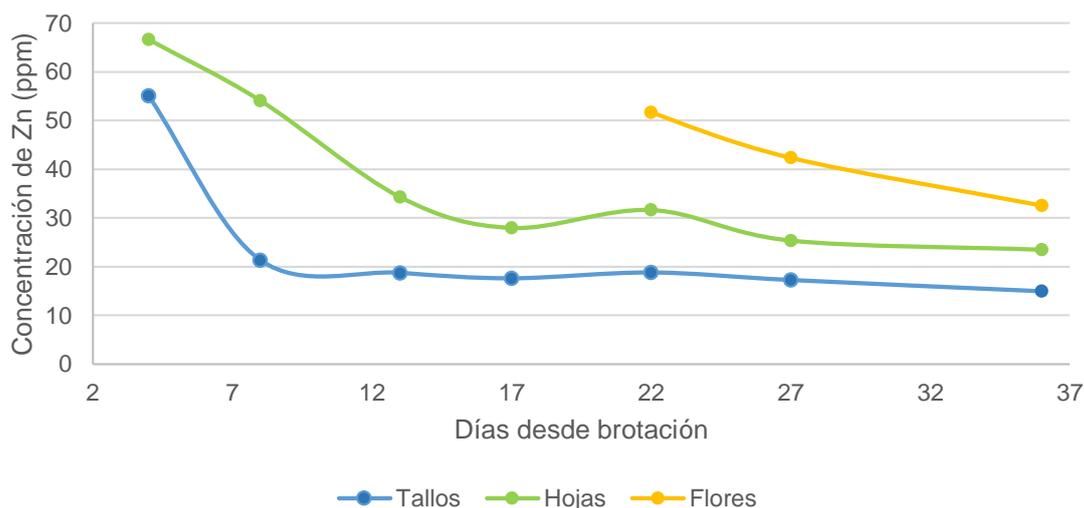


Figura 25: Concentración de zinc en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Los valores más bajos mencionados por Mills y Benton Jones (1996), fueron de 5 ppm para diversos cultivos, con máximos de 280 ppm, estando los valores de Gloriosa dentro de este rango.

En *Lilium sp.*, variedad Algarve, la tendencia fue la misma y dentro de los mismos rangos, con 56 ppm a los 28 días y 39 ppm a los 56 días (Barrantes y Bertsch, 2012).

En *Z. elliotiana* en cambio, los valores fueron superiores y con una tendencia inversa a Gloriosa, con 100 ppm de Zn en hojas a los 28 días y 193 ppm a los 98 días de cultivo (Posada, 2009).

**b. Absorción de zinc:** La absorción total de zinc de la parte aérea fue de 414  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  (Tabla 15), de ello, el 35,3 % correspondió a hojas, el 34,2 % a flores

y el 30,5 % a tallos. Siendo notable la alta extracción por las flores, teniendo en cuenta la MS más baja.

Estos valores son muy parecidos a los obtenidos en *Lilium sp.* tanto por Barrantes y Bertsch (2012) con 450  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$  y Ortega Blu *et al.*, (2006) de 354  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$ .

Tabla 15: Absorción acumulada de Zn en porcentaje y por  $\text{m}^2$  en *G. superba* L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción acumulada ( $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$ )	Extracción parte aérea ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )
4	11,86	49,09	404,99
8	24,44	101,20	834,90
13	36,15	149,69	1234,94
17	40,75	168,73	1392,02
22	51,58	213,55	1761,79
27	72,23	299,04	2467,08
36	100,00	414,04	3415,83

**c. Tasa de absorción de zinc:** La tasa de acumulación total tuvo dos picos, uno menos pronunciado entre el día 4 y 8 (etapa vegetativa) y el segundo más pronunciado entre cambio de coloración de pimpollos y apertura de primera flor. Esto coincide con lo mencionado por Camargo *et al.* (2004), que este segundo pico de absorción de Zn se puede deber a su intervención en la apertura floral en conjunto con el Mn. La menor absorción se dio al inicio del pimpollado.

Es muy notoria la tasa de absorción en flores que, desde inicio de floración, fue superior que en hojas y tallos en conjunto.

La máxima tasa en tallos se dio a principios de brotación, en hojas antes de pimpollado y en flores en apertura floral (Figura 26).

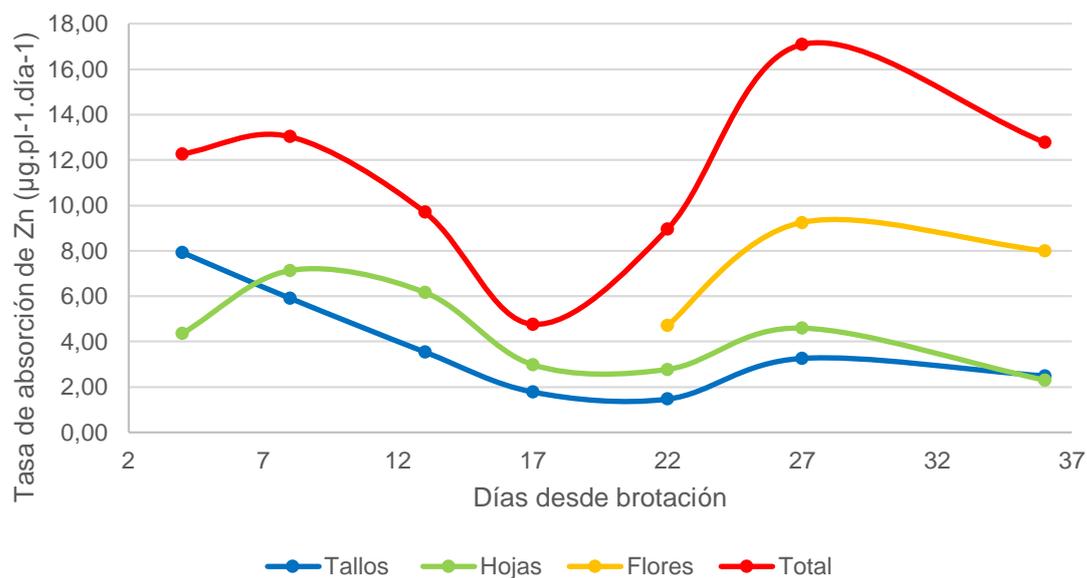


Figura 26: Tasa de absorción de zinc en tallos, hojas, flores y total de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

### 3.2.4.9. Cobre

a. **Concentración de cobre en órganos aéreos:** Las concentraciones de cobre fueron relativamente uniformes a lo largo del ciclo, con pequeñas variaciones entre órganos. Con valores menores en tallos que en hojas y flores (Figura 27).

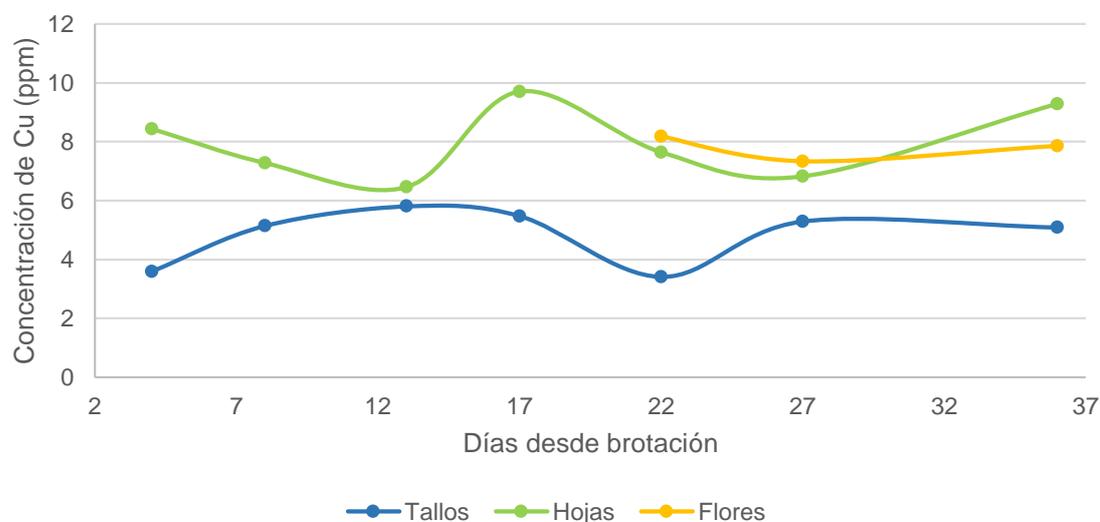


Figura 27: Concentración de cobre en tejidos de tallos, hojas y flores de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Asimismo, se hallaron dentro de los valores mencionado por Mills y Benton Jones (1996), en el rango de 1 ppm a 50 ppm para diferentes cultivos.

Concentraciones muy similares a Gloriosa encontraron Barrantes y Bertsch (2012), en cultivos de *Lilium sp.*, con 8 ppm al inicio y 7 ppm al final del ciclo.

En *Z. elliotiana*, los valores de cobre también fueron semejantes, de 13 ppm a los 28 días de cultivo y de 4,9 ppm a los 98 días de cultivo (Posada, 2009).

**b. Absorción de cobre:** Al igual que en el zinc y al contrario de lo que sucedió con el Fe y Mn, se absorbieron cantidades semejantes de cobre en tallos, hojas y flores. Fue el micronutriente absorbido en menores proporciones, con un total de 92,3  $\mu\text{g.pl}^{-1}$  (Tabla 16), comparado con el Fe, representa solo el 7 % de este último. En la etapa vegetativa fue mayor la absorción en tallos y en la reproductiva en hojas.

Estos valores son semejantes a los absorbidos por el cultivo de *Lilium sp.* de 90  $\mu\text{g.pl}^{-1}$  (Barrantes y Bertsch, 2012). Pero algo superiores a los obtenidos por Ortega Blu *et al.*, (2006), de 50,2  $\mu\text{g.pl}^{-1}$  en esa misma especie.

Tabla 16: Absorción acumulada de Cu en porcentaje y por  $\text{m}^2$  en *G. superba* L. `Misato Red´ cultivada en suelo bajo cubierta.

Días de muestreo	Absorción acumulada (%)	Extracción acumulada ( $\mu\text{g.pl}^{-1}$ )	Extracción parte aérea ( $\mu\text{g.m}^{-2}$ )
4	4,63	4,28	35,31
8	14,97	13,81	113,93
13	27,20	25,11	207,16
17	34,10	31,47	259,63
22	43,23	39,90	329,18
27	64,05	59,11	487,66
36	100,00	92,29	761,39

**c. Tasa de absorción de cobre:** En semejanza a las curvas del manganeso, la absorción fue incrementándose desde brotación hasta apertura de flores con 3,84  $\mu\text{g.pl}^{-1}.\text{día}^{-1}$ . Al igual que el zinc, fue mayor en flores que en tallos y hojas (Figura 28).

La máxima tasa en tallos se dio entre los 4 y 8 días, con 1,42  $\mu\text{g.día}^{-1}$ , en hojas entre los 22 y 27 días con 1,23  $\mu\text{g.día}^{-1}$  y en flores entre los 27 y 36 días con 1,93  $\mu\text{g.día}^{-1}$

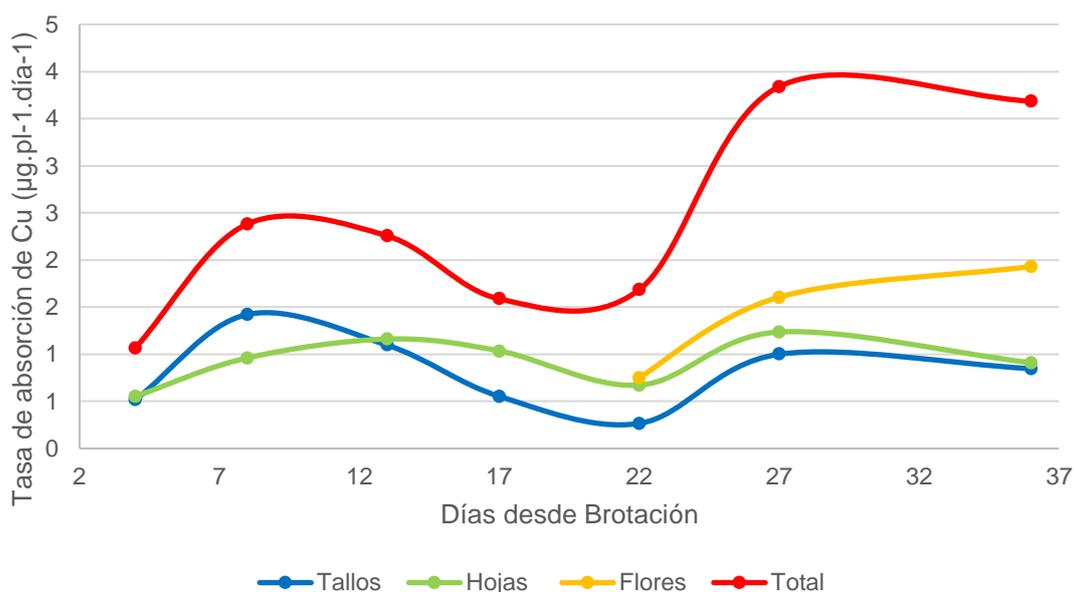


Figura 28: Tasa de absorción de cobre en tallos, hojas, flores y total de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

Resumiendo, la absorción de micronutrientes fue en el siguiente orden:  $Fe > Mn > Zn > Cu$ . En *Lilium sp.*, tanto Barrantes y Bertsch (2012) como Ortega Blu *et al.*, (2006), determinaron la misma secuencia, al igual que Camargo *et al.* (2004) en *Lisiantus*.

Sin embargo, en *Z. ellottiana*, Posada (2009) presentó otro orden de extracción de micronutrientes:  $Mn > Fe > Cu > Zn$ , donde se absorbió más Mn que Fe y más Cu que Zn. Además, en rosa variedad Rockefeller, Padilla Valverde (2007), obtuvo  $Mn > Zn > Fe > Cu$ .

La tasa media de absorción a lo largo del ciclo fue de  $32,29 \mu\text{g.pl}^{-1}.\text{día}^{-1}$  en hierro, en Mn de  $21,30$ , en Zn de  $11,50$  y en Cu de  $2,56 \mu\text{g.pl}^{-1}.\text{día}^{-1}$ .

Al inicio de brotación (0-4DDB), la tasa de absorción de Fe, Mn y Zn fue mayor en hojas que en tallos, mientras que con el Cu no existieron diferencias. Al inicio del pimpollado (13 DDB) en todos los micronutrientes fue mayor en hojas que en tallos. Desde apertura de primera flor hasta momento de cosecha, en el Fe y Mn siguió siendo superior en hojas, mientras que en Zn y Cu fue mayor en flores.

En todos los micronutrientes, la tasa de absorción total fue superior cerca del punto de cosecha. Las curvas de Fe y Zn se asemejaron, con dos picos, uno al inicio y otro al final, mientras que, en el Mn y Cu, se observó un único pico al final del ciclo.

Para Barrantes y Bertsch (2012), en *Lilium sp.*, las tasas medias de absorción fueron las siguientes: Fe: 23,57; Mn: 6,43; Zn: 6,43 y Cu 1,29  $\mu\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ . Presentando el mismo orden en la absorción, pero con valores inferiores.

Es importante destacar, que los valores de absorción posiblemente diferirán si se emplean tubérculos de otro tamaño, tal como lo demostraron investigaciones llevadas a cabo por otros autores como Clark y Burge (1999a) y Clemens *et al.* (1998), que el peso fresco inicial de bulbos influía sobre el total de nutrientes acumulados que servirían de soporte para el nuevo crecimiento.

### **3.2.5. Absorción de nutrientes por estadios fenológicos**

Analizando la suma de N+P+K+Ca+Mg como el 100 %, se observó que, en la absorción total, en primer lugar, se encontró el N, cuyos valores en la parte aérea variaron de 61,3 % al inicio de brotación, hasta el 54 % al punto de cosecha, con una disminución porcentual constante (En tubérculos fue de 51,3 %). Le siguió en orden de importancia el K que varió de 31,9 a 35,5 %, con un aumento porcentual a lo largo del ciclo, contrario al N. A su vez en tubérculos fue de 41,7 %, es decir, superior al contenido en la parte aérea (Tabla 17).

En tercer lugar, se halló el Mg con valores de 3,5 a 4,7 %, al igual que el K en aumento continuo, pero en el tubérculo en el mismo rango (con 3,8 %), es decir inverso al K.

En cuarto lugar, se halló el Ca, con valores relativos de 0,4 a 3,8 %, con un incremento pronunciado a lo largo del ciclo (en el tubérculo con valores de 0,3 %, inferiores a la parte aérea). En último lugar el P de 2,9 inicial a 2,1 final, con la misma tendencia de disminución que el N (en tubérculo de 2,9 %).

Tabla 17: Porcentaje de macronutrientes en cada momento del ciclo de la parte aérea y de los tubérculos plantados, considerando la suma N+P+K+Ca+Mg como el 100 %.

% relativo de macronutrientes en cada momento del ciclo.					
DDB	N	P	K	Ca	Mg
Tubérculo	51,3	2,9	41,7	0,3	3,8
4	61,3	2,9	31,9	0,4	3,5
8	61,0	2,7	32,4	0,4	3,6
13	59,3	2,6	33,6	0,7	3,9
17	58,7	2,4	33,9	1,0	3,9
22	57,4	2,4	34,5	1,7	4,1
27	54,8	2,2	35,4	3,1	4,6
36	54,0	2,1	35,5	3,8	4,7
Tendencia	Disminuye	Disminuye	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Relación tubérculo	Menor	Igual	Mayor	Menor	Igual

Como regla general se observó que el porcentaje relativo del K fue mayor en el tubérculo que en la parte aérea y en el Ca ocurrió lo contrario.

En micronutrientes, en primer lugar, se encontró el Fe que a lo largo del ciclo fue disminuyendo su participación, variando del 70,1 % al inicio de brotación, hasta el 49,2 % al momento de cosecha. Se halló en menor participación porcentual que en el tubérculo (Tabla 18).

Tabla 18: Porcentaje de micronutrientes en cada momento del ciclo de la parte aérea y de los tubérculos plantados, considerando la suma Fe+Mn+Zn+Cu como el 100 %.

% relativo de micronutrientes en cada momento del ciclo.				
DDB	Fe	Mn	Zn	Cu
Tubérculo	72,7	6,8	16,5	4,0
4	70,1	8,2	19,9	1,7
8	60,6	11,9	24,2	3,3
13	59,2	15,9	21,3	3,6
17	58,3	18,7	19,3	3,6
22	54,4	22,3	19,7	3,7
27	50,2	27,1	18,9	3,7
36	49,2	30,6	16,5	3,7
Tendencia	Disminuye	Aumenta	Disminuye	Aumenta
Relación tubérculo	Mayor	Menor	Igual	Mayor

En segundo lugar, el Mn que, si bien en un inicio fue menor al Zn, al momento de cosecha fue mayor, iniciando en 8,2 % y finalizando en 30,6 %. Con un aumento continuo a lo largo del ciclo. Su participación en la parte aérea fue mayor a la del tubérculo.

En tercer lugar, el Zn, también con disminución de participación a lo largo del ciclo y por último el Cu, que fue aumentando su participación, de 1,7 a 3,7 %,

Al analizar la absorción de cada nutriente en las diferentes etapas, la primera apreciación es en el Ca, se absorbió solamente el 5 % en la etapa vegetativa (brotación a 1° pimpollo visible), el 32 % en la etapa de pimpollado (1° pimpollo a apertura de 1° flor), mientras que en la etapa de floración el 63 % (Desde apertura de 1° flor a plena floración). En el magnesio ocurrió algo similar pero menos pronunciado, con 5 % en etapa vegetativa y 46 % en floración. Le siguió el K con la misma tendencia, de 30 % en etapa vegetativa, 28 % en pimpollado y 42 % en floración (Figura 29).

Por el contrario, el P tuvo su máxima absorción en la etapa vegetativa con 40 %, 25 % en pimpollado y 35 % en floración. El nitrógeno se comportó de manera semejante, pero siendo un poco superior en floración.

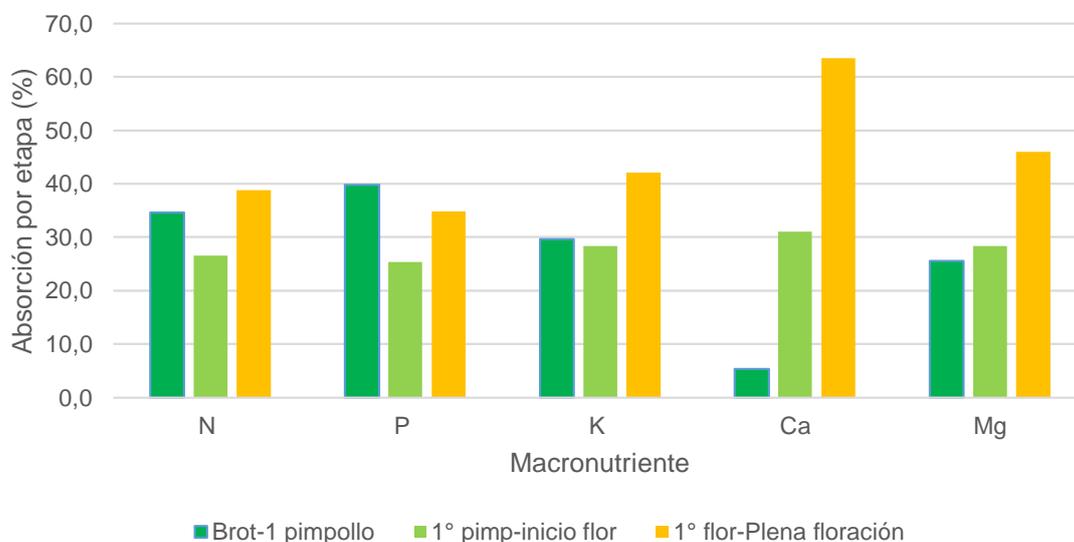


Figura 29: Porcentaje de macronutrientes absorbidos por etapa fenológica en la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

En resumen, respecto a la absorción de cada nutriente a lo largo del ciclo, en la primera etapa, se requirió más N y P, en la segunda se requirieron en proporciones semejantes todos los nutrientes y en la tercera etapa más Ca, Mg y K.

En cuanto a los micronutrientes, se observó que los requerimientos tanto del Fe como del Zn fueron más constantes a lo largo del ciclo, mientras que del Mn y del Cu fueron mayores en etapa de floración (Figura 30).

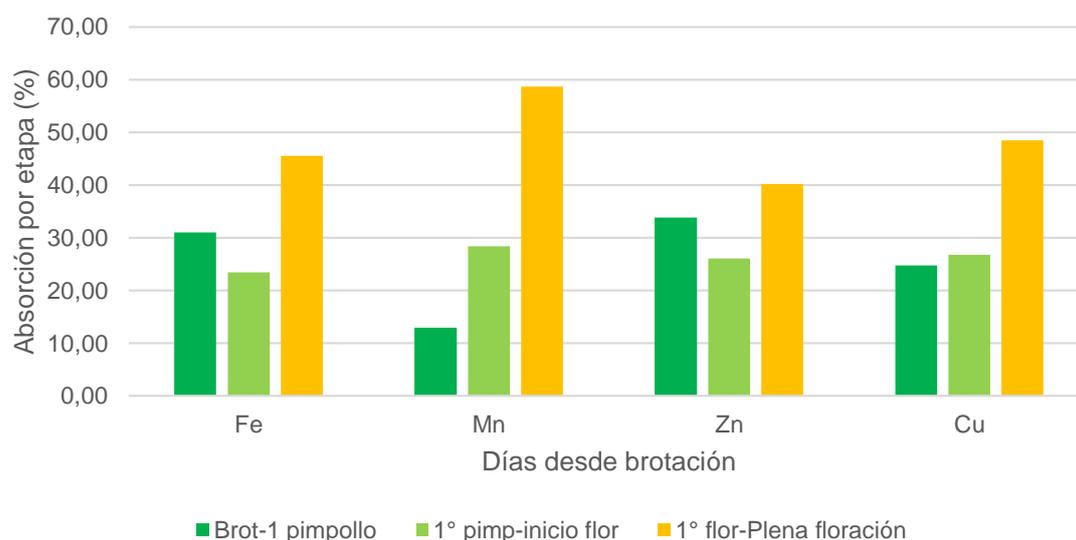


Figura 30: Porcentaje de micronutrientes absorbidos por etapa fenológica en la parte aérea de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en suelo bajo cubierta.

En micronutrientes se observó que, en todos los casos, la absorción fue superior en la última etapa.

### 3.2.6. Relaciones entre nutrientes

En las relaciones N-P-K-Ca-Mg al inicio y fin del ciclo, se observó lo siguiente: a los 4 días de la brotación 1-0,05-0,52-0,01-0,06 y a los 36 días de brotación 1-0,04-0,66-0,07-0,09. En los tubérculos analizados, la relación fue de 1-0,06-0,81-0,01-0,07.

Las relaciones entre nutrientes por etapa se observan en la tabla 19, analizando los macronutrientes en relación al N y los micronutrientes en relación al Fe.

Tabla 19: Relaciones entre macro y micronutrientes absorbidos en *G. superba* L. 'Misato Red' en tres etapas del ciclo de cultivo.

DDB	Macro nutrientes	N/N	P	K	Ca	Mg	Micro nutrientes	Fe	Mn	Zn	Cu
0-12		1	0,044	0,561	0,011	0,064		1	0,26	0,37	0,06
13-24		1	0,036	0,701	0,082	0,093		1	0,75	0,37	0,09
25-36		1	0,034	0,712	0,115	0,103		1	0,80	0,30	0,08
Media		1	0,038	0,657	0,070	0,087		1	0,62	0,34	0,07

En los macronutrientes se observó la disminución del P y el aumento del K, Ca y Mg. En los micronutrientes se apreció el aumento del Mn y en menor medida del Cu, mientras el Zn disminuyó en su relación respecto al Fe.

### 3.2.7. Aportes del tubérculo y del suelo

Con los valores de absorción de la parte aérea obtenidos en cultivo en suelo, el aporte potencial de los tubérculos plantados (suponiendo una eficiencia y consumo total del tubérculo) correspondería a un 50 % del N utilizado; 74,5 % del P; 61,9 del K; 4,1 del Ca; 42,4 % del Mg; 64,8 % del Fe; 9,7 % del Mn; 43,9 % del Zn y 47,6 % del Cu.

Sin embargo, si consideramos la acumulación total de las plantas, en la parte aérea y subterránea, con la formación de los 2 tubérculos hijos que en promedio fueron un 42 % superiores al tubérculo plantado y los contenidos de las raíces no contemplados aquí, el aporte potencial del tubérculo representaría solamente el 20,7 % del N; 24 % del P; 22,4 % del K; 3,6 % del Ca; 19,2 % del Mg; 22,8 % del Fe; 7,6 % del Mn; 19,5 % del Zn y 20,2 % del Cu (Tabla 20).

Tabla 20: Aporte potencial del tubérculo y aportes del suelo al crecimiento de *G. superba* L. 'Misato Red'.

Macro nutrientes	Absorción ensayo de campo			Aporte potencial tubérculo plantado (mg.pl <sup>-1</sup> )	Aporte del Suelo (mg.pl <sup>-1</sup> )	% Potencial aportado por el tubérculo	% Mínimo de aporte del suelo
	Parte aérea (mg.pl <sup>-1</sup> )	Parte subterránea (mg.pl <sup>-1</sup> )	Total (mg.pl <sup>-1</sup> )				
Nitrógeno	478,3	679,7	1158,0	239,3	918,7	20,7	79,3
Fósforo	18,2	38,9	57,1	13,7	43,4	24,0	76,0
Potasio	314,1	552,4	866,5	194,5	672,0	22,4	77,6
Calcio	33,6	3,9	37,5	1,4	36,1	3,6	96,4
Magnesio	41,7	50,3	92,0	17,7	74,3	19,2	80,8
Micro nutrientes	(µg.pl <sup>-1</sup> )	(µg.pl <sup>-1</sup> )	(µg.pl <sup>-1</sup> )	(µg.pl <sup>-1</sup> )	(µg.pl <sup>-1</sup> )		
Hierro	1234,4	2273,1	3507,6	800,4	2707,2	22,8	77,2
Manganeso	766,6	211,3	978,0	74,4	903,6	7,6	92,4
Zinc	414,0	515,6	929,7	181,6	748,1	19,5	80,5
Cobre	92,3	124,7	217,0	43,9	173,1	20,2	79,8

### 3.2.8. Comparación de ensayos en macetas y canteros

Comparando los valores de los ensayos del Capítulo 2 y 3, para un mismo estadio fenológico, el de “primeros pimpollos visibles”, las plantas de T2 (fertilizadas) en macetas absorbieron 194,9 mg.pl<sup>-1</sup> de N, contra 179,7 absorbidos en cantero, asimismo el fósforo 9,1 mg.pl<sup>-1</sup> en maceta, mientras que en cantero solamente 7,87 mg.pl<sup>-1</sup>. El potasio en maceta 245 mg.pl<sup>-1</sup>, mientras que en cantero solamente 101,7 mg.pl<sup>-1</sup>, esto en parte puede deberse a la alta

concentración de K en la solución, aún mayor que de N. El calcio en maceta 3,4 mg.pl<sup>-1</sup>, mientras que en cantero 2,1 mg.pl<sup>-1</sup>.

Esto se relaciona en primer lugar a la mayor disponibilidad y facilidad de absorción, al ser regado con una solución con nutrientes fácilmente asimilables. En segundo lugar, se relacionó a las temperaturas reinantes, donde en cantero las temperaturas fueron superiores, (temperatura media mensual cantero: 24,9°C; temperatura media mensual macetas: 16,6°C), con lo cual en cantero tardó 13 días en llegar a etapa de pimpollos visibles y en macetas 31 días, con la aceleración del ciclo y consecuente disminución en la acumulación de MS (Campo: 4,3 g.pl<sup>-1</sup>; macetas: 6 g.pl<sup>-1</sup>).

En potasio, magnesio y microelementos, las cantidades absorbidas en T2 en macetas, fueron significativamente superiores a los de campo. Mientras que en nitrógeno, fósforo y calcio estas diferencias no fueron significativas.

Con los valores obtenidos en estos ensayos, se observa que en tubérculos de 50 g de peso fresco (15,5 g de MS), para completar el ciclo, solamente alrededor del 20 % fue provisto por el tubérculo, siendo muy bajo el aporte del calcio, con solamente el 3,3 % y de manganeso de 7,6 %. Es decir que, si bien el aporte de nutrientes del tubérculo fue muy importante se observó la importancia alta del aporte del suelo/sustrato.



## 4. CAPÍTULO 4

### 4.1. CONCLUSIONES

A partir del conocimiento de la producción de biomasa y su composición es posible ajustar un protocolo de fertilización que acompañe la demanda de nutrientes del cultivo de *G. superba* L. 'Misato Red' para flor de corte bajo cubierta en Misiones, ya que, a través de los estudios de la dinámica de absorción, se pudo conocer de manera precisa el momento y cantidad de absorción de cada nutriente a lo largo del ciclo.

Se determinó la cantidad de macro y micronutrientes contenidos en los tubérculos de *G. superba* L. 'Misato Red' de 50 g de MF a través de análisis químicos. Comprobando a su vez que solamente alrededor del 20 % del total de cada nutriente es suministrado por el tubérculo, el porcentaje restante es provisto por el suelo, siendo insuficientes las reservas para completar el ciclo.

El aporte externo de nutrientes fue importante desde brotación. El máximo aporte del tubérculo se dio hasta la mitad de la fase vegetativa, deduciéndose que desde el momento de pimpollado el 100 % de los nutrientes absorbidos fueron aportados por el suelo.

Se determinaron los contenidos de nutrientes en tallos, hojas y flores en siete fechas de muestreo determinadas por las fases fenológicas del cultivo. Siendo las concentraciones mayores en hojas, menores en tallos e intermedias en flores para la mayoría de los elementos.

La tasa de crecimiento y acumulación de MS se mostró como una doble sigmoidea, con picos máximos a los 8 días (elongación de tallos) y 27 días (inicio de floración). Los órganos de mayor acumulación de MS fueron los tallos y de menor acumulación las raíces.

Los nutrientes se encontraron en el siguiente orden de absorción:  $N > K > Mg > Ca > P > Fe > Mn > Zn > Cu$ . Del total de cada nutriente absorbido, se observó la mayor absorción de N y P al inicio del ciclo, mientras que el K, Ca, Mg y los micronutrientes al final del ciclo de cultivo.

En base a los resultados obtenidos en los distintos experimentos de este trabajo de tesis, se recomienda un aporte mínimo de 180 mg  $N.pl^{-1}$ ; 8 mg  $P.pl^{-1}$ ; 102 mg  $K.pl^{-1}$ ; 2 mg  $Ca.pl^{-1}$ ; 12 mg  $Mg.pl^{-1}$ ; 415  $\mu g Fe.pl^{-1}$ ; 111  $\mu g Mn.pl^{-1}$ ; 150  $\mu g$

Zn.pl<sup>-1</sup> y 25 µg Cu.pl<sup>-1</sup> en la etapa vegetativa; en pimpollado de 78 mg N.pl<sup>-1</sup>; 3 mg P.pl<sup>-1</sup>; 53 mg K.pl<sup>-1</sup>; 5 mg Ca.pl<sup>-1</sup>; 7 mg Mg.pl<sup>-1</sup>, 175 µg Fe.pl<sup>-1</sup>; 130 µg Mn.pl<sup>-1</sup>; 64 µg Zn.pl<sup>-1</sup> y 15 µg Cu.pl<sup>-1</sup>, mientras para floración un aporte de 221 mg N.pl<sup>-1</sup>; 8 mg P.pl<sup>-1</sup>; 159 mg K.pl<sup>-1</sup>; 26 mg Ca.pl<sup>-1</sup>; 23 mg Mg.pl<sup>-1</sup>; 644 µg Fe.pl<sup>-1</sup>; 525 µg Mn.pl<sup>-1</sup>; 200 µg Zn.pl<sup>-1</sup> y 52 µg Cu.pl<sup>-1</sup>. Siendo necesario sumarle los valores para la formación del tubérculo nuevo y para cada situación de cultivo se recomienda un análisis de suelo/sustrato, a fin de aportar a través de la fertilización solamente la cantidad de nutrientes que no sea cubierta por el suelo, evitando de esta manera la contaminación.

Los órganos más representativos a muestrear para el diagnóstico del cultivo son las hojas, por presentar menor variabilidad en un mismo momento del cultivo, pero a su vez manifestar mejor las diferencias ante un déficit. En próximos estudios se deberá evaluar qué tipo de hoja se debería seleccionar para los muestreos.

En futuros ensayos se trabajará en el ajuste de dosis y momentos de aplicación de cada nutriente partiendo de los resultados obtenidos en este trabajo de tesis que es el primer antecedente para el país de la dinámica de absorción en esta especie.

## 4.2. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, J. 2012. Bases nutricionales del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.) Tesis de Maestría en Producción Vegetal. Universidad de Buenos Aires. 78 pp.
- Anandhi, S. y Rajamani, K. 2013. Reproductive Biology of *Gloriosa rothschildiana*. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology. Global Science Books. 2013. 45-49 p.
- Argenbio. 2020. Semillas y Propiedad Intelectual. <https://www.semillasypi.org.ar/index.php>
- Artacho-Vargas, P. y Pinochet-Tejos, D. 2008. Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo del Tulipán (*Tulipa gesneriana* L.) Agrociencia 42: 37-45. Valdivia, Chile.
- Barrantes, B. y Bertsch, F. 2012. Curvas de absorción de nutrimentos para tres variedades de lirios (*Lilium* sp.) y afinamiento del programa de fertilización en una finca comercial en Heredia, Costa Rica. Agronomía Costarricense 36(2): 47-60. ISSN:0377-9424/2012.
- Bautista, J., Ramírez, M., y Torres, B. 2012. Nutrient uptake of the diploid potato (*Solanum phureja*) variety Criolla Colombia, as a reference point to determine critical nutritional levels. Agronomía Colombiana 30(3), 436-446.
- Bertsch, F. 2002. Utilidad de los estudios de absorción de nutrimentos en el afinamiento de las recomendaciones de fertilización. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. <http://www.secsuelo.org/4150-viii-congreso-ecuatoriano-de-la-ciencia-del-suelo.html>., IPNI, Informaciones Agronómicas. 57:1-10.
- Bertsch, F. 2009. Absorción de nutrimentos por los cultivos. – 1 ed. — San José, C.R. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, 2009. 307 p.
- Cabalceta, G., Saldías, M. y Alvarado, A. 2005. Absorción de nutrimentos en el cultivar de papa MNF-80. Agronomía Costarricense 29(3): 107-123. ISSN:0377-9424/2005.
- Camargo, M.; Shimizu, L.; Saito, M.; Kameoka, C.; Mello, S.; Carmello, Q. 2004. Crescimento e absorcao de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. Hortic. Bras., v. 22, n. L, Jan. -mar.2004. p.143-146.

- Clark, G. E. 1997. Effects of nitrogen and potassium nutrition on soil-grown *Sandersonia aurantiaca* stem and tuber production, 25:4, 385-390, DOI:10.1080/01140671.1997.9514030.  
<https://doi.org/10.1080/01140671.1997.9514030.0>
- Clark, G. y Burge, G. 1999a. Effects of nitrogen nutrition on *Sandersonia* cut flower and tuber production in a soil-less medium, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 27:2, 145-152, DOI: 10.1080/01140671.1999.9514090.
- Clark, G. y Burge, G. 1999b. Effects of nutrition, planting density, and stem pruning treatments on tuber weight and secondary tuber development in *Sandersonia aurantiaca*, 27:4, 319-324, DOI: 10.1080/01140671.1999.9514111.
- Clemens, J., Dennis, D., Butler, R., Thomas, M., Ingle, A., Welsh, T. 1998. Mineral nutrition of *Zantedeschia* plants affects plant survival, tuber yield, and flowering upon replanting. Journal of Horticultural Sciences & Biotechnology 73(6): 755-762pp.
- Deivasigamani, S. y Thanunathan, K. 2011. Integrated Nutrient Management Practices for Glori lily (*Gloriosa superba* L.). Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants Vol. 2 (1): 6-9.
- Delgado, D. y Rodríguez, J. 2018. La producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente. Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N°25, mar-ago, pp. 100-118, e-ISSN 1390-6631. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3705>.
- Dey, S. 1998. Glory Lily: its propagation by microtubers. Ind. Hort. 42(2):24-25.
- Dounias, E., 2006. *Gloriosa superba* L. [Internet] Record from Protabase. Schmelzer, G.H. & Gurib-Fakim, A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=pe&p=Gloriosa+superba+L>.
- Durán, R. 2013. Rehabilitación de Suelos Agrícolas con Compostaje. Grupo Latino Editores. Bogotá. 359 p.

- Escobar, G. 2004. Mercado nacional e internacional de flores de corte y floricultura campesina. Santiago de Chile. 65 p.
- Etchevers Barra, J. 2000. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 209-219.
- Fallas, R., Bertsch, F. y Barrientos, M. 2014. Curvas de absorción de nutrientes en Papaya (*Carica papaya L.*) cv. "Pococi" en las fases de crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha. Agronomía Costarricense 38(2): 43-54. ISSN:0377-9424/2014.
- Farooqi, A. y Sreeramu, B. 2004. Cultivation of Medicinal and Aromatic Crops. Universities Press. India. 647 p.
- Flower Council Holland. 2020. bbh\_trendboekje\_2020\_a5\_en\_du\_eigen\_beeld\_final.pdf en <https://www.flowercouncil.co.uk/press-calendar/flower-council-of-holland-reviews-promotion-plans>. Consultado el 18 de junio de 2020.
- García, F. y San Juan, M. 2015. Consumo de fertilizantes en el mundo y en la Argentina. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Programa Latinoamérica Cono Sur, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Cap.3 pp 61-84.
- Gayathiri, M. and Anburani, A. 2011. Effect of graded levels of nitrogen and phosphorus on growth parameters of Glory lily (*Gloriosa superba L.*), Asian J. Hort., 6 (2): 481-483.
- Granitto, M. 2020. Guía didáctica: Floricultura Argentina e internacional. Curso de horticultura y floricultura. Universidad Nacional de La Plata. 10 pp.
- Gupta, L., Kumar, S., Gupta, M. y Sharma, V. 2013. Integrated nutrient management for growth and yield in Glory lily (*Gloriosa superba L.*). Journal of Medicinal Plants Research. Vol. 7 (43): 3197-3201 pp.
- Guzmán, M. 2004. Población, agua, suelo y fertilizantes: el fertirriego. Departamento de producción vegetal. Universidad de Almería. CYTED. Fertirriego: tecnologías y programación en agroplasticultura. P 5-10.
- Hernández Díaz, M., Marrero González, V., González Hurtado, M., Salgado Pulido, J. y Ojeda Veloz, A. 2008. Niveles de nitrógeno y su fraccionamiento

- en el cultivo del gladiolo para suelos Ferralíticos Rojos. Pesq. agropec. bras., Brasilia, v.43, n.1, p.21-27, jan. 2008.
- Hettiarachchi, M. y Balas, J. 2004. Effects of cold storage on post harvest keeping quality of Gloriosa (*Gloriosa superba* L.) flowering stems. Tropical Agricultural Research and Extension 7, 2004. Vienna, Austria.
  - Hirzel, J., Ruz, E. y Schiappacasse, F. (2003). Determinación de la producción de materia seca y extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en *Liatris callilepis*. Agricultura Técnica ISSN 0365-2807, 63 (2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000200008>.
  - Hudson, N. 2006. Conservación de suelos. Editorial Reverté S.A. Barcelona España. p. 312-314.
  - Instituto Nacional de Estadística y Censos - I.N.D.E.C. 2019. Censo Nacional Agropecuario 2018: resultados preliminares. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - Jana, S. y Shekhawat, G. 2011. Critical review on medicinally potent plant species: *Gloriosa superba*. Fitoterapia, 82 (3), pp. 293-301. DOI: 10.1016/j.fitote.2010.11.008.
  - Kannabiran K. y Padmanaban. 2016. Effect of Growth Regulators and Tuber Weight on Plant Height and Number of Branches in Glory Lily (*Gloriosa superba* L.). ISSN 2278 – 0211 (Online). June, 2016.
  - Kant, S. y Kafkafi, U. 2002. Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Israel. 263–280. <https://www.ipipotash.org/udocs/SesionV.pdf>.
  - Ligier, H., Matteio, H., Polo, H y Rosso, J. 1990. Provincia de Misiones Escala 1:500.000. Atlas de Suelos de la República Argentina, INTA Tomo II., Misiones. 111-154.
  - Mahendran, D., Thiyagarajan, M., Kavi Kishor, P., Venkatachalam, P. 2016. Efficient plant regeneration from shoot tip explants of *Gloriosa superba* L.: An endangered anti-cancer medicinal plant. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 17 (1-2), pp. 31-38.
  - Mamtha H, Farooqi AA, Joshi SS, Prasad TG. 1993. Pollen studies in *Gloriosa superba* Linn. Acta Hortic; 331-371.

- Mills H. A. y Benton Jones, J. (1996). Plant Analysis handbook II. Micro Macro Publishing, Athens, Georgia, USA. En Röber R, y Schacht H. (2008). Pflanzenernährung im Gartenbau. Eugen Ulmer KG. 444pp.
- Morisigue, D., Mata, D., Facciuto, G. y Bullrich, L. 2012. Floricultura: Pasado y presente de la Floricultura Argentina. Ediciones INTA – GESyC. Hurlingham – Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-679-114-4.
- Morisigue, D. y Villanova, I. 2016. Relevamiento de la producción de flores y plantas ornamentales en el área Metropolitana de Buenos Aires y el Partido de San Pedro, provincia de Buenos Aires. 1a ed. ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Argentina de Floricultores y Viveristas.
- Neuwinger, H. 1994. African Enthobotany – Poisons and Drugs – Chemistry, Toxicology, Pharmacology, Chapman and Hall, Weinheim, 941 pp.
- Okabayashi, M. 2010. Nutrient absorption by genotype in *Gloriosa superba* L. 'Misato Red' and 'Southern Wind' cultivated on sandy soils in greenhouse. Bulletin o the Kochi Agricultural Research Center. ISSN: 0917-7701.
- Ortega Blu, R., Correa Benguria, M. y Olate Muñoz, E. (2006). Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium spp.* para flor de corte. Agrociencia, 40(1),77-88. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. ISSN: 1405-3195. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30240108>.
- Padilla Valverde, A. 2007. Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. Tesis de Grado. Universidad Zamorano. Honduras.
- Padmapriya, S., Rajamani, K. y Sathiyamurthy, A. 2015. Glory Lily (*Gloriosa superba* L.) – A Review. International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research; 7 (1) 43-49 pp.
- Posada, S. (2009). Absorción de nutrientes de *Zantedeschia elliottiana* (calla lily) en diferentes estados fenológicos como punto de partida para la determinación de requerimientos nutricionales del cultivo en condiciones del eje cafetero colombiano (Tesis de Maestría). Escuela de Posgrados, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

- Rajamani, K., Padmapriya, S. 2017. Glory lily (*Gloriosa superba*): A phytochemical crop of commercial significance. *Medicinal Plants*, 9 (1), pp. 12-19.
- Sánchez García, P. 2004. Diagnóstico nutrimental de cultivos agrícolas. Colegio de postgraduados, Montecillo México. CYTED. Fertirriego: tecnologías y programación en agroplasticultura. P 205-206.
- Singh, D., Mishra, M. y Yadav, A. 2013. *International Journal of Botany and Research* 3. 19-26 pp.
- Sivasankar, S. y Manivannan, K. 2015. Effect of integrated nutrient management (INM) on growth and yield of Glory Lily (*Gloriosa superba*. L). *International Journal of Current Advanced Research*. Vol 4, Issue 8, pp 275-277.
- Stewart, W., Dibb, D., Johnston, A. y Smyth, T. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agron. J.* 97: 1-6.
- Verón, R. 2008. Absorción de nutrientes en el cultivo de Lisiantus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.)] para flor de corte en Bella Vista (Corrientes). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- Vilema, L., Quiroz, M., López, X. y Jumbo, J. 2008. Determinación de curvas de absorción de macronutrientes, durante el primer año de desarrollo del cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista de Investigación científica*. Tsafiqu. Dic. 2008. 13-36 pp. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

### 4.3. ANEXOS

#### 4.3.1. ANEXO I: Fotografías

Ensayo 1: Cultivo en macetas en sustrato inerte, con y sin fertilización.



Figura 1: Tratamiento fungicida con Carbendazim  $2 \text{ ml.L}^{-1}$  por 15 minutos.



Figura 2: Materia fresca de tubérculos en balanza.



Figura 3: Estado de brotes de tubérculos al momento de la plantación.



Figura 4: Bandejas colectoras debajo de las macetas.



Figura 5: Estado de las raíces a los 3 días desde plantación.

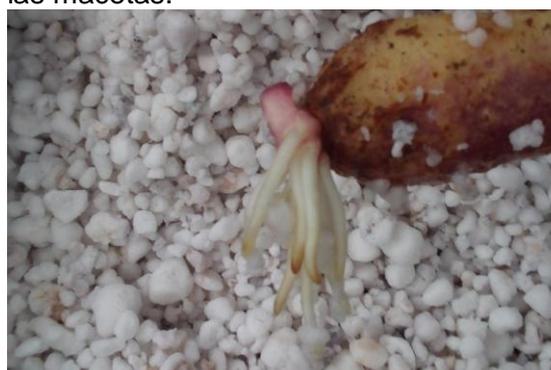


Figura 6: Estado de las raíces al día 6 desde plantación.



Figura 7: Planta de T1 a los 5 DDB.



Figura 8: Planta de T2 a los 5 DDB.

Ensayo 1: Cultivo en macetas en sustrato inerte, con y sin fertilización.



Figura 9: Planta de T1 a los 10 DDB.



Figura 10: Planta de T2 a los 10 DDB.



Figura 11: Planta de T1 a los 14 DDB.



Figura 12: Planta de T2 a los 14 DDB.



Figura 13: Plantas de T1 a los 18 DDB.



Figura 14: Plantas de T2 a los 18 DDB.

Ensayo 1: Cultivo en macetas en sustrato inerte, con y sin fertilización.



Figura 15: Plantas de T1 a los 24 DDB.



Figura 16: Plantas de T2 a los 24 DDB.



Figura 17: Deformaciones en hojas jóvenes de T1 a los 24 DDB.



Figura 18: Cambios de coloración en hojas basales de T1 a los 24 DDB.



Figura 19: Necrosis de hojas en T1 a los 28 DDB.



Figura 20: Estado de plantas de T2 a los 28 DDB.



Figura 21: Necrosis de hojas y debilitamiento de ápices en T1 a los 31 DDB.



Figura 22: Formación de pimpollos en T2 a los 31 DDB.

Ensayo 1: Cultivo en macetas en sustrato inerte, con y sin fertilización.



Figura 23: Comparación de plantas de T1 (arriba) y T2 (abajo) a los 31 DDB.



Figura 24: Tamaño de hojas en T1 a los 31 DDB.



Figura 25: Tamaño de hojas en T2 a los 31 DDB.



Figura 26: Necrosis en hojas de T1 a los 31 DDB.



Figura 27: Clorosis general en hojas de T1 a los 31 DDB.



Figura 28: Formación de tubérculos y raíces en T1 a los 31 DDB.



Figura 29: Formación de tubérculos y raíces en T2 a los 31 DDB.

## Ensayo 2: Cultivo en suelo.



Figura 30: Tubérculos de *G. superba* L. 'Misato Red' para la plantación.



Figura 31: Detalle del invernadero de cultivo.



Figura 32: Preparación del suelo para la plantación.



Figura 33: Detalle de altura de canteros (30 cm).



Figura 34: Plantación



Figura 35: Colocación de mulching de hojas de pino.



Figura 36: Colocación de malla de tutorado.



Figura 37: Fuente de agua: arroyo.

Ensayo 2: Cultivo en suelo.



Figura 38: Inicio de brotación.



Figura 39: Inicio de brotación y apertura de primera hoja.



Figura 40: Cultivo a los 4 DDB.



Figura 41: Cultivo a los 4 DDB.



Figura 42: Primer muestreo a campo a los 4 días desde brotación.



Figura 43: Detalle de planta muestreada a los 4 DDB.



Figura 44: Estado del cultivo a los 8 DDB.



Figura 45: Riego manual con regadera.

## Ensayo 2: Cultivo en suelo.



Figura 46: Formación de tubérculos a los 8 días desde brotación.



Figura 47: Mediciones de altura de plantas a campo.



Figura 48: Estado del cultivo a los 13 DDB.



Figura 49: Detalle de primeros pimpollos visibles a los 13 DDB.



Figura 50: 4º muestreo a campo a los 17 DDB.



Figura 51: Detalle de plantas a los 17 DDB.



Figura 52: Detalle de plantas con 1, 2 y 3 hojas.nudo<sup>-1</sup>.



Figura 53: Poda de ramas secundarias a los 17 DDB.

Ensayo 2: Cultivo en suelo.



Figura 54: Estado de pimpollo de 2 cm.



Figura 55: Mediciones de longitud de hojas en Laboratorio.



Figura 56: Detalle de tubérculos y raíces a los 17 DDB.



Figura 57: Separación de órganos para determinación de materia fresca.



Figura 58: Estado de cambio de coloración de pimpollos.



Figura 59: Primeras flores abiertas a los 27 días desde brotación.



Figura 60: Plena floración a los 36 DDB.



Figura 61: Detalle flor a los 36 DDB.

## Ensayo 2: Cultivo en suelo.



Figura 62: Formación de tubérculos a los 36 días desde brotación.



Figura 63: Estado de planta a los 36 DDB.

## Detalles de análisis de Laboratorio.



Figura 64: Corte de tubérculos en segmentos para facilitar molienda.



Figura 65: Determinación de materia seca en estufa a 65-70 °C.



Figura 66: Flores previo a la molienda.



Figura 67: Hojas previo a la molienda.



Figura 68: Detalle de tallos previo a la molienda.



Figura 69: Molinillo empleado para la molienda.

Detalles de análisis de Laboratorio.



Figura 70: Detalle de material molido.

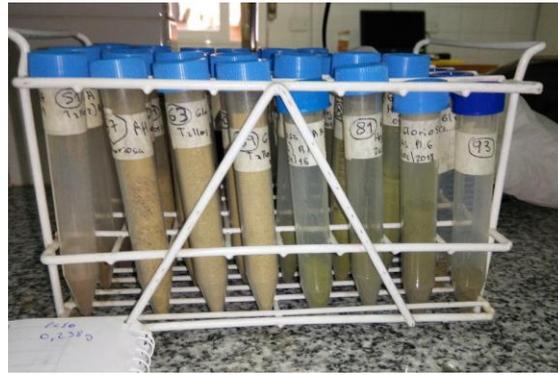


Figura 71: Material molido en tubos Falcon para almacenamiento.



Figura 72: Peso de muestras para las determinaciones de nutrientes.



Figura 73: Material molido para introducir en la mufla.



Figura 74: Cenizas provenientes de la mufla a 500 °C por 4 hs.



Figura 75: Agregado de reactivos a las cenizas.



Figura 76: Campana de gases.



Figura 77: Calentador eléctrico.

## 4.3.2. Anexo II: Análisis de agua y suelo

Anexo II - Tabla 1: Análisis del agua de riego.

		<b>INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA</b> <b>CENTRO DE INVESTIGACIONES EN RECURSOS NATURALES (CIRN)</b> <b>INSTITUTO DE FLORICULTURA (IF)</b> Grupo de Análisis de Sustratos y Calidad de Aguas de Riego (ASA) <b>Informe de Análisis de calidad de AGUAS de RIEGO</b>		REG 07 PAISA Versión: Fecha: Página 1	
Fecha análisis:	01/03/2018	Forma de Entrega:	e-mail		
Nombre:	Ricardo Housseker	Entregó:	Karlman, Monica		
Análisis de:	agua de riego	Código de muestra:	180301		
<b>Nombre de la muestra:</b>					
pH			Bajo	Medio	Alto
Conductividad Eléctr.	dS.m <sup>-1</sup>	6,85	< 0,25	0,25 mS - 0,75 mS	> 0,75 mS
Nitratos	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	16,3	<10	10 - 75	>75
Calcio	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	4,4	<25	25 - 75	>75
Magnesio	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	2,0	<10	10 - 30	>30
Potasio	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	0,9			
Sodio	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	1,5			
Carbonatos	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	0,0	<70	70 - 140	> 140
Bicarbonatos	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	0	<100	100 - 360	>360
Cloruros	ppm o mg.l <sup>-1</sup>	0,0	<70	70 - 140	>140
SAR*		0,2	0 - 10	10 - 18	18 - 30
			<40	40 - 160	>400
<b>Observaciones:</b> Ver valores de referencia en cuadro derecho.					
Instituto de Floricultura INTA - Tel. 00-54-II- 4621-1684 - De los Reseros y N. Repetto. s/nº - Hurlingham (1686) - Pcia. Bs. As. <a href="mailto:karlman.monica@inta.gob.ar">karlman.monica@inta.gob.ar</a>					
Nota: El propietario de las muestras acepta los métodos de ensayo del Laboratorio de Análisis de Sustratos y Aguas del Instituto de Floricultura. Los resultados de análisis se remiten a las muestras recibidas. Los procedimientos de análisis de Ph y CE se encuentran en proceso de implementación para la certificación de las normas ISO 9001:2000. *RAS: Relación de Absorción de Sodio.					
Elaboró		Revisó		Aprobó	
Referente Técnico		Referente Técnico		Referente de Calidad	

Anexo II - Tabla 2: Análisis químico de suelo del ensayo en cantero antes y después del ciclo del cultivo (metodología de sustratos).

Nombre de muestra	Repetición	pH	CE (dS/m)	Gramos del elemento/litro de muestra húmeda											DA	% Humedad	
				NO3-	P	Ca	Mg	K	Na	Zn	Mn	Cu	Fe	Densidad			
Inicial 1	1	6,69	0,33	3,36	0,64	1,34	1,59	0,18	0,18	0,18	0,0036	0,0051	0,0102	0,0471	1,32	1,12	14,51
Inicial 1	2	6,28	0,31	2,13	0,75	1,20	1,49	0,18	0,18	0,18	0,0022	0,0012	0,0025	0,0596	1,32	1,13	14,17
Inicial 1	3	6,37	0,32	2,58	0,41	1,25	1,49	0,19	0,19	0,19	0,0022	0,0007	0,0006	0,0681	1,33	1,14	14,08
Inicial 2	1	6,34	0,59	4,23	0,62	2,18	0,88	0,31	0,24	0,24	0,0019	0,0002	0,0006	0,0028	1,30	1,16	10,62
Inicial 2	2	6,32	0,54	9,05	0,76	2,16	0,87	0,33	0,25	0,25	0,0020	0,0001	0,0004	0,0043	1,32	1,18	10,70
Inicial 2	3	6,30	0,55	3,24	0,44	2,34	0,98	0,32	0,23	0,23	0,0020	0,0005	0,0002	0,0068	1,31	1,17	10,32
Final 1	1	6,34	0,36	3,73	0,43	1,30	0,54	0,27	0,20	0,20	0,0021	0,0002	0,0002	0,0320	1,29	1,16	10,53
Final 1	2	6,22	0,36	3,45	0,43	1,36	0,55	0,27	0,19	0,19	0,0019	0,0001	0,0002	0,0164	1,26	1,10	12,04
Final 1	3	6,17	0,36	3,53	0,75	1,31	0,53	0,27	0,18	0,18	0,0031	0,0001	0,0026	0,0193	1,30	1,15	11,75
Final 2	1	6,22	0,21	2,10	0,36	0,76	0,31	0,27	0,16	0,16	0,0031	0,0032	0,0019	0,4460	1,35	1,22	9,48
Final 2	2	6,16	0,21	2,45	0,36	0,87	0,33	0,26	0,15	0,15	0,0032	0,0045	0,0024	0,4240	1,33	1,20	9,32
Final 2	3	6,22	0,21	3,10	0,71	0,75	0,31	0,25	0,14	0,14	0,0030	0,0045	0,0026	0,3698	1,28	1,17	8,81

Anexo II - Tabla 3: Análisis químico de suelos previo a la instalación del ensayo (Muestras almacenadas hasta momento de análisis).



**LABORATORIO DE SUELO AGUA Y VEGETAL  
E.E.A. CERRO AZUL**

**INFORME QUÍMICO DE ANÁLISIS DE SUELO**

Solicitante: Ricardo Haussecker				
Lugar:		Fecha del Muestreo:		
Ubicación:		Fecha de Ingreso: 17/03/2020		
Ensayo: FERTILIDAD		Finalización del Análisis: 19/03/2020		
<b>Identificación de campo</b>	<b>M1</b>			
<b>Profundidad de muestreo (cm)</b>	20			
<b>Próximo cultivo</b>				
<b>Número de laboratorio</b>	<b>6977</b>			
<b>Materia Orgánica Fac.Oxi. (%)</b>	2,83			
<b>Materia Orgánica Total (%)</b>	3,69			
<b>Carbono Fac. Oxi. (%)</b>	1,65			
<b>Nitrógeno Total (%)</b>	0,18			
<b>Relación C/N</b>	11,59			
<b>Fósforo Extrac P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ppm)</b>	133,26			
<b>Potasio interc. K (meq/100g)</b>	0,68			
<b>Calcio interc. Ca (meq/100g)</b>	9,57			
<b>Magnesio interc. Mg (meq/100g)</b>	2,79			
<b>Sodio interc. Na (meq/100g)</b>	0,18			
<b>Suma de Bases S (meq/100g) - Cálculo</b>	13,22			
<b>Acidez potencial (meq/100g)</b>	4,72			
<b>CIC Total (meq/100g) - Cálculo</b>	17,93			
<b>Saturación de Bases V (%) - Cálculo</b>	73,70			
<b>pH Agua (1:2.5)</b>	5,78			
<b>pH CIK (1:2.5)</b>	5,01			
<b>Aluminio interc. Al (meq/100g)</b>	ND			
Observaciones:				
<b>Valores limites</b>				
MO Fac Oxi. <= 2.5 %		N= 0.18%	Ca= 4.00meq./100g	pH= 5.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 10 ppm	Suma bases= 6.00meq/100g		Sat. Bases= 50.00 %	K= 0.18 meq/100g
<b>Técnicas empleadas</b>				
Materia orgánica: micro Walkley- Black, IRAM- SAGPyA 29571-3				
Nitrógeno Total: semimicro Kjeldahl, IRAM- SAGPyA 29572				
Fósforo extractable: Bray-Kurtz I, IRAM- SAGPyA 29570-1				
Cationes de intercambio: extraídos con Acetato de Amonio 1.0 N a pH 7.0,				
Acidez potencial con Acetato de Calcio 1.0N a pH 7.0, ND no detectado.				
<b>Unidades equivalentes</b>			<b>Transformaciones</b>	
ppm = mg kg <sup>-1</sup>	meq/100g= cmol(+) kg <sup>-1</sup>	% = dg kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O = 1.205* K	P = P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /2.2095
Los análisis se realizaron sobre muestras extraídas por el solicitante				
Cerro Azul (Misiones), Argentina		27/03/2020		
Localidad / País		Fecha del Informe		Firma Responsable del Laboratorio

Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria Estación Experimental Cerro Azul  
C.C.101 – 3315 Leandro N. Alem – C. C. 006- 3313 Cerro azul – Misiones  
Te. Fax 0376- 4494086 e-mail iwaisita.barbara@inta.gob.ar

### 4.3.3. Anexo III: Análisis de varianza.

Anexo III - Tabla 1: Análisis de varianza de altura en plantas de *G. superba* L. `Misato Red` cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura (cm)	10	0,85	0,84	31,11

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25175,31	1	25175,31	46,77	0,0001
Tratamiento	25175,31	1	25175,31	46,77	0,0001
Error	4305,95	8	538,24		
Total	29481,26	9			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=33,83604

Error: 538,2437 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	24,40	5	10,38 A
T 2 (con fertilizante)	124,75	5	10,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 2: Análisis de varianza de número de hojas en plantas de *G. superba* L. `Misato Red` cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nº hojas	10	0,88	0,87	26,31

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1210,00	1	1210,00	60,50	0,0001
Tratamiento	1210,00	1	1210,00	60,50	0,0001
Error	160,00	8	20,00		
Total	1370,00	9			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,52236

Error: 20,0000 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	6,00	5	2,00 A
T 2 (con fertilizante)	28,00	5	2,00 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 3: Análisis de varianza de número de nudos en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nudos	10	0,78	0,75	34,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	409,60	1	409,60	27,77	0,0008
Tratamiento	409,60	1	409,60	27,77	0,0008
Error	118,00	8	14,75		
Total	527,60	9			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,60126**

Error: 14,7500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	4,80	5	1,72 A
T 2 (con fertilizante)	17,60	5	1,72 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 4: Análisis de varianza de longitud de hojas en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Long. hoja	10	0,96	0,96	8,60

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	154,45	1	154,45	193,67	<0,0001
Tratamiento	154,45	1	154,45	193,67	<0,0001
Error	6,38	8	0,80		
Total	160,83	9			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,30243**

Error: 0,7975 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	6,46	5	0,40 A
T 2 (con fertilizante)	14,32	5	0,40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 5: Análisis de varianza de ancho de hojas en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Ancho hoja

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho hoja	10	0,85	0,83	25,32

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,40	1	40,40	43,87	0,0002
Tratamiento	40,40	1	40,40	43,87	0,0002
Error	7,37	8	0,92		
Total	47,77	9			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,39965

Error: 0,9210 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	1,78	5	0,43 A
T 2 (con fertilizante)	5,80	5	0,43 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 6: Análisis de varianza de materia seca de hojas en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### MS Hojas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS Hojas	6	0,85	0,81	48,46

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,66	1	9,66	22,17	0,0092
T	9,66	1	9,66	22,17	0,0092
Error	1,74	4	0,44		
Total	11,40	5			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,49618

Error: 0,4356 gl: 4

T	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	0,09	3	0,38 A
T 2 (con fertilizante)	2,63	3	0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 7: Análisis de varianza de materia seca de tallos en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### MS Tallos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS Tallos	6	0,87	0,84	32,92

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,45	1	11,45	26,58	0,0067
T	11,45	1	11,45	26,58	0,0067
Error	1,72	4	0,43		
Total	13,18	5			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48823**

Error: 0,4310 gl: 4

T	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	0,61	3	0,38 A
T 2 (con fertilizante)	3,38	3	0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 8: Análisis de varianza de materia seca de raíces en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS Raíces	6	0,93	0,91	18,98

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,90	1	0,90	53,02	0,0019
T	0,90	1	0,90	53,02	0,0019
Error	0,07	4	0,02		
Total	0,97	5			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29616**

Error: 0,0171 gl: 4

T	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	0,30	3	0,08 A
T 2 (con fertilizante)	1,08	3	0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 9: Análisis de varianza de materia seca tubérculos en formación en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tuber nuevo	6	0,22	0,03	23,94

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	1	0,04	1,14	0,3450
T	0,04	1	0,04	1,14	0,3450
Error	0,12	4	0,03		
Total	0,16	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39796

Error: 0,0308 gl: 4

T	Medias	n	E.E.
T 1 (sin fertilizante)	0,66	3	0,10 A
T 2 (con fertilizante)	0,81	3	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo III - Tabla 10: Análisis de varianza de materia seca de tubérculos madre en plantas de *G. superba* L. 'Misato Red' cultivadas en maceta al día 31 DDB. Letras iguales en los tratamientos indican la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) Test de Tukey.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS T madre	6	0,59	0,49	22,86

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,94	1	15,94	5,81	0,0734
T	15,94	1	15,94	5,81	0,0734
Error	10,97	4	2,74		
Total	26,91	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,75351

Error: 2,7415 gl: 4

T	Medias	n	E.E.
T 2 (con fertilizante)	5,61	3	0,96 A
T 1 (sin fertilizante)	8,87	3	0,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.3.4. Anexo IV: Correlaciones

Anexo IV - Tabla 1: Correlaciones del nitrógeno en tallos, hojas y flores con otros elementos.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
% N Tallos	% N Hojas	21	0,91	<0,0001
% N Tallos	% N Flores	9	-0,86	0,0027
% N Tallos	% P Tallos	21	-0,12	0,5982
% N Tallos	% P Hojas	21	0,02	0,9467
% N Tallos	% P Flores	9	0,85	0,0035
% N Tallos	% K Tallos	21	2,5E-04	0,9991
% N Tallos	% K Hojas	21	0,21	0,3672
% N Tallos	% K Flores	9	0,76	0,0163
% N Tallos	% Ca Tallos	21	-0,22	0,3347
% N Tallos	% Ca Hojas	21	-0,23	0,3129
% N Tallos	% Ca Flores	9	0,74	0,0225
% N Tallos	% Mg Tallos	21	0,04	0,8746
% N Tallos	% Mg Hojas	21	-0,17	0,4714
% N Tallos	% Mg Flores	9	0,70	0,0342
% N Tallos	ppm Fe Tallos	21	-0,47	0,0309
% N Tallos	ppm Fe Hojas	21	-0,70	0,0004
% N Tallos	ppm Fe Flores	9	-0,26	0,4987
% N Tallos	ppm Mn Tallos	21	-0,30	0,1939
% N Tallos	ppm Mn Hojas	21	-0,22	0,3409
% N Tallos	ppm Mn Flores	9	0,21	0,5863
% N Tallos	ppm Zn Tallos	21	-0,51	0,0189
% N Tallos	ppm Zn Hojas	21	-0,22	0,3491
% N Tallos	ppm Zn Flores	9	0,73	0,0269
% N Tallos	ppm Cu Tallos	21	0,21	0,3620
% N Tallos	ppm Cu Hojas	21	-0,12	0,6049
% N Tallos	ppm Cu Flores	9	0,04	0,9280
% N Hojas	% N Flores	9	-0,55	0,1280
% N Hojas	% P Tallos	21	-0,30	0,1882
% N Hojas	% P Hojas	21	-0,13	0,5618
% N Hojas	% P Flores	9	0,44	0,2320
% N Hojas	% K Tallos	21	-0,04	0,8503
% N Hojas	% K Hojas	21	0,09	0,7008
% N Hojas	% K Flores	9	0,63	0,0705
% N Hojas	% Ca Tallos	21	8,8E-04	0,9970
% N Hojas	% Ca Hojas	21	-0,02	0,9376
% N Hojas	% Ca Flores	9	0,65	0,0587
% N Hojas	% Mg Tallos	21	-0,17	0,4723
% N Hojas	% Mg Hojas	21	0,05	0,8422
% N Hojas	% Mg Flores	9	0,63	0,0686
% N Hojas	ppm Fe Tallos	21	-0,57	0,0071
% N Hojas	ppm Fe Hojas	21	-0,70	0,0004
% N Hojas	ppm Fe Flores	9	4,7E-03	0,9904
% N Hojas	ppm Mn Tallos	21	-0,18	0,4239
% N Hojas	ppm Mn Hojas	21	-2,4E-03	0,9917
% N Hojas	ppm Mn Flores	9	0,44	0,2341
% N Hojas	ppm Zn Tallos	21	-0,59	0,0050
% N Hojas	ppm Zn Hojas	21	-0,34	0,1346
% N Hojas	ppm Zn Flores	9	0,29	0,4564
% N Hojas	ppm Cu Tallos	21	0,24	0,2971
% N Hojas	ppm Cu Hojas	21	-0,11	0,6249
% N Hojas	ppm Cu Flores	9	0,28	0,4618
% N Flores	% P Tallos	9	-0,76	0,0185
% N Flores	% P Hojas	9	-0,87	0,0022
% N Flores	% P Flores	9	-0,84	0,0049
% N Flores	% K Tallos	9	0,05	0,8894
% N Flores	% K Hojas	9	-0,28	0,4738
% N Flores	% K Flores	9	-0,70	0,0370
% N Flores	% Ca Tallos	9	0,59	0,0965
% N Flores	% Ca Hojas	9	0,43	0,2504
% N Flores	% Ca Flores	9	-0,70	0,0347
% N Flores	% Mg Tallos	9	-0,36	0,3441
% N Flores	% Mg Hojas	9	0,62	0,0775
% N Flores	% Mg Flores	9	-0,59	0,0943
% N Flores	ppm Fe Tallos	9	0,41	0,2702
% N Flores	ppm Fe Hojas	9	0,34	0,3694
% N Flores	ppm Fe Flores	9	-0,14	0,7170
% N Flores	ppm Mn Tallos	9	0,33	0,3928
% N Flores	ppm Mn Hojas	9	0,40	0,2818
% N Flores	ppm Mn Flores	9	-0,18	0,6439
% N Flores	ppm Zn Tallos	9	-0,33	0,3805
% N Flores	ppm Zn Hojas	9	-0,78	0,0126
% N Flores	ppm Zn Flores	9	-0,60	0,0910
% N Flores	ppm Cu Tallos	9	0,46	0,2163
% N Flores	ppm Cu Hojas	9	-0,09	0,8109
% N Flores	ppm Cu Flores	9	-0,11	0,7704

Anexo IV - Tabla 2: Correlaciones del fósforo en tallos, hojas y flores con otros elementos.

% P Tallos	% P Hojas	21	0,93	<0,0001
% P Tallos	% P Flores	9	0,67	0,0471
% P Tallos	% K Tallos	21	0,01	0,9620
% P Tallos	% K Hojas	21	-0,25	0,2719
% P Tallos	% K Flores	9	0,44	0,2327
% P Tallos	% Ca Tallos	21	-0,84	<0,0001
% P Tallos	% Ca Hojas	21	-0,81	<0,0001
% P Tallos	% Ca Flores	9	0,31	0,4209
% P Tallos	% Mg Tallos	21	0,89	<0,0001
% P Tallos	% Mg Hojas	21	-0,76	0,0001
% P Tallos	% Mg Flores	9	0,31	0,4204
% P Tallos	ppm Fe Tallos	21	0,54	0,0113
% P Tallos	ppm Fe Hojas	21	0,32	0,1547
% P Tallos	ppm Fe Flores	9	-0,05	0,8909
% P Tallos	ppm Mn Tallos	21	-0,65	0,0015
% P Tallos	ppm Mn Hojas	21	-0,79	<0,0001
% P Tallos	ppm Mn Flores	9	-0,38	0,3110
% P Tallos	ppm Zn Tallos	21	0,54	0,0115
% P Tallos	ppm Zn Hojas	21	0,91	<0,0001
% P Tallos	ppm Zn Flores	9	0,65	0,0562
% P Tallos	ppm Cu Tallos	21	0,01	0,9507
% P Tallos	ppm Cu Hojas	21	0,05	0,8344
% P Tallos	ppm Cu Flores	9	0,23	0,5590
% P Hojas	% P Flores	9	0,66	0,0525
% P Hojas	% K Tallos	21	-0,09	0,6879
% P Hojas	% K Hojas	21	-0,21	0,3625
% P Hojas	% K Flores	9	0,54	0,1326
% P Hojas	% Ca Tallos	21	-0,87	<0,0001
% P Hojas	% Ca Hojas	21	-0,82	<0,0001
% P Hojas	% Ca Flores	9	0,58	0,0984
% P Hojas	% Mg Tallos	21	0,84	<0,0001
% P Hojas	% Mg Hojas	21	-0,74	0,0001
% P Hojas	% Mg Flores	9	0,49	0,1842
% P Hojas	ppm Fe Tallos	21	0,32	0,1604
% P Hojas	ppm Fe Hojas	21	0,11	0,6326
% P Hojas	ppm Fe Flores	9	0,04	0,9121
% P Hojas	ppm Mn Tallos	21	-0,72	0,0003
% P Hojas	ppm Mn Hojas	21	-0,81	<0,0001
% P Hojas	ppm Mn Flores	9	0,11	0,7834
% P Hojas	ppm Zn Tallos	21	0,53	0,0129
% P Hojas	ppm Zn Hojas	21	0,88	<0,0001
% P Hojas	ppm Zn Flores	9	0,53	0,1410
% P Hojas	ppm Cu Tallos	21	-0,04	0,8734
% P Hojas	ppm Cu Hojas	21	-0,03	0,8998
% P Hojas	ppm Cu Flores	9	0,44	0,2339
% P Flores	% K Tallos	9	-0,03	0,9437
% P Flores	% K Hojas	9	0,52	0,1504
% P Flores	% K Flores	9	0,90	0,0011
% P Flores	% Ca Tallos	9	-0,53	0,1396
% P Flores	% Ca Hojas	9	-0,61	0,0782
% P Flores	% Ca Flores	9	0,73	0,0257
% P Flores	% Mg Tallos	9	0,63	0,0695
% P Flores	% Mg Hojas	9	-0,62	0,0756
% P Flores	% Mg Flores	9	0,80	0,0102
% P Flores	ppm Fe Tallos	9	-0,17	0,6536
% P Flores	ppm Fe Hojas	9	-0,62	0,0752
% P Flores	ppm Fe Flores	9	-0,20	0,6002
% P Flores	ppm Mn Tallos	9	-0,54	0,1330
% P Flores	ppm Mn Hojas	9	-0,68	0,0446
% P Flores	ppm Mn Flores	9	0,08	0,8331
% P Flores	ppm Zn Tallos	9	0,49	0,1769
% P Flores	ppm Zn Hojas	9	0,63	0,0669
% P Flores	ppm Zn Flores	9	0,88	0,0016
% P Flores	ppm Cu Tallos	9	-0,58	0,0989
% P Flores	ppm Cu Hojas	9	-0,07	0,8546
% P Flores	ppm Cu Flores	9	0,08	0,8281

Anexo IV - Tabla 3: Correlaciones del potasio en tallos, hojas y flores con otros elementos.

% K Tallos	% K Hojas	21	0,51	0,0177
% K Tallos	% K Flores	9	0,33	0,3909
% K Tallos	% Ca Tallos	21	0,16	0,4932
% K Tallos	% Ca Hojas	21	0,10	0,6631
% K Tallos	% Ca Flores	9	0,54	0,1315
% K Tallos	% Mg Tallos	21	0,13	0,5719
% K Tallos	% Mg Hojas	21	0,04	0,8528
% K Tallos	% Mg Flores	9	0,43	0,2469
% K Tallos	ppm Fe Tallos	21	0,47	0,0323
% K Tallos	ppm Fe Hojas	21	0,11	0,6392
% K Tallos	ppm Fe Flores	9	0,32	0,3936
% K Tallos	ppm Mn Tallos	21	0,28	0,2265
% K Tallos	ppm Mn Hojas	21	4,5E-03	0,9847
% K Tallos	ppm Mn Flores	9	0,04	0,9250
% K Tallos	ppm Zn Tallos	21	-0,01	0,9659
% K Tallos	ppm Zn Hojas	21	7,1E-06	>0,9999
% K Tallos	ppm Zn Flores	9	0,08	0,8402
% K Tallos	ppm Cu Tallos	21	-0,28	0,2183
% K Tallos	ppm Cu Hojas	21	0,12	0,6152
% K Tallos	ppm Cu Flores	9	0,34	0,3733
% K Hojas	% K Flores	9	0,77	0,0160
% K Hojas	% Ca Tallos	21	0,14	0,5428
% K Hojas	% Ca Hojas	21	0,02	0,9402
% K Hojas	% Ca Flores	9	0,77	0,0153
% K Hojas	% Mg Tallos	21	-0,01	0,9538
% K Hojas	% Mg Hojas	21	0,11	0,6328
% K Hojas	% Mg Flores	9	0,67	0,0502
% K Hojas	ppm Fe Tallos	21	-0,03	0,9090
% K Hojas	ppm Fe Hojas	21	-0,37	0,0980
% K Hojas	ppm Fe Flores	9	-0,16	0,6744
% K Hojas	ppm Mn Tallos	21	0,06	0,7856
% K Hojas	ppm Mn Hojas	21	-0,14	0,5459
% K Hojas	ppm Mn Flores	9	-0,08	0,8441
% K Hojas	ppm Zn Tallos	21	-0,07	0,7506
% K Hojas	ppm Zn Hojas	21	-0,19	0,3980
% K Hojas	ppm Zn Flores	9	0,65	0,0596
% K Hojas	ppm Cu Tallos	21	-0,27	0,2289
% K Hojas	ppm Cu Hojas	21	-0,22	0,3338
% K Hojas	ppm Cu Flores	9	0,04	0,9213
% K Flores	% Ca Tallos	9	-0,45	0,2213
% K Flores	% Ca Hojas	9	-0,59	0,0972
% K Flores	% Ca Flores	9	0,91	0,0007
% K Flores	% Mg Tallos	9	0,63	0,0702
% K Flores	% Mg Hojas	9	-0,43	0,2496
% K Flores	% Mg Flores	9	0,94	0,0001
% K Flores	ppm Fe Tallos	9	-0,13	0,7317
% K Flores	ppm Fe Hojas	9	-0,72	0,0289
% K Flores	ppm Fe Flores	9	-0,20	0,6133
% K Flores	ppm Mn Tallos	9	-0,48	0,1881
% K Flores	ppm Mn Hojas	9	-0,71	0,0339
% K Flores	ppm Mn Flores	9	0,12	0,7666
% K Flores	ppm Zn Tallos	9	0,76	0,0164
% K Flores	ppm Zn Hojas	9	0,57	0,1063
% K Flores	ppm Zn Flores	9	0,88	0,0020
% K Flores	ppm Cu Tallos	9	-0,75	0,0212
% K Flores	ppm Cu Hojas	9	-0,21	0,5907
% K Flores	ppm Cu Flores	9	0,28	0,4716

Anexo IV - Tabla 4: Correlaciones del calcio en tallos, hojas y flores con otros elementos.

% Ca Tallos	% Ca Hojas	21	0,92	<0,0001
% Ca Tallos	% Ca Flores	9	-0,42	0,2586
% Ca Tallos	% Mg Tallos	21	-0,74	0,0001
% Ca Tallos	% Mg Hojas	21	0,74	0,0001
% Ca Tallos	% Mg Flores	9	-0,35	0,3533
% Ca Tallos	ppm Fe Tallos	21	-0,21	0,3501
% Ca Tallos	ppm Fe Hojas	21	-0,05	0,8227
% Ca Tallos	ppm Fe Flores	9	0,14	0,7140
% Ca Tallos	ppm Mn Tallos	21	0,68	0,0006
% Ca Tallos	ppm Mn Hojas	21	0,81	<0,0001
% Ca Tallos	ppm Mn Flores	9	-0,24	0,5427
% Ca Tallos	ppm Zn Tallos	21	-0,40	0,0745
% Ca Tallos	ppm Zn Hojas	21	-0,71	0,0003
% Ca Tallos	ppm Zn Flores	9	-0,42	0,2618
% Ca Tallos	ppm Cu Tallos	21	0,03	0,9021
% Ca Tallos	ppm Cu Hojas	21	-0,04	0,8595
% Ca Tallos	ppm Cu Flores	9	-0,27	0,4770
% Ca Hojas	% Ca Flores	9	-0,32	0,4072
% Ca Hojas	% Mg Tallos	21	-0,80	<0,0001
% Ca Hojas	% Mg Hojas	21	0,81	<0,0001
% Ca Hojas	% Mg Flores	9	-0,40	0,2887
% Ca Hojas	ppm Fe Tallos	21	-0,28	0,2195
% Ca Hojas	ppm Fe Hojas	21	0,04	0,8678
% Ca Hojas	ppm Fe Flores	9	0,25	0,5206
% Ca Hojas	ppm Mn Tallos	21	0,77	<0,0001
% Ca Hojas	ppm Mn Hojas	21	0,93	<0,0001
% Ca Hojas	ppm Mn Flores	9	0,31	0,4223
% Ca Hojas	ppm Zn Tallos	21	-0,37	0,1022
% Ca Hojas	ppm Zn Hojas	21	-0,67	0,0008
% Ca Hojas	ppm Zn Flores	9	-0,68	0,0457
% Ca Hojas	ppm Cu Tallos	21	-0,05	0,8254
% Ca Hojas	ppm Cu Hojas	21	0,04	0,8526
% Ca Hojas	ppm Cu Flores	9	-0,19	0,6224
% Ca Flores	% Mg Tallos	9	0,42	0,2644
% Ca Flores	% Mg Hojas	9	-0,23	0,5519
% Ca Flores	% Mg Flores	9	0,88	0,0019
% Ca Flores	ppm Fe Tallos	9	-0,34	0,3681
% Ca Flores	ppm Fe Hojas	9	-0,59	0,0910
% Ca Flores	ppm Fe Flores	9	0,06	0,8726
% Ca Flores	ppm Mn Tallos	9	-0,28	0,4617
% Ca Flores	ppm Mn Hojas	9	-0,50	0,1692
% Ca Flores	ppm Mn Flores	9	0,22	0,5665
% Ca Flores	ppm Zn Tallos	9	0,84	0,0050
% Ca Flores	ppm Zn Hojas	9	0,61	0,0805
% Ca Flores	ppm Zn Flores	9	0,68	0,0459
% Ca Flores	ppm Cu Tallos	9	-0,82	0,0068
% Ca Flores	ppm Cu Hojas	9	-0,14	0,7142
% Ca Flores	ppm Cu Flores	9	0,35	0,3488

Anexo IV - Tabla 5: Correlaciones del magnesio en tallos, hojas y flores con otros elementos.

% Mg Tallos	% Mg Hojas	21	-0,79	<0,0001
% Mg Tallos	% Mg Flores	9	0,55	0,1236
% Mg Tallos	ppm Fe Tallos	21	0,50	0,0196
% Mg Tallos	ppm Fe Hojas	21	-0,01	0,9657
% Mg Tallos	ppm Fe Flores	9	-0,41	0,2775
% Mg Tallos	ppm Mn Tallos	21	-0,68	0,0006
% Mg Tallos	ppm Mn Hojas	21	-0,86	<0,0001
% Mg Tallos	ppm Mn Flores	9	-0,31	0,4111
% Mg Tallos	ppm Zn Tallos	21	0,59	0,0045
% Mg Tallos	ppm Zn Hojas	21	0,88	<0,0001
% Mg Tallos	ppm Zn Flores	9	0,75	0,0210
% Mg Tallos	ppm Cu Tallos	21	-0,10	0,6740
% Mg Tallos	ppm Cu Hojas	21	0,02	0,9217
% Mg Tallos	ppm Cu Flores	9	-0,12	0,7620
% Mg Hojas	% Mg Flores	9	-0,34	0,3725
% Mg Hojas	ppm Fe Tallos	21	-0,38	0,0910
% Mg Hojas	ppm Fe Hojas	21	-0,04	0,8585
% Mg Hojas	ppm Fe Flores	9	-0,02	0,9508
% Mg Hojas	ppm Mn Tallos	21	0,59	0,0049
% Mg Hojas	ppm Mn Hojas	21	0,77	<0,0001
% Mg Hojas	ppm Mn Flores	9	-0,26	0,4939
% Mg Hojas	ppm Zn Tallos	21	-0,40	0,0737
% Mg Hojas	ppm Zn Hojas	21	-0,70	0,0004
% Mg Hojas	ppm Zn Flores	9	-0,30	0,4316
% Mg Hojas	ppm Cu Tallos	21	0,05	0,8194
% Mg Hojas	ppm Cu Hojas	21	0,07	0,7637
% Mg Hojas	ppm Cu Flores	9	0,36	0,3452
% Mg Flores	ppm Fe Tallos	9	3,2E-03	0,9936
% Mg Flores	ppm Fe Hojas	9	-0,59	0,0943
% Mg Flores	ppm Fe Flores	9	-0,28	0,4710
% Mg Flores	ppm Mn Tallos	9	-0,24	0,5361
% Mg Flores	ppm Mn Hojas	9	-0,48	0,1860
% Mg Flores	ppm Mn Flores	9	0,28	0,4731
% Mg Flores	ppm Zn Tallos	9	0,85	0,0041
% Mg Flores	ppm Zn Hojas	9	0,41	0,2735
% Mg Flores	ppm Zn Flores	9	0,79	0,0114
% Mg Flores	ppm Cu Tallos	9	-0,82	0,0070
% Mg Flores	ppm Cu Hojas	9	-0,12	0,7658
% Mg Flores	ppm Cu Flores	9	0,41	0,2727

Anexo IV - Tabla 6: Correlaciones del hierro en tallos, hojas y flores con otros elementos.

ppm Fe Tallos	ppm Fe Hojas	21	0,66	0,0011
ppm Fe Tallos	ppm Fe Flores	9	-0,30	0,4321
ppm Fe Tallos	ppm Mn Tallos	21	0,12	0,6041
ppm Fe Tallos	ppm Mn Hojas	21	-0,25	0,2769
ppm Fe Tallos	ppm Mn Flores	9	-0,02	0,9509
ppm Fe Tallos	ppm Zn Tallos	21	0,42	0,0594
ppm Fe Tallos	ppm Zn Hojas	21	0,43	0,0540
ppm Fe Tallos	ppm Zn Flores	9	-0,10	0,7913
ppm Fe Tallos	ppm Cu Tallos	21	-0,12	0,6048
ppm Fe Tallos	ppm Cu Hojas	21	0,34	0,1353
ppm Fe Tallos	ppm Cu Flores	9	-0,19	0,6299
ppm Fe Hojas	ppm Fe Flores	9	0,31	0,4119
ppm Fe Hojas	ppm Mn Tallos	21	0,35	0,1204
ppm Fe Hojas	ppm Mn Hojas	21	0,17	0,4715
ppm Fe Hojas	ppm Mn Flores	9	0,37	0,3227
ppm Fe Hojas	ppm Zn Tallos	21	0,13	0,5637
ppm Fe Hojas	ppm Zn Hojas	21	0,16	0,4919
ppm Fe Hojas	ppm Zn Flores	9	-0,80	0,0097
ppm Fe Hojas	ppm Cu Tallos	21	0,11	0,6483
ppm Fe Hojas	ppm Cu Hojas	21	0,25	0,2662
ppm Fe Hojas	ppm Cu Flores	9	0,03	0,9460
ppm Fe Flores	ppm Mn Tallos	9	-0,02	0,9531
ppm Fe Flores	ppm Mn Hojas	9	0,10	0,7943
ppm Fe Flores	ppm Mn Flores	9	-0,10	0,7897
ppm Fe Flores	ppm Zn Tallos	9	-0,21	0,5789
ppm Fe Flores	ppm Zn Hojas	9	0,25	0,5234
ppm Fe Flores	ppm Zn Flores	9	-0,38	0,3159
ppm Fe Flores	ppm Cu Tallos	9	0,05	0,8896
ppm Fe Flores	ppm Cu Hojas	9	0,28	0,4653
ppm Fe Flores	ppm Cu Flores	9	0,04	0,9231

Anexo IV - Tabla 7: Correlaciones del manganeso, zinc y cobre en tallos, hojas y flores con otros elementos.

ppm	Mn Tallos	ppm	Mn Hojas	21	0,88	<0,0001
ppm	Mn Tallos	ppm	Mn Flores	9	0,74	0,0216
ppm	Mn Tallos	ppm	Zn Tallos	21	-0,26	0,2523
ppm	Mn Tallos	ppm	Zn Hojas	21	-0,65	0,0015
ppm	Mn Tallos	ppm	Zn Flores	9	-0,71	0,0337
ppm	Mn Tallos	ppm	Cu Tallos	21	-0,08	0,7355
ppm	Mn Tallos	ppm	Cu Hojas	21	0,30	0,1882
ppm	Mn Tallos	ppm	Cu Flores	9	-0,03	0,9491
ppm	Mn Hojas	ppm	Mn Flores	9	0,50	0,1672
ppm	Mn Hojas	ppm	Zn Tallos	21	-0,40	0,0711
ppm	Mn Hojas	ppm	Zn Hojas	21	-0,73	0,0002
ppm	Mn Hojas	ppm	Zn Flores	9	-0,80	0,0097
ppm	Mn Hojas	ppm	Cu Tallos	21	0,02	0,9336
ppm	Mn Hojas	ppm	Cu Hojas	21	0,18	0,4435
ppm	Mn Hojas	ppm	Cu Flores	9	0,03	0,9418
ppm	Mn Flores	ppm	Zn Tallos	9	0,27	0,4781
ppm	Mn Flores	ppm	Zn Hojas	9	-0,22	0,5702
ppm	Mn Flores	ppm	Zn Flores	9	-0,24	0,5279
ppm	Mn Flores	ppm	Cu Tallos	9	-0,62	0,0770
ppm	Mn Flores	ppm	Cu Hojas	9	-0,05	0,9055
ppm	Mn Flores	ppm	Cu Flores	9	-0,15	0,6938
ppm	Zn Tallos	ppm	Zn Hojas	21	0,74	0,0001
ppm	Zn Tallos	ppm	Zn Flores	9	0,55	0,1266
ppm	Zn Tallos	ppm	Cu Tallos	21	-0,55	0,0103
ppm	Zn Tallos	ppm	Cu Hojas	21	0,10	0,6811
ppm	Zn Tallos	ppm	Cu Flores	9	0,25	0,5241
ppm	Zn Hojas	ppm	Zn Flores	9	0,53	0,1384
ppm	Zn Hojas	ppm	Cu Tallos	21	-0,21	0,3516
ppm	Zn Hojas	ppm	Cu Hojas	21	-0,03	0,9084
ppm	Zn Hojas	ppm	Cu Flores	9	-0,06	0,8760
ppm	Zn Flores	ppm	Cu Tallos	9	-0,44	0,2358
ppm	Zn Flores	ppm	Cu Hojas	9	-0,09	0,8268
ppm	Zn Flores	ppm	Cu Flores	9	0,30	0,4389
ppm	Cu Tallos	ppm	Cu Hojas	21	0,12	0,5949
ppm	Cu Tallos	ppm	Cu Flores	9	-0,21	0,5825
ppm	Cu Hojas	ppm	Cu Flores	9	0,61	0,0814