

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIMENTOS Y
PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN EN TRES VARIEDADES
DE LIRIOS (*Lilium* sp.), EN HEREDIA, COSTA RICA**

**Tesis presentada para optar por el grado de Licenciatura en
Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia**

BIANCA BARRANTES INFANTE

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José Costa Rica**

2010

DEDICATORIA

**A mi madre Edna,
por su apoyo constante
y cariño en estos
años de estudio**

**A mi padre Minor,
que en paz descansa**

**Le doy gracias a Dios, por darme
las fuerzas para realizar este trabajo**

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora la M.Sc. Floria Bertsch Hernández, del Centro de Investigaciones Agronómicas, por la ayuda brindada en estos dos últimos años en la elaboración del trabajo de tesis, así como por su supervisión y consejos.

Al Señor Bartholomeus De Lange por haberme dado la oportunidad de llevar a cabo el trabajo de campo en su empresa Flor Bella S.A. y por la colaboración en cuanto a material experimental y fertilizantes. De igual manera, al personal de la empresa por la ayuda brindada para la elaboración de los ensayos.

A Danny Humphreys por todo su apoyo incondicional, consejos, paciencia y amor durante estos años.

A mis hermanos, por su paciencia y cariño, y a mi sobrino Eric por la ayuda brindada.

A los profesores M.Sc Eloy Molina, M.Sc. Gustavo Quesada y M.Sc. Gilberto Cabalceta, por las recomendaciones brindadas para la elaboración de la tesis, así como por su revisión; y a todas aquellas personas que de algún u otro modo colaboraron en la realización de éste trabajo.

Curvas de absorción de nutrimentos y programa de fertilización en tres variedades de lirios
(*Lilium* sp.), en Heredia, Costa Rica

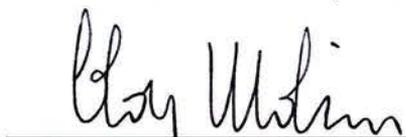
Bianca Barrantes Infante

Tesis Presentada a la Comisión de Trabajos Finales de la Escuela de Agronomía, como
requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis
en Fitotecnia



Floria Bertsch Hernández, M.Sc

Directora de Tesis



Eloy Molina Rojas, M.Sc.

Miembro del Tribunal



Gustavo Quesada Roldán, M.Sc.

Miembro del Tribunal



Gilberto Cabalceta Aguilar, M.Sc.

Miembro del Tribunal



Eric Guevara Berger, Ph.D.

Director de Escuela



Bianca Barrantes Infante

Sustentante

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
III.A. Localización.....	10
III.B. Material experimental.....	10
III.C. Metodología.....	10
<i>III.C.1. Curvas de Absorción.....</i>	<i>10</i>
<i>III.C.2. Clasificación de variedades.....</i>	<i>13</i>
<i>III.C.3. Programa de Fertilización.....</i>	<i>13</i>
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
IV.A. Caracterización fenológica.....	16
<i>IV.A.1. Altura.....</i>	<i>16</i>
<i>IV.A.2. Peso Seco.....</i>	<i>17</i>
IV.B. Contenido de nutrimentos en la parte aérea y bulbo de las variedades Brunello, Algarve y Alma Ata.....	18
IV.C. Curvas de absorción de nutrimentos.....	21
IV.D. Balance nutrimental de tres variedades de lirios.....	26
IV.E. Clasificación de variedades.....	29
IV.F. Validación del programa de fertilización.....	32
<i>IV.F.1. Conformación de los Programas de Fertilización.....</i>	<i>32</i>
<i>IV.F.2. Comportamiento del ensayo durante su permanencia en el campo.....</i>	<i>37</i>
<i>IV.F.3. Número, Peso Fresco y Botones en plantas de lirio variedad Siberia.....</i>	<i>38</i>
<i>IV.F.4. Número, Peso Fresco y Seco de Botones de tamaño pequeño, mediano y grande en plantas de lirio variedad Siberia.....</i>	<i>41</i>
<i>IV.F.5. Apariencia de los bulbos de lirio variedad Siberia.....</i>	<i>43</i>
<i>IV.F.6. Concentración y absorción de elementos.....</i>	<i>45</i>
V. RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	49
VII. LITERATURA CITADA.....	50
ANEXOS.....	57

RESUMEN

A partir de la obtención de las curvas de absorción de nutrimentos de las variedades de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata, en una finca comercial, se evaluó y afinó el programa de fertilización. Se realizaron evaluaciones de peso fresco y seco (a 80°C) cada 15 días, de tres plantas por variedad, separadas por órgano. A los tejidos secos se les realizó análisis de concentración y a partir de estos datos se obtuvo la absorción de nutrimentos. De igual forma, se muestrearon tres plantas de otras 10 variedades de lirios al momento de la cosecha y se les realizó el mismo procedimiento. Con base en las curvas de absorción se establecieron cinco programas de fertilización (Finca, Requisitos, Ajustado, Sin Granular y Testigo Absoluto), los cuales se aplicaron a plantas de lirio variedad Siberia, durante un ciclo de crecimiento. Las curvas indicaron que al inicio del cultivo (primeras 4 semanas) la mayor parte de los nutrimentos que utiliza la planta provienen del bulbo, y son utilizados para el adecuado desarrollo de las parte aérea. Los contenidos de nutrientes de N, P y K en los bulbos al momento de la siembra oscilaron entre 144-178, 19-28 y 160-174 mg bulbo⁻¹, respectivamente; mientras que para una producción de 66 (Alma Ata) y 72 (Brunello y Algarve) tallos m⁻² de un peso fresco aproximado de 87-120 g (con 89% H) el consumo de N, P y K por la parte aérea de los lirios fluctuó entre 15-18, 1,2-1,6 y 26,7-40,3 g m⁻², respectivamente. Las variedades Brunello, Algarve y Alma Ata, mostraron una similitud en cuanto a los requerimientos nutricionales, presentando la mayor absorción de N, P y K hacia el final del periodo de vida de estas plantas. Los datos de absorción final de las 13 variedades estudiadas (tres con curvas y 10 comerciales) no pudieron ser agrupadas ya que mostraron coeficientes de variación superiores al 20% en la mayoría de las variables evaluadas, sin embargo, el origen, el calibre de los bulbos y la absorción de elementos como N, P y K, son criterios de agrupación alternativos. Cuando se aplicó el programa siguiendo estrictamente los Requisitos, se presentó el mayor número de plantas de tamaños medianos y grandes; la cantidad de plantas de tamaño mediano fue significativamente mayor, así como su peso fresco y número de botones. Las plantas del programa Requisitos y Ajustado mostraron el mayor número de botones de tamaño grande (>5 cm), que son los que la empresa desea obtener. Reducir la dosis de fertilización a la mitad de los Requisitos (programa Ajustado) indujo a una disminución en la calidad de las plantas. La aplicación de cantidades de P mayores a las requeridas por el cultivo (programa Finca) y en forma fraccionada (programa Ajustado) no constituyó una ventaja para la variedad Siberia evaluada. Completar el requisito total de K de los lirios vía fertilización no condujo a mejorar los rendimientos. Las aplicaciones foliares demostraron ser importantes, ya que el programa Sin Granular, o sea con solo fertilización foliar, presentó el mayor porcentaje (56%) de bulbos y raíces adventicias con la mejor apariencia.

Palabras clave: lirios, bulbo, absorción, fertilización, nutrición

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características químicas de los suelos donde se efectuaron las curvas de absorción de nutrimentos	13
Cuadro 2. Peso seco, concentración y absorción de elementos mayores y menores por planta, por la parte aérea y bulbo, en tres diferentes variedades de lirios, durante su ciclo de crecimiento, en San José de la Montaña, Heredia.....	19
Cuadro 3. Contenido inicial de nutrimentos en los bulbos de lirios variedad Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia	20
Cuadro 4. Cantidad de nutrimentos absorbidos por el total de tallos m^{-2} obtenidos como rendimiento en cada variedad evaluada, en San José de la Montaña, Heredia.....	21
Cuadro 5. Cantidad de Fe absorbido por el total de tallos m^{-2} , en las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.....	26
Cuadro 6. Comparación de los “requisitos reales” de nutrimentos ($g m^{-2}$) de las plantas de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata para los rendimientos esperados de un tallo por bulbo sembrado, contra la dosis de esos nutrimentos aplicada por la empresa Flor Bella S.A.....	27
Cuadro 7. Porcentaje de coeficiente de variación para los elementos mayores de todas las variedades en conjunto, tanto por la parte aérea como por el bulbo.....	30
Cuadro 8. Porcentajes de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de N, P y K, en dos diferentes variables, para las 13 variedades de lirios evaluadas.....	31
Cuadro 9. Requisitos de nutrimentos de las plantas de la variedad de lirio Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.....	33
Cuadro 10. Programas de fertilización evaluados en las plantas de lirio variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.....	34
Cuadro 11. Programa de fertilización utilizado por la empresa Flor Bella S.A. en plantas de lirios tipo Oriental, en San José de la Montaña, Heredia	35
Cuadro 12. Cantidad de N, P_2O_5 , K_2O , MgO , CaO y S de cada uno de los fertilizantes granulares utilizados en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado, en la variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.....	36

Cuadro 13. Promedio del número de plantas, peso fresco de plantas y número de botones por m² en plantas de tamaño pequeño (<80 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....40

Cuadro 14. Promedio de peso seco, concentración y absorción de elementos mayores por planta, de la parte aérea de lirios variedad Siberia, en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado, y en el programa Finca real aplicado por la empresa Flor Bella S.A., en San José de la Montaña, Heredia.....46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Preparación de muestras y equipo utilizado en la medición de diferentes variables, en plantas muestreadas de lirio.....	12
Figura 2. Distribución de los ensayos en el campo. A: Programas de fertilización con aplicación normal de foliares, (1) con cero y (2) cinco semanas. B: Programas de fertilización con aplicación de la mitad de los foliares, (1) con cero y (2) cinco semanas.....	15
Figura 3. Altura de las plantas de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, durante su ciclo de crecimiento, en San José de la Montaña, Heredia.....	16
Figura 4. Peso seco a través del tiempo por la parte aérea y bulbo de las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.....	17
Figura 5. Curvas de absorción de N, P y K por las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.....	22
Figura 6. “Absorción real” acumulada y por semana de N, P y K en porcentaje, en las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.....	24
Figura 7. “Absorción real” (absorción total – aporte del bulbo), en % acumulado de Fe, en las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.....	25
Figura 8. Plantas de Siberia con aplicación normal y mitad de foliares.....	37
Figura 9. Porcentaje de número de plantas, peso fresco y número de botones en plantas de lirio variedad Siberia, de tamaño pequeño (<80cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90cm), sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo Absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	39
Figura 10. Porcentaje de botones de tamaño pequeño, mediano y grande (>5 cm), en plantas de lirios variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia, en los diferentes programas de fertilización con mitad foliar utilizados y el Testigo Absoluto.....	42
Figura 11. Porcentaje de bulbos de la variedad de lirio Siberia, de apariencia mala, media o buena en los diferentes programas de fertilización con mitad foliar utilizados y el Testigo Absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento realizado para obtener la absorción real de las plantas de lirios variedad Brunello.....	58
Anexo 2. Procedimiento realizado para obtener la “absorción real” de las planta de lirios variedad Algarve.....	58
Anexo 3. Procedimiento realizado para obtener la “absorción real” de las plantas de lirio variedad Alma Ata.....	60
Anexo 4. Promedio, desviación estándar y % de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de todos los elementos por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios.....	61
Anexo 5. Promedio, desviación estándar y % de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de todos los elementos por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios.....	62
Anexo 6. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por origen.....	63
Anexo 7. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por origen.....	64
Anexo 8. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por calibre de bulbo.....	65
Anexo 9. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por calibre de bulbo.....	66
Anexo 10. Porcentaje de coeficiente de variación para la absorción de N, P y K por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios.....	67
Anexo 11. Porcentaje de coeficiente de variación para la absorción de N, P y K por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios.....	68
Anexo 12. Fertilizantes utilizados por la empresa Flor Bella S.A. para las plantas de lirios tipo Asiático, L/A y Oriental.....	69

Anexo 13. Número de plantas, peso fresco de plantas, número de botones y peso fresco de botones por m ² en plantas de tamaño enano (<70 cm), pequeño (80-90 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	70
Anexo 14. Número, peso fresco y seco por m ² de botones de tamaño pequeño (<3 cm), mediano (3-4,5 cm) y grande (>5 cm), en plantas de lirios variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	71
Anexo 15. Número de bulbos totales y de categoría mala, media y buena por m ² , en bulbos de Siberia calibre 14/16, al final del ciclo de vida de las plantas, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	72
Anexo 16. Peso fresco y seco por planta de lirio variedad Siberia y % de humedad relativa, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	73
Anexo 17. Número de plantas, peso fresco de plantas, número de botones y peso fresco de botones por m ² en plantas de tamaño pequeño (<80 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	74
Anexo 18. Número, peso fresco y seco por m ² de botones de tamaño pequeño (<3 cm), mediano (3-4,5 cm) y grande (>5 cm), en plantas de lirios variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	75
Anexo 19. Número de bulbos totales y de categoría mala, media y buena por m ² , en bulbos de Siberia calibre 14/16, al final del ciclo de vida de las plantas, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.....	76

Anexo 77. Peso fresco y seco, % de humedad relativa, concentración y absorción de nutrimentos por planta y por repetición, en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado con mitad foliar, en la variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.....76

I. INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, las primeras plantaciones de flores se establecieron hace 35 años, por extranjeros radicados en el país. Entre 1982 y 1985 se dio el incremento de las áreas de siembra de flores de corta, debido al estímulo del gobierno a las actividades de exportación¹.

El aumento en las exportaciones a nivel mundial, en los últimos años, se debe al desarrollo de los medios de comunicación y transporte aéreo, lo cual ha logrado que el comercio de flores se haya expandido, tanto así que su comercio internacional ha alcanzado unos 35 000 millones de dólares anuales (Facchinetti y Marinangeli 2008).

En Costa Rica, las exportaciones de flores y capullos entre los años 2003 al 2007 fluctuaron desde los \$29 millones hasta los \$42 millones, aumentando las cifras año tras año (PROCOMER 2004-2008); no obstante a partir del 2008 esta cifras se redujeron a \$37 millones (Arce et al. 2008), en el 2009 a \$33 millones (Chaves et al. 2009), y hasta octubre del 2010 esta cifra había disminuido a \$28 millones (PROCOMER 2010), lo cual posiblemente se deba a la crisis económica mundial, que hizo que los compradores, principalmente los de Estados Unidos (principal destino de las exportaciones), redujeran sus gastos en los artículos no básicos, como lo son las flores.

En el mercado de la floricultura, las plantas de bulbo son las de mayor importancia; su producción abarca una superficie de 31 000 ha en el mundo, siendo Holanda el que engloba el 65% de la producción total, con 10 000 millones de bulbos, entre ellos tulipanes, lirios, jacintos y narcisos. A nivel mundial el tulipán y los lirios son las flores bulbosas más comercializadas (Facchinetti y Marinangeli 2008).

La gran demanda de lirios, ya sea como flor de corta o de maceta, han hecho que su producción aumente; además sus hermosas flores y la gran gama de colores, las han convertido

¹ Durán, A. 2008. Producción comercial de flores en Costa Rica. (comunicación personal). San José, CR. Universidad de Costa Rica.

en un producto con un alto valor comercial, muy cotizadas en el mercado florístico mundial (Facchinetti y Marinangeli 2008).

Para el año 2007 y 2008, en Costa Rica, las exportaciones de lirios abarcaron el 52% y 50%, respectivamente, de las exportaciones de flores y capullos (Hernández 2008, Arce 2009).

A pesar de la importancia que las flores de lirios han tenido en el mercado de la floricultura mundial, en la actualidad existe muy poca información sobre programas de fertilización específicos en este cultivo.

Según estudios realizados por la Universidad de Michigan State, para realizar un adecuado programa de fertilización, se deben evaluar las plantas durante todo su ciclo de crecimiento y cuantificar la cantidad de nutrimentos absorbidos por las mismas. Para el caso de *Lilium* sp., existe una gran variabilidad genética, por lo que las recomendaciones deben tomar en cuenta la variedad (Ortega et al. 2006).

Es por esto que resulta importante realizar estudios enfocados en determinar las curvas de absorción de nutrimentos en los distintos tipos de lirios existentes, con el fin de llegar a conocer los requerimientos nutricionales de los mismos.

De las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, pertenecientes a los grupos de lirio Asiático, Híbrido L/A y Oriental, respectivamente, existe poca información sobre sus requisitos, por lo cual resulta conveniente realizar este tipo de estudio basado en estas variedades.

Objetivo General

- Mejorar el programa de fertilización para las variedades de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata a partir de la obtención de sus curvas de absorción de nutrimentos, en una finca comercial.

Objetivos Específicos

- Caracterizar fenológicamente las plantas de lirios, tomando en cuenta el peso fresco, peso seco y altura.
- Elaborar las curvas de absorción de nutrimentos para las variedades de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata.
- Clasificar diferentes variedades de lirios según su consumo total de nutrimentos, para así poderles extrapolar la información obtenida de las curvas de absorción de nutrimentos realizadas.
- Diseñar y validar un programa de fertilización apoyado en las curvas de absorción para tres variedades de lirios.
- Comparar el programa de fertilización propuesto con el programa comercial utilizado en la finca Flor Bella S.A.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Curvas de Absorción

Una de las formas convencionales de describir el crecimiento de una planta es por medio de una curva, que registre los aumentos en peso seco a lo largo de su ciclo y que muestre las cinco fases fundamentales en este proceso (Guevara 2006, Rodríguez y Leihner 2006).

En la primera de estas fases, se dan cambios internos preparatorios para el crecimiento, la segunda se caracteriza por un rápido incremento, el cual posteriormente disminuye durante la tercera fase, en la cuarta, la planta alcanza la madurez y la quinta fase es la final, de senectud y muerte; es importante destacar que esto va a depender de las condiciones ambientales (Bertsch 1998, Guevara 2006, Rodríguez y Leihner 2006).

Si a la par de estos aumentos en peso seco se determinan las concentraciones de nutrimentos en los tejidos, se obtienen las curvas de absorción de nutrientes para el cultivo respectivo (Bertsch 2003).

Las curvas de absorción son consideradas como uno de los aspectos que es importante conocer de los cultivos y con las cuales es posible afinar los programas de fertilización (Bertsch 2003), esto porque permiten conocer la acumulación de nutrimentos en el tiempo y en los distintos tejidos de las plantas, lo cual conlleva a conocer la cantidad de nutrimentos requeridos por las mismas para su desarrollo, favoreciendo la disminución de la cantidad a aplicar ya que aumenta la precisión (González y Bertsch 1989). Por otro lado, ayudan a determinar las épocas más adecuadas para aplicar fertilizantes, de acuerdo a los momentos de máxima absorción durante el ciclo de producción (González y Bertsch 1989, Bertsch 2003).

En cultivos de ciclo cortos, como los lirios, “las curvas de absorción permiten hacer un ajuste muy preciso entre lo consumido y lo aplicado” (Bertsch 2003), con lo cual se reduce el desperdicio de fertilizantes a utilizar y por lo tanto se disminuyen los costos.

Existe una gran variedad de cultivos a los cuales se les han hecho las curvas de absorción de nutrimentos, con el fin de mejorar la fertilización de estos, entre los cuales se encuentran el tomate (Saravia 2004, Quesada 2010), la zanahoria (Vega 2010), el chile (Azofeifa y Moreira 2005), el fríjol (Bertsch et al. 2003), la papa (Cabalceta et al. 2005), la fresa (Molina et al. 1993), el mango (Fallas et al. 2010), el pepino (Navarrete 2005), etc. Según diversos autores en estudios con frutos, al ajustar la fertilización a la demanda, es posible asegurar una mejor calidad de estos (Oosthuysen 1997, Donald et al. 2002).

Aspectos generales de *Lilium* sp.

Las plantas de lirios ó azucena (*Lilium* sp.), son plantas herbáceas perennes, pertenecientes a la familia de las Liliáceas y originarias de regiones templadas y tropicales del hemisferio norte (Cabrera et al. 2005, Facchinetti y Marinangeli 2008).

Las flores de lirios poseen una gran variabilidad de colores y formas, por lo que se han dividido en diversos tipos, entre ellos los *Lilium longiflorum* (sus flores son blancas, con forma de trompeta) y los *Lilium* de color o híbridos de color. Estos últimos se dividen en: Asiáticos (tallos erectos, flores con forma, colores muy variados y sin fragancia), Orientales (flores grandes, aromáticas y muy coloridas) e Híbridos L/A, L/O y O/A, resultado de los cruces genéticos entre las especies *Lilium longiflorum* x híbridos Asiáticos, *Lilium longiflorum* x híbridos Orientales e híbridos Orientales x híbridos Asiáticos, respectivamente (Beattie y White, citados por Ortega et al. 2006, Gill et al. 2006, Facchinetti y Marinangeli 2008).

El sistema radicular del lirio está constituido por un bulbo escamoso, el cual se considera como un órgano de reserva de energía que aporta nutrimentos, entre ellos los carbohidratos, los cuales sirven para el crecimiento de brotes y raíces, indicando que las plantas de lirios demandan una escasa fertilización inicial (Correa 2003). De igual forma, este órgano de reserva está compuesto por raíces carnosas que nacen del disco basal y por raíces adventicias del tallo, las cuales cumplen la función de absorber agua y nutrientes (De Hertogh y Le Nard, citados por Correa 2003).

Es así como los bulbos de las plantas madres tienen la capacidad de sustentar el crecimiento de las mismas hasta estados avanzados de crecimiento, que según autores como Hirzel (s.f) y Beck, citados por Soriano (2000), en el caso del lirio sería hasta el momento en que los botones florales emerjan. No obstante, Betancourt et al. (2005), le atribuyen al bulbo la función de completar el ciclo de vida de las plantas de lirios sin necesidad de aportes nutricionales, solo basándose en lo que éste órgano le suministra.

Nardi et al. (2004) realizaron estudios con bulbos de lirio y comprobaron que entre más tiempo los bulbos estén almacenados y sin ser expuestos a temperaturas vernalizantes, más intensa será la movilización de reservas. El mismo autor demostró que cuando los bulbos fueron almacenados a temperaturas de 10° C por 6 a 8 semanas, el período entre siembra y emergencia de las plantas se redujo.

Estudios realizados en la Universidad de Maryland concluyeron que las plantas de lirios durante su crecimiento necesitan que el suelo posea un adecuado pH, el cual debería de oscilar entre los 6.3 a 6.8, rango óptimo para la absorción de nutrimentos. Por otro lado, recomiendan aplicar, al inicio del desarrollo de las plantas, nitrato de calcio y nitrato de potasio en una relación 2:1, así como el uso de fertilizantes de liberación lenta (Gill et al. 2006).

Necesidades nutricionales de *Lilium* sp.

Al inicio del ciclo de vida de plantas bulbosas como el lirio, el órgano de reserva acumula la mayor cantidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, una vez que la parte aérea de la planta se ha desarrollado y se diferencian los botones florales, estos macronutrientes se movilizan hacia esta parte, pasando las flores a ser el sumidero más importante de nutrientes, si estas no son cosechadas (Ortega et al. 2006). Es por ello que hacia el final del ciclo de vida de las plantas de lirios, las flores son las que poseen la mayor acumulación de N, P y K. No obstante los nutrientes pueden ser translocados de vuelta al bulbo, al inicio de la etapa de senescencia, si las flores no son cosechadas, aumentando de esta manera los niveles de nutrimentos, en comparación con el inicio (Correa 2003).

Estudios realizados en las variedades de lirios Navona, Fangio y Miami (tipo Asiático, Híbrido L/A y Oriental, respectivamente), demostraron que para el cultivar Navona se debería de aplicar la mayor cantidad de N, P y K durante el período de elongación del tallo, al contrario de los cultivares Fangio y Miami, en donde la mayor proporción de los macronutrientes se debería de aplicar durante la iniciación floral (Ortega et al. 2006).

Sin embargo, se debe tener cuidado en la cantidad a aplicar de cada uno de estos elementos, ya que se ha demostrado que si bien concentraciones altas de K ayudan a mejorar la floración en las plantas, así como a incrementar el tamaño del bulbo (Varshney et al. 2001), concentraciones muy elevadas de este elemento (por encima del requerido), pueden causar un efecto contrario en la planta, ya que se ha demostrado que existe una correlación entre K y Calcio (Ca), es decir, altas concentraciones de K impiden la absorción de Ca (Amtmann y Blatt 2009, Ramírez et al. 2010). Lo anterior repercute en un decrecimiento en la altura de las plantas, así como en la división celular, además de promover la producción de tallos frágiles y aborto de yemas florales (Gislerød 1999, Nelson et al. 2003).

Igualmente, se ha expuesto que existe una correlación entre K y Magnesio (Mg), en donde el incremento en la concentración de K, produce una reducción en la absorción de Mg, por parte de las plantas (Garófalo et al. 2005).

De igual forma, se conoce que la falta de P en las plantas puede disminuir el número de botones florales que pueden llegar a alcanzar las mismas (Wilkins, citado por Soriano 2000); no obstante, es importante tener claro que aplicaciones altas de este elemento pueden por lo contrario hacer que la floración se reduzca, así como el tamaño del bulbo (Varshney et al. 2001).

Por otro lado, el Ca es un elemento que puede acelerar el proceso de absorción de N por parte de la planta, lo que provoca un aumento en la actividad fotosintética, que repercute en una gran producción de azúcares; todo esto produce que durante el crecimiento de las plantas de bulbo se dé una gran acumulación de carbohidratos, los cuales van a estar disponibles para las flores, después del corte (O'Donoghue et al. 2002).

Una de las formas de abastecer los requerimientos nutricionales es a través de la fertilización foliar, por medio de la cual aquellos macronutrientes como el Ca, Mg y azufre (S), así como los micronutrientes zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu) y molibdeno (Mo), son suplidos. Por otro lado, el abastecimiento de N, P y K es más efectivo por medio de aplicaciones al suelo (Betancourt et al. 2005).

Este mismo autor probó, en plantas de lirio, aplicaciones foliares con miel de abeja, la cual posee un gran número de fuentes de energía, dentro de los cuales se puede mencionar a los carbohidratos, proteínas y vitaminas, entre otros. Según los resultados obtenidos, la aplicación foliar con miel de abeja aumentó la altura de las plantas, así como el número de hojas y peso fresco, además de mejorar la apariencia de las plantas.

La inoculación micorrízica de bulbos de lirio con *Glomus fasciculatum*, resultó ser un buen complemento para aumentar la altura de las plantas de lirio, el diámetro del tallo y el peso seco de la parte aérea (Arriaga et al. 2009). De igual manera, la inoculación de plantas de lirio con *G. fasciculatum* y *Bacillus subtilis*, influyó positivamente en el diámetro de la flor, ancho del pétalo, peso seco de la flor y vida de la misma. No obstante, la inoculación con estos hongos produjo respuestas distintas en los diversos elementos existentes; en algunos casos causó aumento de elementos como Mn y B en plantas inoculadas con *B. subtilis*, y en otros una disminución de Ca y Fe (Arriaga et al. 2009).

Necesidades nutricionales de otras flores de corta

Tulipán

Estudios realizados en plantas de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.), demostraron que la fertilización con N produjo un aumento significativo en la concentración de este elemento en los bulbos (153 a 196 días después de plantación), así como en las raíces; no obstante en los tallos, hojas y flores no produjo ningún cambio. Además, demostraron la capacidad de las raíces de almacenar N durante el invierno. Por otro lado, la concentración de N en los bulbos disminuyó hasta la floración, aunque luego aumentó hasta llegar a la cosecha, lo cual se debe a la

translocación de N desde el bulbo hacia raíces, hojas y flores, para posteriormente darse una redistribución desde estos órganos hasta los bulbos hijos (Artacho y Pinochet 2008).

Iris

Alberto et al. (2004), demostraron en plantas de Iris (*Iris pseudacorus* L.), que los elementos N, P y K siguen un patrón de absorción similar, ya que la velocidad en que estos nutrimentos fueron absorbidos por las plantas durante los primeros 92 días después de plantación (ddp), fue lento, pasando a mostrar posteriormente una alta tasa de absorción hasta el final de la fase de crecimiento, mostrando así, para el caso del N, 60% de los requerimientos totales y 40% de P y K a la mitad de la fase de crecimiento, lo cual demostró que estos dos últimos elementos deben ser suministrados hacia el final del ciclo de vida. Por otro lado, en el caso del Ca y Mg, estos se absorbieron a una menor velocidad, sin embargo luego de los 114 ddp, la tasa de absorción aumentó, llegando a obtener el 60% de sus necesidades totales, luego del segundo tercio de la fase de crecimiento.

Liatris

Estudios basados en el cultivo de *Liatris callilepis*, indicaron que las necesidades nutricionales de N, P, K, Ca y Mg, para obtener plantas con una alta productividad, fueron de 266, 32, 345, 181 y 90 Kg ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, estudiaron la respuesta del liatris a la fertilización con N, P y K, bajo tres distintas dosis (baja, media y alta), pero esta planta no mostró ninguna diferencia entre los tratamientos, lo cual se explicó por las buenas propiedades físico-químicas del suelo y por la gran eficiencia que tiene esta planta para absorber nutrimentos (Hirzel et al. 2003).

Pese a toda la información anteriormente recopilada, existe muy poca investigación sobre curvas de absorción de nutrimentos y programa de fertilización en plantas bulbosas y específicamente en lirios.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

III.A. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la empresa Flor Bella S.A., ubicada en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica, a 1807 msnm, en donde se realizó el trabajo de campo. Las evaluaciones (altura, peso seco, peso fresco) y análisis foliares se realizaron en el Laboratorio de Suelos y Foliares (LSF) del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), de la Universidad de Costa Rica.

III.B. Material experimental

Las variedades de lirios utilizadas en este trabajo pertenecen al tipo de lirio llamado *Lilium* de color. Para realizar las curvas de absorción de nutrimentos, se trabajó con las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, pertenecientes a los grupos Asiáticos, Híbrido L/A y Oriental, respectivamente.

Las variedades de lirios Navona y Black Out (grupo Asiático), Pavia, Dazzle, Menorca y Brindisi (grupo Híbrido L/A), Stargazer, Starfighter, Siberia y Sorbonne (grupo Oriental), fueron evaluadas al final de su ciclo, con el fin de lograr una caracterización parcial de las mismas.

Los bulbos utilizados provenían de Holanda y solo se utilizan una vez.

III.C. Metodología

III.C.1. Curvas de Absorción

Se utilizaron las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata con un calibre de bulbo 12/14. Las evaluaciones se realizaron durante todo el ciclo de vida, cada 15 días, empezando a

partir del primer mes, posterior a la siembra, y finalizando un día antes de la cosecha. En cada etapa se evaluaron dos tejidos, parte aérea (incluyendo flor) y bulbo + raíces adventicias.

Las curvas de absorción se realizaron sobre una plantación establecida por la finca, a la cual se le aplicaba el plan de fertilización utilizado regularmente para las plantas pertenecientes a los grupos Asiáticos, Híbridos L/A y Oriental, según se detalla en el Anexo 11.

Se realizaron en total cuatro evaluaciones, para el caso de las variedades Brunello y Algarve (con ciclo de vida de 10 semanas) y seis evaluaciones para la variedad Alma Ata (con ciclo de vida de 14 semanas). En cada evaluación se tomaron tres plantas por variedad para un total de 12 plantas (variedades tipo Asiático y L/A) y 18 plantas (variedad tipo Oriental).

Las muestras fueron llevadas al LSF, en donde fueron lavadas con HCl al 1% (por unos segundos), agua corriente y desionizada; además se les midió la altura desde el término del bulbo hasta el punto de crecimiento apical, según el procedimiento de Correa (2003). Seguidamente fueron separadas por órgano (parte aérea y bulbo + raíces adventicias) y se les midió el peso fresco y seco a cada parte. Para realizar el peso seco, las plantas se colocaron en una estufa a aproximadamente 80 °C, hasta que se secaran (Figura 1).

Posteriormente, a los tejidos secos se les realizó análisis para determinar la concentración de nutrimentos. La metodología de análisis fue la utilizada de rutina en el LSF, que consiste en la digestión total de la muestra con ácido nítrico y la determinación de los elementos con el Espectrofotómetro de Emisión Atómica con Plasma. El N se determinó por combustión seca en un autoanalizador.

Al asociar los valores de materia seca (g planta^{-1}) con la concentración (%) de los distintos elementos que se analizaron en cada muestra, se calculó la absorción (g planta^{-1}) de los nutrimentos y se elaboraron las curvas de absorción total para cada uno de los nutrimentos (Bertsch 2003).



Figura 1. Preparación de muestras y equipo utilizado en la medición de diferentes variables, en plantas muestreadas de lirio.

Se realizó un análisis químico al suelo de las cajas en donde se encontraban las plantas evaluadas de la variedad Alma Ata. Por otro lado, la empresa Flor Bella S.A. proporcionó los análisis del suelo de los viveros, en donde se sembraron las plantas de la variedad Brunello y Algarve, lo cual se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas de los suelos donde se efectuaron las curvas de absorción de nutrimentos.

Muestra	pH	cmol(+) l ⁻¹					%	mg l ⁻¹					%
	H ₂ O	Acidez	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn	MO
	NC	5,5	0,5	4	1	0,2	5	10	3	1	10	5	5
Suelo + Granza (cajas)	4,7	0,33	3,14	1,76	0,86	6,09	5	16	5,9	7	85	35	12,1
Vivero 3	5,3	0,10	5,10	2,37	0,91	8,48	1,18	11	5,6	5	31	11	
Vivero 4	5,3	0,13	9,67	2,63	0,79	13,22	0,98	36	18	4	44	16	
Vivero 5	5,5	0,09	10,5	2,83	1,08	14,48	0,62	32	13	5	32	17	
Vivero 9	5,8	0,08	9,14	2,88	0,94	13,04	0,61	14	6,6	6	22	9	
Vivero 11	5,6	0,10	6,88	3,40	0,95	11,33	0,88	11	6,0	7	33	13	

CICE: Capacidad de Intercambio de Cationes Efectiva (suma Ca, Mg, K)

SA: % de Saturación de Acidez ((Ac. Int./CICE)*100)

MO: materia orgánica

NC: Nivel Crítico

III. C.2. Clasificación de variedades

Se evaluó el peso fresco y seco a tres plantas de 10 variedades diferentes de lirios al momento de su cosecha, dividiéndolas en parte aérea (incluyendo flor) y bulbo + raíces adventicias, para posteriormente realizarles los análisis foliares respectivos.

Con los datos de consumo obtenidas en estas 10 variedades e incluyendo el punto final de las variedades Brunello, Algarve y Alma Ata (evaluadas a lo largo del ciclo), se realizó una comparación de la información obtenida, y una agrupación por grupo, calibre de bulbo y semejanza de cantidad de nutrimentos absorbidos. Las comparaciones se realizaron con un límite de confianza de 95%.

III.C.3. Programa de Fertilización

Una vez obtenidas las curvas de absorción de nutrimentos, para las tres variedades de lirios evaluadas, se diseñaron dos programas de fertilización, utilizando los datos de la variedad Alma Ata y Siberia; uno de los programas fue llamado Programa de Requisitos y el otro Programa Ajustado. El detalle de los fertilizantes utilizados, la época de aplicación, así como la cantidad

utilizada de fertilizantes, en estos dos programas, se incluye como parte de los Resultados y Discusión en los Cuadros 10 y 12.

Por otro lado, se pensó en probar la eficiencia total del suelo, por lo que se decidió realizarle a un grupo de plantas aplicaciones de solo foliares y nada de granulares, llamado Programa Sin Granular. Asimismo, a otro grupo de plantas se les aplicó el Programa propio de la Finca (detallado en el Cuadro 11 y 12) y a otro grupo no les aplicó nada, siendo este el Testigo Absoluto. Los fertilizantes granulares utilizados en cada uno de los programas descritos anteriormente fueron aplicados al voleo.

A los programas Requisitos, Ajustado, Sin Granular y Finca, se les aplicó, con una tanqueta, los fertilizantes foliares utilizados por la empresa Flor Bella S.A. (los cuales se detallan en el Anexo 12), con una frecuencia de aplicación de dos veces por semana. Se utilizaron dos diferentes dosis: la dosis normal utilizada por la empresa (detallada en el Anexo 12) y la mitad de la dosis que la empresa utilizaba. Estas dos dosis de fertilizantes foliares se aplicaron a los cuatro programas descritos anteriormente.

La prueba se realizó en un vivero de la empresa Flor Bella S.A., el cual se dividió en dos ensayos independientes: uno para las aplicaciones de la dosis normal de fertilizantes foliares y el otro para las aplicaciones de la mitad de la dosis. Cada ensayo constaba de los programas de fertilización de Requisitos, Ajustado, Sin Granular y Finca. El Testigo Absoluto se colocó en otra parte del mismo vivero, alejado de los otros programas. En la Figura 2 se muestra la ubicación de los diferentes ensayos efectuados.

Cada programa constó de tres repeticiones y cada repetición estuvo conformada por cuatro cajas, con 13 plantas cada caja (12 cajas por tratamiento), con excepción del programa Sin Granular con mitad foliar y Testigo Absoluto, en los cuales cada repetición constó de dos cajas (seis cajas por tratamiento). El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar.

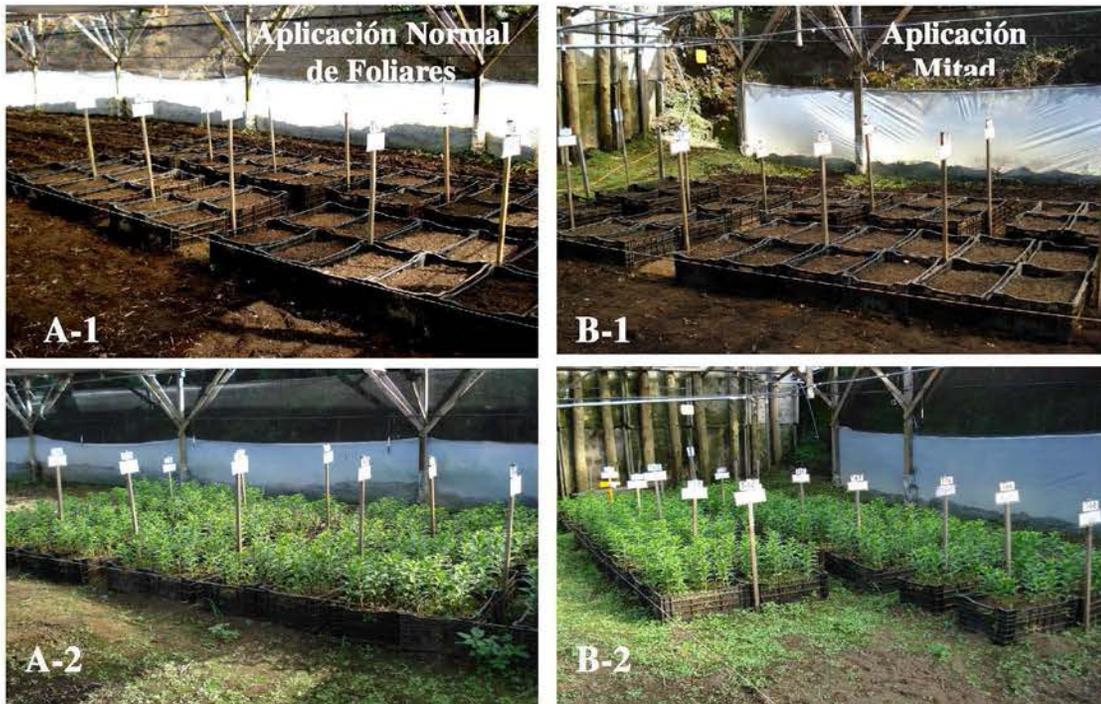


Figura 2. Distribución de los ensayos en el campo. A: Programas de fertilización con aplicación normal de foliares, (1) con cero y (2) cinco semanas. B: Programas de fertilización con aplicación de la mitad de los foliares, (1) con cero y (2) cinco semanas.

Una vez aplicados los respectivos programas de fertilización y llegado el momento de cosecha de las plantas de lirio variedad Siberia, se procedió a realizar las evaluaciones respectivas.

En primer lugar, se tomaron todas las plantas de cada una de las repeticiones de cada programa de fertilización y del Testigo Absoluto, y se dividieron por tamaño. A cada grupo de plantas se les evaluó el número y peso fresco de plantas, así como el número y peso fresco de botones florales por cada tamaño de planta. Posteriormente, los botones florales de cada tratamiento fueron divididos por tamaño, y a cada grupo se les evaluó el número, peso fresco y seco. Otra de las variables evaluadas fue la apariencia de los bulbos y raíces, lo cual se realizó clasificando el aspecto de los mismos en mala, media y buena condición.

Para conocer de manera científica si los programas de fertilización propuestos ofrecen respuestas distintas al programa establecido por la empresa, se realizó una prueba de comparación de medias, utilizando la prueba LSD, en donde se compararon las diferentes variables evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.A. Caracterización fenológica

IV.A.1. Altura

La altura obtenida por las plantas de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata durante su ciclo de crecimiento, se muestran en la Figura 3. Como es posible apreciar, las plantas de las variedades Brunello y Algarve muestran valores muy similares de altura, siendo éstas diferentes y mayores que las obtenidas por las plantas de la variedad Alma Ata, la cual presentó la menor altura.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Correa (2003) y Villacís (2008), en donde las variedades Miami y Casa Blanca (respectivamente), pertenecientes al grupo Oriental, presentaron menor altura en comparación con variedades de tipo Asiático e Híbrido L/A.

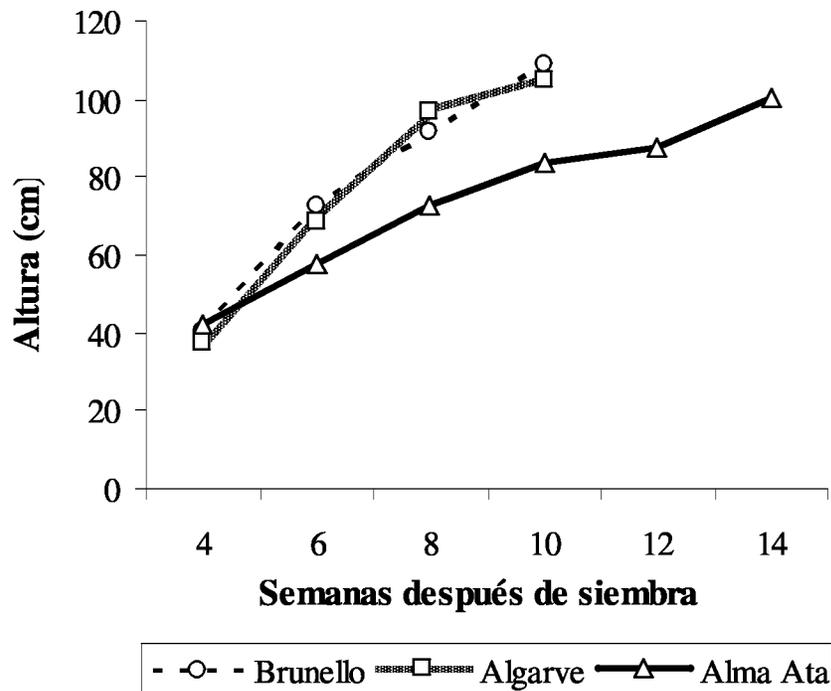


Figura 3. Altura de las plantas de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, durante su ciclo de crecimiento, en San José de la Montaña, Heredia.

Lo anteriormente mencionado, posiblemente se deba al comportamiento diferente y a las características tan distintas que presentan las plantas tipo Asiático e Híbrido L/A (Brunello y Algarve, respectivamente) con las plantas tipo Oriental (Alma Ata). Por otro lado, la semejanza entre Brunello y Algarve se debe a que el Híbrido L/A es obtenido de la combinación de *Lilium longiflorum* con Asiático, por lo que este grupo presenta características semejantes con las plantas de tipo Asiático (Beattie y White, citado por Ortega et al. 2006, Gill et al. 2006, Facchinetti y Marinangeli 2008).

IV.A.2. Peso Seco

El peso seco tanto de la parte aérea como del bulbo de las plantas de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata a través de su ciclo de vida, se muestran en la Figura 4.

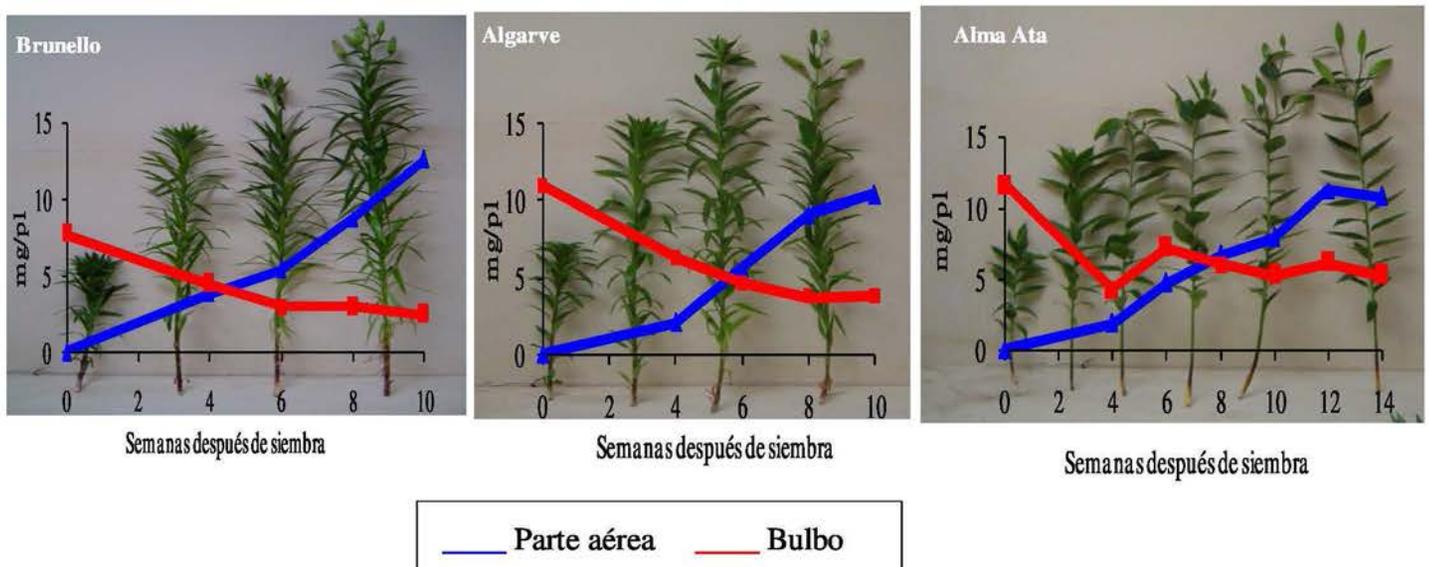


Figura 4. Peso seco acumulado a través del tiempo por la parte aérea y el bulbo de las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

Como es posible observar, el peso seco de los bulbos durante las primeras semanas fue mayor que el peso seco de la parte aérea, lo cual se debe al alto contenido de nutrientes que como órgano de reserva, presenta el bulbo al inicio del cultivo. Asimismo, se observa cómo el peso seco de los bulbos disminuyó con el paso de las semanas, mientras que el de la parte aérea iba en aumento (Figura 4).

Esta disminución del peso seco de los bulbos se debe a la translocación de nutrimentos que posee este órgano hacia la parte aérea, debido a la constante utilización de estos nutrimentos por parte de la planta durante las primeras semanas (Miller, citado por Correa 2003). Lo anterior se explica por la alta correlación existente entre la concentración de almidón en el bulbo y el peso seco del mismo, ya que el almidón que se almacena en el bulbo, es translocado al tallo y hojas, al inicio del crecimiento de la planta, disminuyendo así el calibre y peso de éste órgano (Toit et al. 2004, Artacho y Pinochet 2008).

IV.B. Contenido de nutrimentos en la parte aérea y bulbo de las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata.

Los valores de la concentración y absorción total de cada nutrimento por planta, tanto por la parte aérea como por el bulbo, durante el ciclo de crecimiento de las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, se presentan en el Cuadro 2. Según los resultados obtenidos, en los elementos mayores, el nutrimento que más absorbieron las tres variedades de lirios evaluadas (tanto por la parte aérea como por el bulbo) fue el K, seguido en orden decreciente por el N, Ca, P, Mg y S, con excepción de Brunello el cual requirió más de Mg que de P (Cuadro 2).

Por otro lado, en cuanto a los elementos menores, se puede observar que en las tres variedades, el Fe siempre presentó los valores mayores, lo cual es de esperarse debido a la alta cantidad que poseen los suelos de nuestro país (Bertsch 1986), como es posible observar en el Cuadro 1, en donde se presentan las cantidades de ciertos elementos, entre ellos el Fe, obtenidos al muestrear los suelos de la Finca Flor Bella S.A. (Cuadro 2). Estos altos valores de Fe también pueden deberse a residuos del suelo que quedaron en los bulbos y raíces, aún después del lavado de los mismos, ya que es difícil la remoción del suelo en ellos.

Así mismo es posible observar, en las tres variedades evaluadas, que los valores de Zn, B y Mn son muy similares tanto en la parte aérea como en el bulbo y que el Cu, es el elemento que menos absorben las plantas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso seco, concentración y absorción de elementos mayores y menores por planta, por la parte aérea y bulbo, en tres diferentes variedades de lirios, durante su ciclo de crecimiento, en San José de la Montaña, Heredia.

Variedad	Tejido	Semanas	P.S.	CONCENTRACIÓN											CANTIDAD ABSORBIDA										
			g pl ⁻¹	%					mg kg ⁻¹					mg pl ⁻¹					mg pl ⁻¹						
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu	
B	Parte aérea	4	3,8	2,8	0,4	4,5	0,2	0,2	0,2	38	23	30	67	8	108,5	14,2	174,0	6,9	9,2	7,7	0,15	0,09	0,12	0,26	0,03
R		6	5,4	1,6	0,2	3,9	0,2	0,3	0,1	18	17	15	32	7	84,8	9,2	207,9	8,6	16,2	5,9	0,10	0,09	0,08	0,17	0,04
U		8	8,8	1,8	0,2	3,6	0,2	0,5	0,1	24	25	19	68	4	155,2	14,0	311,2	16,7	40,3	8,8	0,21	0,22	0,17	0,60	0,04
N		10	12,6	2,0	0,2	4,5	0,2	0,6	0,1	36	38	36	131	7	250,1	22,6	559,2	30,2	70,4	16,3	0,45	0,48	0,45	1,65	0,09
E	Bulbo	4	4,5	1,2	0,2	1,5	0,1	0,3	0,1	23	24	88	3805	16	51,8	8,0	65,2	5,8	14,7	4,9	0,10	0,11	0,39	17,00	0,07
L		6	3,0	0,8	0,1	1,3	0,1	0,4	0,1	21	36	108	9586	17	25,5	4,2	40,0	3,9	12,7	2,4	0,06	0,11	0,33	29,08	0,05
L		8	3,0	1,0	0,2	1,4	0,2	0,4	0,1	21	23	70	3654	12	30,0	5,0	40,6	4,5	10,4	3,0	0,06	0,07	0,21	10,84	0,04
O		10	2,5	1,2	0,2	1,8	0,2	0,3	0,1	25	23	69	3927	16	29,1	3,7	44,4	3,7	7,4	3,0	0,06	0,06	0,17	9,69	0,04
A	Parte aérea	4	2,0	3,2	0,4	4,8	0,3	0,4	0,2	56	23	42	87	40	64,7	8,9	97,4	5,1	7,1	3,7	0,11	0,05	0,09	0,18	0,08
L		6	5,6	2,4	0,3	4,4	0,3	0,5	0,1	38	22	28	66	11	132,9	14,6	249,6	14,1	28,2	7,3	0,21	0,12	0,16	0,37	0,06
G		8	9,1	2,3	0,2	5,0	0,3	0,6	0,1	39	30	39	76	5	212,8	19,2	456,7	31,1	53,9	11,9	0,36	0,27	0,36	0,69	0,05
A		10	10,4	2,2	0,2	4,1	0,3	0,6	0,1	38	33	28	79	4	228,8	20,8	426,4	35,4	58,2	12,5	0,40	0,34	0,29	0,82	0,04
R	Bulbo	4	6,27	1,1	0,2	1,8	0,1	0,2	0,1	36	21	65	4232	15	67,1	14,4	110,9	7,5	15,0	5,6	0,23	0,13	0,41	26,52	0,09
V		6	4,63	1,0	0,2	1,6	0,1	0,3	0,1	37	26	93	6434	18	48,2	9,7	73,7	5,6	13,0	4,6	0,17	0,12	0,43	29,81	0,08
E		8	3,77	1,1	0,1	2,0	0,1	0,3	0,1	26	17	58	3170	12	41,1	4,9	73,5	4,9	9,8	3,0	0,10	0,06	0,22	11,94	0,05
		10	3,80	1,3	0,2	2,0	0,1	0,2	0,1	33	12	25	969	7	49,4	8,0	75,6	4,2	7,6	2,7	0,13	0,05	0,10	3,68	0,03
A	Parte aérea	4	1,8	3,7	0,4	3,7	0,2	0,1	0,2	49	11	24	72	14	67,3	6,4	67,7	2,9	2,2	3,3	0,09	0,02	0,04	0,13	0,03
		6	4,7	2,5	0,2	2,6	0,2	0,3	0,1	25	10	22	100	4	116,1	7,1	120,3	7,5	12,7	3,8	0,12	0,05	0,10	0,47	0,02
		8	6,6	2,2	0,2	3,9	0,3	0,6	0,1	45	17	48	300	10	143,9	12,6	260,0	19,2	36,5	7,3	0,30	0,11	0,32	1,99	0,07
L		10	7,9	1,6	0,2	3,5	0,2	0,5	0,1	36	17	29	253	8	124,8	11,9	272,6	18,2	39,5	7,1	0,28	0,13	0,23	2,00	0,06
M		12	11,3	2,0	0,2	3,6	0,3	0,5	0,1	40	16	46	501	15	227,6	18,0	404,5	28,2	57,5	12,4	0,45	0,18	0,52	5,64	0,17
A		14	10,8	1,8	0,2	3,5	0,2	0,5	0,1	46	22	45	534	14	193,3	18,4	374,8	21,6	51,8	10,8	0,50	0,24	0,49	5,77	0,15
A	Bulbo	4	4,3	1,5	0,1	1,2	0,1	0,1	0,1	23	11	38	1050	7	63,1	5,1	52,9	3,4	4,3	3,0	0,10	0,05	0,16	4,48	0,03
		6	7,2	0,9	0,1	1,3	0,1	0,2	0,1	28	20	141	4610	21	61,2	9,4	90,7	9,4	13,0	5,8	0,20	0,14	1,02	33,19	0,15
T		8	6,0	0,9	0,1	1,2	0,1	0,1	0,1	17	12	58	1745	8	54,3	7,2	73,6	6,6	7,8	3,6	0,10	0,07	0,35	10,53	0,05
A		10	5,2	0,8	0,1	0,9	0,1	0,1	0,0	11	9	41	1243	7	41,3	3,7	46,1	4,2	6,8	2,1	0,06	0,05	0,21	6,51	0,04
		12	6,1	1,0	0,1	1,4	0,1	0,2	0,1	23	16	173	4384	39	59,2	6,1	84,2	6,7	9,8	4,3	0,14	0,10	1,06	26,74	0,24
		14	5,3	1,0	0,1	1,4	0,1	0,2	0,1	39	25	273	7532	30	53,7	6,8	71,6	7,4	12,1	4,7	0,21	0,13	1,44	39,67	0,16

Es importante notar que, al igual que lo sucedido con el peso seco (Figura 4), con el paso de las semanas, la absorción de los nutrimentos por la parte aérea fue en general aumentando, mientras que en los bulbos sucedió lo contrario (Cuadro 2).

Es así como, si se compara el contenido de nutrimentos en los bulbos antes de ser sembrados (Cuadro 3), con el contenido de nutrimentos semanas después de la siembra (Cuadro 2), se puede observar una disminución en la cantidad de nutrimentos en los bulbos, con el paso de las semanas.

Cuadro 3. Contenido inicial de nutrimentos en los bulbos de lirios variedad Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

Variedad	mg bulbo ⁻¹					
	N	P	K	Mg	Ca	S
A- Brunello	157,2	18,5	160,6	6,0	6,5	9,2
L/A- Algarve	144,7	28,1	161,3	6,3	5,5	9,0
O- Alma Ata	178,3	19,1	173,6	6,9	7,2	10,10

A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, para las tres variedades de lirios, el contenido de nutrimentos en los bulbos antes de la siembra, fue mucho más alto que el obtenido 4, 6, 8, 10, 12 ó 14 semanas después de siembra. También es importante notar, que el elemento que más contienen los bulbos (antes de ser sembrados) de las tres variedades de lirios evaluadas es K, seguido en orden decreciente por N, P, S, Ca y Mg; además los bulbos que presentaron mayor contenido de nutrimentos pertenecen a la variedad Alma Ata.

El comportamiento presentado por el bulbo, se debe a que el contenido de nutrimentos que posee éste órgano es utilizado por la planta, hasta que ésta presente un adecuado desarrollo de la parte aérea (Miller, citado por Correa 2003) que le permita obtenerlos por otros medios. Es así como, una vez que la planta empieza a desarrollar hojas, estas se convierten en el principal sumidero de carbohidratos, función que realizan hasta obtener la mitad de su expansión, luego exportan los carbohidratos a los sumideros más cercanos y empiezan a reducir rápidamente la importación de estos, hasta convertirse en fuente (Villalobos 2001), pasando posteriormente a ser las flores el sumidero más importante.

Por otro lado, en el Cuadro 4 se muestra el consumo final de los macronutrientes por la parte aérea de los lirios, para una producción de 72 (Brunello y Algarve) y 66 (Alma Ata) tallos m^{-2} de un peso fresco aproximado de 87-120 g.

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes absorbidos por la parte aérea, por el total de tallos m^{-2} obtenidos como rendimiento en cada variedad evaluada, en San José de la Montaña, Heredia.

Variedad	$g m^{-2}$						N° tallos m^{-2}
	N	P	K	Mg	Ca	S	
A- Brunello	18,0	1,6	40,3	2,2	5,1	1,2	72
L/A- Algarve	16,5	1,5	32,9	2,5	4,2	0,9	72
O- Alma Ata	15,0	1,2	26,7	1,9	3,8	0,8	66

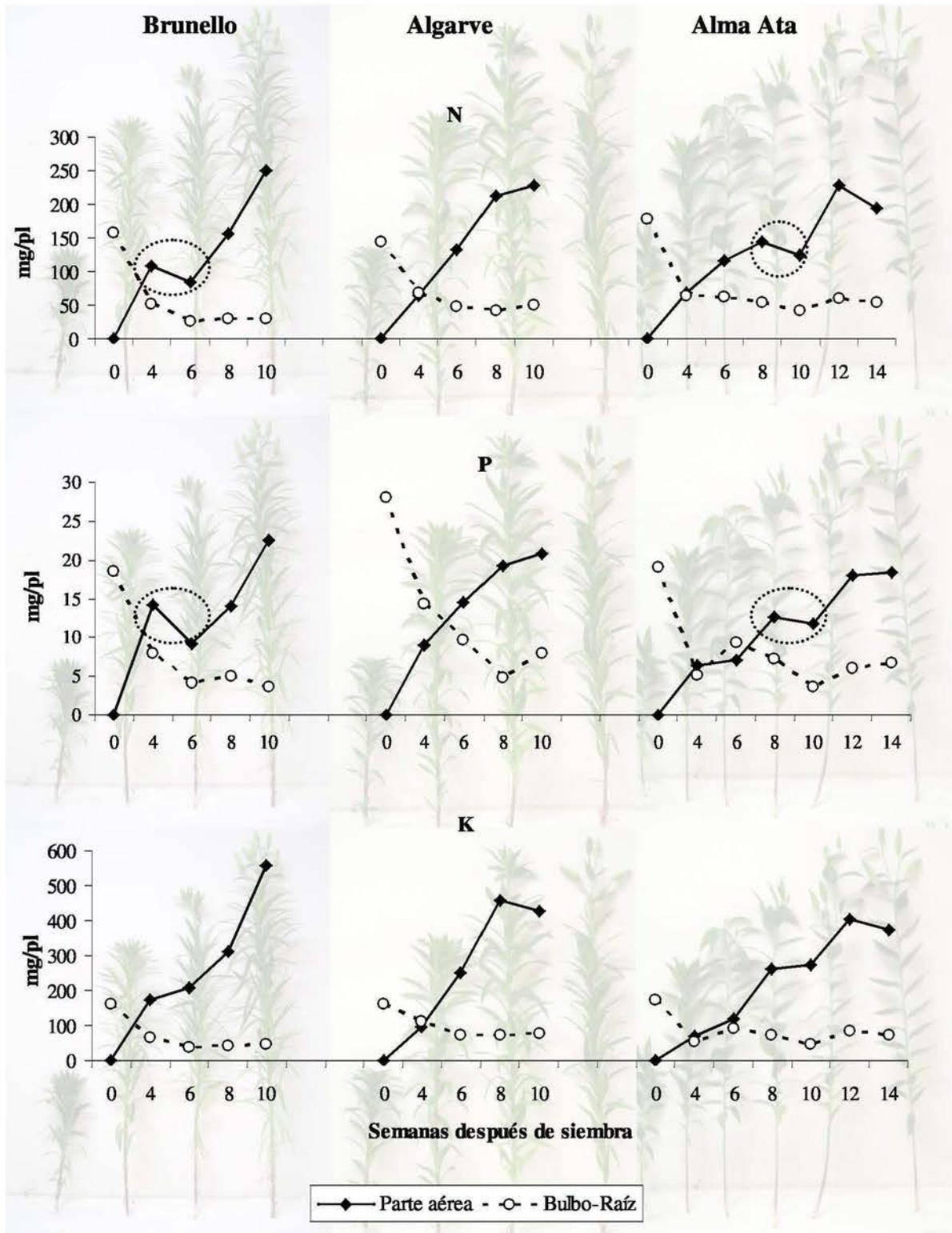
A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

Según los resultados, Brunello fue la variedad que más nutrientes absorbió en la parte aérea por m^2 , seguida en orden decreciente por Algarve y Alma Ata. Este orden de absorción de nutrientes posiblemente se deba a que las plantas de Brunello y Algarve presentaron una mayor altura y peso que las plantas de Alma Ata (Figura 2), lo cual causó que las plantas pertenecientes a los grupos Asiático e Híbrido L/A, consumieran más cantidad de nutrientes que las plantas del grupo Oriental; asimismo este comportamiento se podría deber al menor número de tallos m^{-2} que se siembra con las plantas de Alma Ata (Cuadro 4).

IV.C. Curvas de absorción de nutrientes

Las curvas de absorción de N, P y K por planta, para las variedades de lirios evaluadas, se representan en la Figura 5.

Según los datos obtenidos, el aporte del bulbo fue importante durante las primeras cuatro semanas de vida de las plantas de lirios, debido a que los nutrientes N, P y K se movilaron desde el bulbo hacia la parte aérea de las plantas (Figura 5), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Correa (2003). Esto demuestra que el bulbo es considerado como un órgano esencial para iniciar el crecimiento de las plantas de lirio (Correa 2003).



○ El nivel más bajo obtenido a las seis semanas en estos casos señalados se atribuye al hecho de que en el muestreo se usaron plantas diferentes.

Figura 5. Curvas de absorción de N, P y K por las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

Debido a que el aporte del bulbo es tan significativo dentro del total, se decidió representar la “absorción real” de las plantas evaluadas, deduciéndole a la parte aérea el aporte del bulbo, quedando la “absorción real” del follaje con el aporte solamente del suelo y de las fuentes de fertilizantes aplicadas. La manera en que se realizó dicho ejercicio se detalla en los Anexos 1, 2 y 3 y, en la Figura 6, se muestran las curvas de la “absorción real” acumulada de N, P y K por la parte aérea de las tres variedades de lirios evaluadas, según los porcentajes de absorción del elemento en el tiempo.

Según se observa en la Figura 6, la variedad Brunello presentó los mayores incrementos de “absorción real” de N, P y K en la última semana (10) de su ciclo, y esta cantidad fue cercana al 60% del total consumido. En el caso de Algarve este fuerte incremento (superior a 50%) ocurrió en la penúltima semana (8) para el N y el K y en la última (10) para el P (Figura 6).

La variedad Alma Ata se caracterizó por distribuir su absorción en dos picos principales, cada uno con más del 40% de la absorción real, ubicado en las semanas 8 y 12, especialmente para P y K. En el caso del N la absorción fue más gradual, e igualmente a las otras variedades concentró su acúmulo (más del 55%) en una sola semana correspondiente con la penúltima (12) (Figura 6).

De lo anterior, es importante resaltar dos puntos, el primero es que un mismo elemento puede ser absorbido en momentos diferentes por distintas variedades de lirios, lo cual parece reforzar la importancia de realizar estudios que comparen diferentes programas de fertilización para las variedades de lirios existentes.

El segundo punto importante es que la mayor absorción de N, P y K ocurre cerca del punto de cosecha (de la semana 8 en adelante), lo cual se asemeja a los resultados obtenidos por Correa (2003), con el cultivar Miami (Oriental). Este comportamiento se debe a que es antes del período de cosecha donde ocurre la máxima extracción de los elementos, momento donde las flores se encuentran en el proceso de llenado y por lo tanto están necesitando de todos los nutrimentos disponibles, para llevar a cabo dicho evento (Bañón et al., citado por Correa 2003).

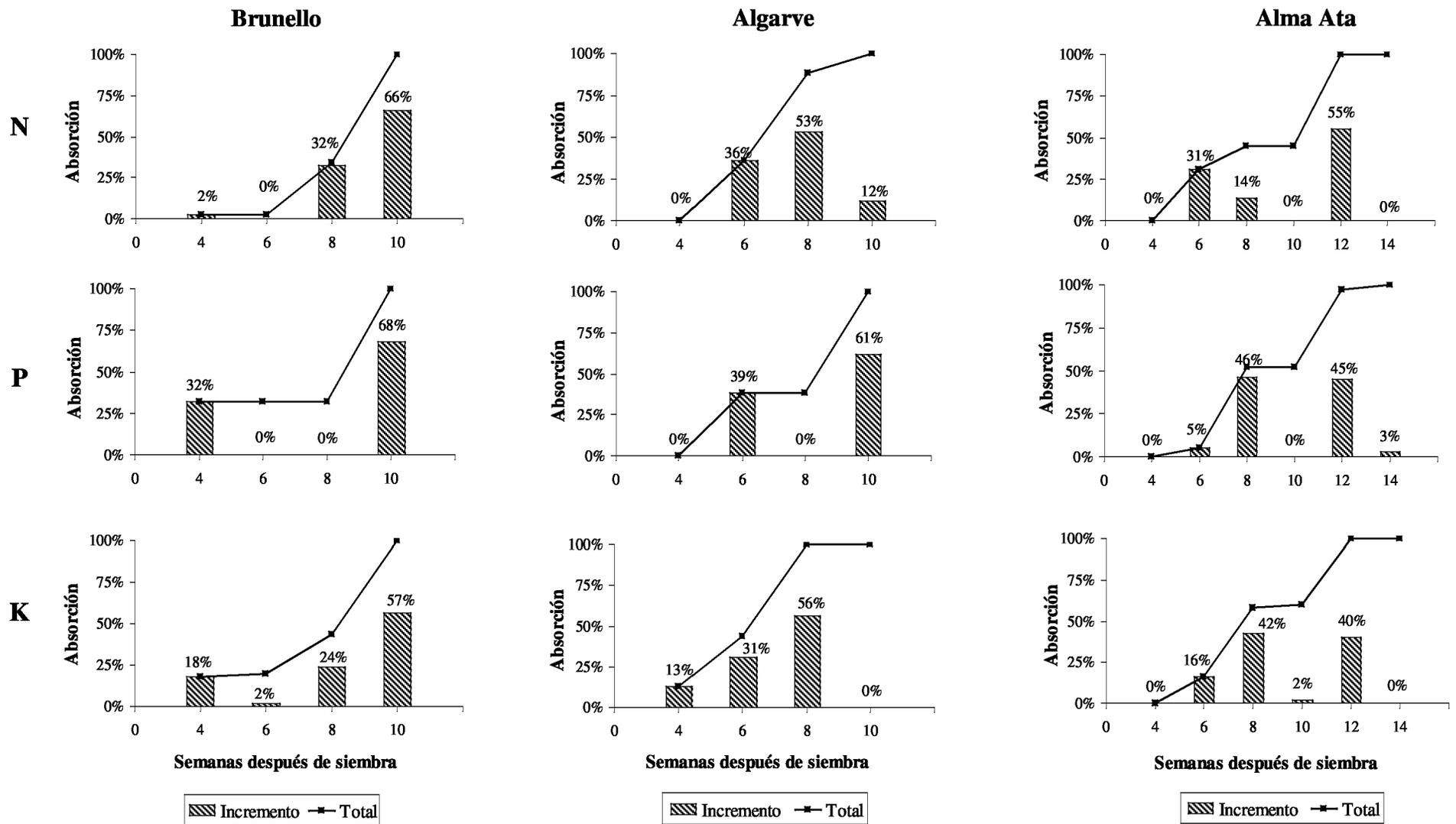


Figura 6. “Absorción real” acumulada y por semana de N, P y K en porcentaje, por la parte aérea de las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

“Absorción real”: Absorción total – Aporte del bulbo

Las plantas de lirios son muy sensibles a las deficiencias de Fe, especialmente las de tipo Oriental, produciendo en caso de deficiencia un amarillamiento en el follaje de las mismas, ya que este micronutriente interviene en el proceso enzimático de la síntesis de clorofila, lo cual se traduce en una disminución de la calidad de la vara floral (Marschner 1995). Debido a esto, a continuación se muestra la “absorción real” acumulada de este elemento (Figura 7), así como la cantidad final absorbida de Fe por la parte aérea de las tres variedades de lirios evaluadas (Cuadro 5).

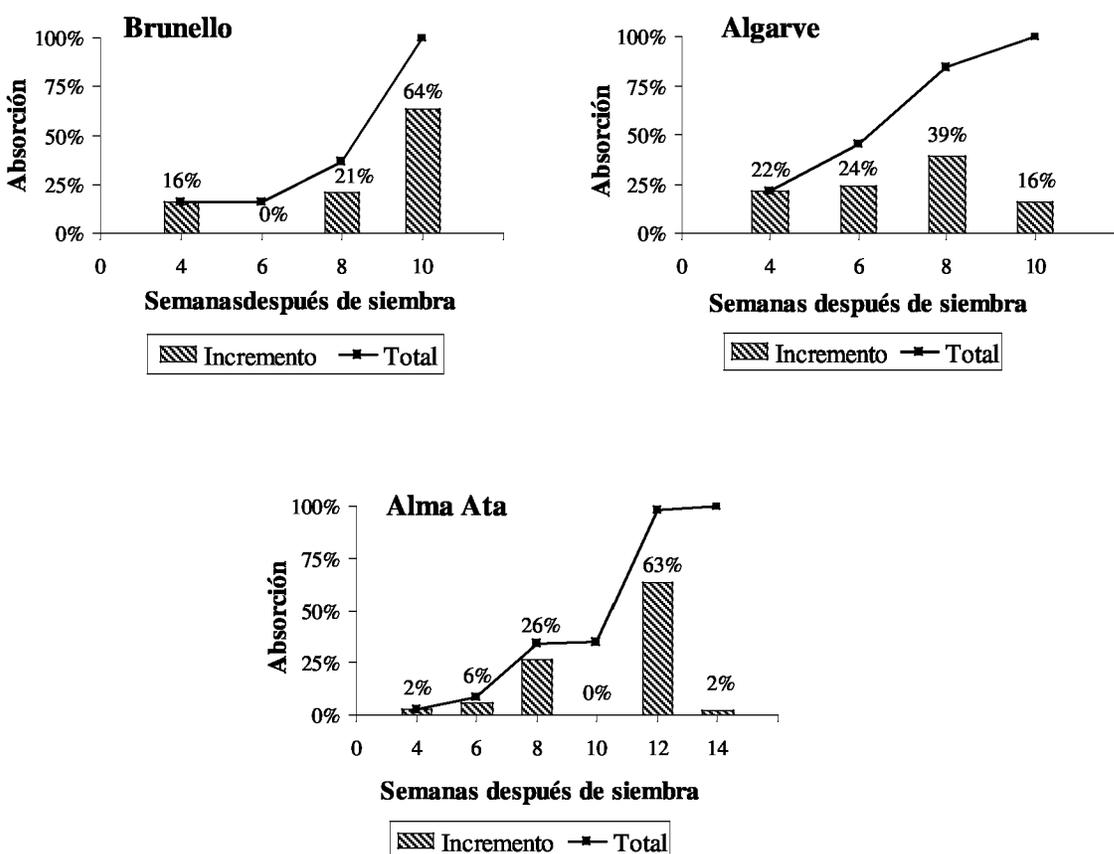


Figura 7. “Absorción real” (absorción total – aporte del bulbo), en % acumulado de Fe, en las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

Cuadro 5. Cantidad de Fe absorbido por el total de tallos m^{-2} , en las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, en San José de la Montaña, Heredia.

Variedad	$g m^{-2}$	
	Fe	Nº tallos m^{-2}
A- Brunello	0,12	72
L/A- Algarve	0,06	72
O- Alma Ata	0,38	66

A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

En el Cuadro 5 es posible observar que la variedad Alma Ata consume aproximadamente tres veces más Fe que Brunello y seis veces más que Algarve, siendo este consumo mayor hacia el final del ciclo de vida, en las tres variedades, como se muestra en la Figura 7. Por otro lado, la variedad Brunello presentó el mayor incremento de “absorción real” de Fe en la última semana (10) de su ciclo de vida, mientras que Algarve y Alma Ata lo presentaron en la penúltima semana (8 y 12 respectivamente).

Por lo tanto, se puede afirmar que el Fe muestra un comportamiento semejante al presentado por los elementos N, P y K, ya que la mayor absorción de este elemento ocurre cerca del punto de cosecha, debido a la máxima extracción que hacen las flores en este momento (Bañón et al., citado por Correa 2003).

IV.D. Balance nutrimental de tres variedades de lirios

Los requisitos de las plantas de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata para obtener rendimientos de 72, 72 y 66 tallos m^{-2} respectivamente, así como las dosis que la empresa Flor Bella S.A. aplicaba por m^2 de cada uno de los elementos en el momento de este estudio, y el porcentaje de eficiencia de dicha aplicación, se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de los “requisitos reales” de nutrientes (g m^{-2}) de las plantas de lirio Brunello, Algarve y Alma Ata para los rendimientos esperados de un tallo por bulbo sembrado, contra la dosis de esos nutrientes aplicada por la empresa Flor Bella S.A.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
Requisitos de 72 tallos m² de						
A- Brunello (g m⁻²)	10,4	1,9	37,9	3,3	6,5	0,9
Dosis aplicada en finca (g m⁻²)	7,93	12,15	6,09	0,02	3,17	0,01
% Eficiencia	131%	16%	622%	19958%	205%	12361%
<hr/>						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
Requisitos de 72 tallos m² de						
L/A- Algarve (g m⁻²)	9,95	0,43	31,86	3,98	5,87	0,44
Dosis aplicada en finca (g m⁻²)	7,93	12,15	6,09	0,02	3,17	0,01
% Eficiencia	125%	4%	523%	23756%	185%	6287%
<hr/>						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
Requisitos de 66 tallos m² de						
O- Alma Ata (g m⁻²)	10,00	1,81	26,13	3,14	5,11	0,57
Dosis aplicada en finca (g m⁻²)	9,72	12,77	6,77	2,21	4,16	1,32
% Eficiencia	103%	14%	386%	142%	123%	43%

“Requisito real”: Requisito total – Aporte del bulbo

A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

% Eficiencia: Requisitos (g m^{-2}) / Dosis (g m^{-2})

Como se puede observar, en términos de cantidad por m^2 , para los rendimientos óptimos esperables, los requisitos de las tres variedades son comparables, especialmente en el caso del N. Algarve requiere sustancialmente menos P debido principalmente al fuerte aporte que hace el bulbo de este nutriente y Alma Ata un poquito menos de K que las otras dos variedades.

Según los resultados obtenidos, para la mayoría de los nutrientes, la empresa Flor Bella S.A aplicaba menos de lo requerido por las plantas de las tres variedades evaluadas. Para algunos elementos no llegaron a aplicar ni la mitad del requisito de las plantas, tal es el caso del K₂O,

MgO y S (excepto para la variedad Alma Ata, en donde la cantidad de MgO aplicado es un poco más de la mitad del requisito y el S aplicado es más del requerido por las plantas), dando como resultado porcentajes de eficiencia de los nutrimentos muy por encima del 100% (Cuadro 6). La diferencia en la cantidad de Mg aplicado por la finca en la variedad Alma Ata, se debe a que es conocido que las plantas pertenecientes al grupo Oriental, requieren mayor cantidad de este elemento, por lo que la finca aplicaba Sulfato de Mg y Magnesamón en las plantas del grupo Oriental, lo cual no ocurría en el caso de las plantas pertenecientes al grupo Asiático e Híbrido L/A.

Por el contrario, las aplicaciones de P por la empresa son aproximadamente cinco veces más altas de lo requerido por las plantas de las tres variedades de lirio, indicando una sobre aplicación del producto (Cuadro 6).

En este mismo cuadro también es posible observar que las tres variedades estudiadas requieren en mayor cantidad K_2O , seguido en orden decreciente por N, CaO, MgO, P_2O_5 y S, lo que indica que las tres variedades presentan un comportamiento similar en cuanto al orden de requerimientos de los macronutrimentos. Asimismo, estas variedades de lirios muestran valores de requisitos de nutrimentos muy semejantes (en la mayoría de los casos), a pesar de pertenecer a grupos distintos.

Lo mencionado anteriormente es especialmente cierto con las especies que pertenecen al grupo Asiático e Híbrido L/A, ya que por el origen del Híbrido L/A (cruce entre *Lilium longiflorum* y Asiático), estos dos grupos presentan similitud. Por otro lado, las del grupo Oriental no poseen ninguna semejanza con los otros dos grupos antes mencionados, sino más bien, presentan características distintivas (Wilkins y Dole 1997).

No obstante, como se comprobará más adelante, no todas las variedades de lirio que pertenecen a un mismo grupo presentan similitud entre ellas, por lo tanto cabe la posibilidad de que variedades de lirio de diferentes grupos presenten semejanza entre ellas.

IV.E. Clasificación de variedades

El propósito de esta evaluación fue analizar la variabilidad existente entre los materiales utilizados en la finca, para valorar la necesidad de agruparlos en forma diferencial al momento de planificar su fertilización.

Como se mencionó en los materiales y métodos, lo que se hizo fue cosechar plantas al final del ciclo de vida de las variedades Navona y Black Out pertenecientes al grupo Asiático, Pavia, Dazzle, Menorca y Brindisi del grupo Híbrido L/A, y Stargazer, Starfighter, Siberia y Sorbonne del grupo Oriental y determinarles el consumo total de nutrimentos por planta, mediante el mismo procedimiento que se usó para hacer las curvas, de modo que el punto final de cosecha de las tres variedades resultara comparable con el obtenido en este caso.

Como no se logró contar con los aportes iniciales de nutrimentos efectuados por los bulbos de cada variedad, que hubiera permitido al igual que se hizo en la curva haber restado ese suministro y evidenciar claramente la necesidad real de cada variedad en términos de g m^{-2} según el rendimiento esperable de cada una, la comparación se estableció entre el consumo total por planta.

En primer lugar se evaluaron todas las variedades en conjunto. Los promedios, desviaciones estándar y % de coeficiente de variación (CV) para el peso seco, las concentraciones y absorciones de todos los elementos tanto en parte área como en bulbo se presentan en los Anexos 4 y 5.

Las variaciones presentadas por los elementos menores en todos los parámetros evaluados fueron muy altas, probablemente debido al tipo de funciones que estos elementos desempeñan en la planta (Fageria et al. 1997), por lo que para hacer la agrupación de las variedades solo se tomaron en cuenta los elementos mayores. En el Cuadro 7, se presentan los % de CV de los elementos mayores para todas las variedades en conjunto.

Cuadro 7. Porcentaje de coeficiente de variación para los elementos mayores de todas las variedades en conjunto, tanto por la parte aérea como por el bulbo.

		P.S.	CONCENTRACIÓN						CANTIDAD ABSORBIDA					
Variable	Tejido		N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
% CV														
Todas las variedades	P.A.	19	19	26	18	20	18	20	26	28	23	27	25	26
	Bulbo	54	19	27	17	18	43	31	60	51	64	51	36	46

Para todas las variedades en conjunto, en la parte aérea el coeficiente de variación para el peso seco y las concentraciones oscilaron entre 20-25%, mientras que para los parámetros de absorción, ascendió a 25-30% (Anexo 4). En los bulbos, los coeficientes de variación fueron mayores, entre 20 y 40% en concentraciones y entre 35 y 65% en peso y absorción (Cuadro 7).

Como se puede observar, la variación encontrada para el conjunto de variedades, en términos generales superó el máximo aceptable, esto según el análisis de Corrales et al. (2005), que corresponde con 5-10% para los elementos mayores y 10-15% para los menores. Esto indica que existen diferencias entre los materiales.

Tratando de efectuar el mejor agrupamiento de las variedades, se realizaron evaluaciones de variabilidad considerando criterios como: origen de las variedades (Asiático, Híbrido L/A y Oriental), calibre de bulbo (11/12, 12/14 y 14/16) y cantidad de N, P y K absorbido. Los resultados de este ejercicio, se resumen en términos de % de CV en los Anexos 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

En el Cuadro 8, se resumen los % de CV para peso seco, concentración y absorción de N, P y K de las variedades de lirio agrupadas por origen y por calibre de bulbo, con el fin de tener un mejor panorama de los resultados. La variable cantidad de N, P y K absorbido, no se incluyó debido a que la agrupación presentada por cada elemento es muy diferente, siendo imposible establecer una agrupación definida de las 13 variedades.

Cuadro 8. Porcentajes de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de N, P y K, en dos diferentes variables, para las 13 variedades de lirios evaluadas.

Variable	Tejido		P.S.	Concentración			Cantidad Absorbida		
			N	P	K	N	P	K	
% CV									
Por Origen	P.A	Asiático	30	37	33	17	50	45	44
		Híbrido L/A	15	15	11	10	27	23	21
		Oriental	13	7	13	5	11	10	9
	Bulbo	Asiático	35	30	14	24	64	48	12
		Híbrido L/A	19	13	36	11	25	49	23
		Oriental	23	20	16	21	39	31	36
Calibre de bulbo	P.A	12/14	16	9	12	14	18	21	17
		14/16	15	22	41	24	14	31	25
	Bulbo	12/14	40	15	30	17	31	41	47
		14/16	41	21	28	19	43	40	52

P.S.: Peso Seco

P.A.: Parte Aérea

Según se observa en el Cuadro 8, los coeficientes de variación por origen de las variedades en la parte aérea oscilaron entre 5-50% y en el bulbo aumentaron a 11-65%. En el caso de la agrupación por calibre de bulbo, en la parte aérea los coeficientes variaron entre 9-41% y en el bulbo ascendieron entre los 15-47%.

La variabilidad presentada, en la mayoría de los casos, superó el máximo comúnmente aceptable para variables agronómicas (20%) (De Campos et al. 2002), por lo que no se puede establecer una agrupación fija para las 13 variedades de lirios estudiadas; sin embargo con los resultados obtenidos es posible dar una idea de la forma en que se puede realizar agrupaciones de distintas variedades de lirios. Queda claro después de este ejercicio que la agrupación también va a depender del objetivo que se quiera alcanzar.

IV.F. Validación del programa de fertilización

Durante muchos años, ciertos investigadores han creído que sólo con los aportes de nutrimentos por parte del bulbo, las plantas de lirios pueden completar su ciclo de vida (Betancourt et al. 2005); otros sin embargo, piensan que el bulbo puede sostener a la planta hasta que emerjan los botones florales (Beck, citado por Soriano 2000).

Otros investigadores afirman que el bulbo puede mantener a la planta hasta la emergencia del brote o hasta que las raíces adventicias empiecen a emerger, por lo que se ha recomendado fertilizar cuando el brote presente de 10 a 15 cm de altura (Aimone, citado por Holcomb et al. 1992). Estos investigadores consideran que los nutrimentos en los bulbos no son suficientes para completar todo el ciclo de vida de las plantas de lirios, por lo que la fertilización es primordial para obtener un buen desarrollo de las plantas (Correa 2003).

IV.F.1. Conformación de los Programas de Fertilización

Para realizar la validación de los programas de fertilización, se decidió trabajar con solo una variedad, ya que las variedades Brunello, Algarve y Alma Ata, mostraron resultados muy similares en cuanto a los requerimientos nutricionales (Cuadro 6).

La variedad elegida fue Alma Ata, por ser la más sensible a déficit nutricional; no obstante, al momento de realizar el ensayo con los programas de fertilización, la empresa no disponía de bulbos de Alma Ata, por lo que se dispuso a trabajar con bulbos de la variedad Siberia, calibre 14/16. La variedad Siberia es un tipo de lirio Oriental (igual que Alma Ata), cuyas plantas presentan un comportamiento muy similar a las plantas de la variedad Alma Ata.

Primeramente, se realizó una comparación de los datos de Alma Ata contra los de Siberia y se determinó que las plantas de Siberia absorben 25% más de nutrimentos que las plantas de Alma Ata, por esta razón se pensó en ajustar las dosis a esta mayor necesidad. Sin embargo, el número de planta por m² de Siberia (52 bulbos m⁻²) es menor que el de Alma Ata (66 bulbos m⁻²), por lo que el incremento para las plantas de Siberia se estableció en 20% de más, con respecto a los valores de los nutrimentos de las plantas de Alma Ata.

El Cuadro 9 muestra los requisitos de nutrimentos de las plantas de Siberia, en donde se puede apreciar que, al igual que las plantas de Brunello, Algarve y Alma Ata (Cuadro 6), las de Siberia requieren en mayor cantidad K_2O , seguido por N, CaO, MgO, P_2O_5 y S.

Cuadro 9. Requisitos de nutrimentos de las plantas de lirio, variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.

Variedad	g m ⁻²					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
O- Siberia	12	2,2	31,4	3,8	6,1	0,7

O: Oriental

Una vez obtenidos los requisitos de nutrimentos de las plantas de Siberia, se empezó a elaborar los programas de fertilización, que constituyeron los tratamientos a validar aplicados al campo, los cuales en términos de productos comerciales y épocas, se especifican en el Cuadro 10.

Uno de los programas usados se llamó programa de Requisitos, el cual se basó en la utilización estricta de los requisitos de nutrimentos propios de las plantas de lirios. Esta decisión se tomó considerando que para un cultivo de ciclo tan corto sería ventajoso contar con todas sus necesidades disponibles en forma inmediata.

El otro programa llamado Ajustado, se hizo usando la mitad de los requisitos de nutrimentos de las plantas, ya que se pensó en probar la eficiencia del suelo, asumiendo de esta forma que el suelo aportaba la mitad de los requerimientos de las plantas dado que los niveles para algunos de los elementos, especialmente K, estaban por encima de los niveles críticos; sin embargo solo con el P se trabajó con tres veces más del valor del requisito, esto porque dicho elemento puede perder su disposición por fijación muy fácilmente y en gran cantidad.

Los fertilizantes granulares utilizados en el Programa Finca, así como el momento de su aplicación, se detallan en el Cuadro 11 y los fertilizantes granulares y foliares utilizados por la empresa Flor Bella S.A., para los lirios tipo Asiático, Híbrido L/A y Oriental se describen en el Anexo 12.

Cuadro 10. Programas de fertilización evaluados en las plantas de lirio variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.

Programa de Requisitos

Semanas después de siembra					
1	2	3	4	5	6
	12-24-12 9 g m ⁻²				
	Nitrato de Calcio 18 g m ⁻²		Nitrato de Calcio 5 g m ⁻²		
			Nitrato de Potasio 34 g m ⁻²		Nitrato de Potasio 25 g m ⁻²
	KMag 20 g m ⁻²				

Programa Ajustado

Semanas después de siembra					
1	2	3	4	5	6
	DAP 9 g m ⁻²		DAP 5 g m ⁻²		
			Nitrato de Calcio 12 g m ⁻²		
			Nitrato de Potasio 12 g m ⁻²		
	KMag 11 g m ⁻²				
					Sulfato de Potasio 16 g m ⁻²

Cuadro 11. Programa de fertilización utilizado por la empresa Flor Bella S.A. en plantas de lirios tipo Oriental, en San José de la Montaña, Heredia.

Programa Finca					
Semanas después de siembra					
1	2	3	4	5	6
	12-24-12 50 g m ⁻²			Nitrato de Calcio 12 g m ⁻²	
	Sulfato de Magnesio 10 g m ⁻²				
	Magnesamón 6 g m ⁻²				

Los tres programas de fertilización mencionados anteriormente, evaluados en términos de N, P₂O₅, K₂O, MgO, CaO y S de cada uno de los fertilizantes granulares utilizados en cada uno de los programas aplicados al campo, se detallan en el Cuadro 12.

Como es posible observar, en el caso del N la cantidad aplicada en la Finca es tres cuartas partes de la cantidad total aplicada por m² en el programa Requisitos. Por otro lado, en el caso del programa Ajustado, la cantidad de N se redujo a la mitad con respecto al programa de Requisitos, según lo establecido (Cuadro 12).

Con respecto al P₂O₅, en el programa Requisitos la cantidad total que se utilizó de este elemento fue aproximadamente una sexta parte de la cantidad total a aplicar por el programa Finca; no obstante, en el programa Ajustado, esta cantidad fue mayor, llegando a la mitad de la cantidad total utilizada por la finca (Cuadro 12).

En el caso del K₂O, este elemento en el programa Requisitos fue aplicado aproximadamente cinco veces más que en el programa Finca y en el Ajustado, según se estableció en forma generalizada para este tratamiento, se redujo a la mitad.

Cuadro 12. Cantidad de N, P₂O₅, K₂O, MgO, CaO y S de cada uno de los fertilizantes granulares utilizados en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado, en la variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.

Programa de Fertilización	Producto	Cantidad (g m ⁻²)	%						g m ⁻²						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S	
Finca	12-24-12	50	12	24	12				6	12	6				
	Nitrato de Calcio	12	15	0	0		26		1,8	0	0	0		3,1	
	Magnesamón	6	21	0	0	7,5	11		1,3			0,5		0,7	
	Sulfato de Magnesio	10				17		14				1,7			1,4
TOTAL									9,1	12,0	6,0	2,2	3,8	1,4	
Requisitos	12-24-12	9	12	24	12				1,1	2,2	1,1				
	Nitrato de Calcio	23	15	0	0		26		3,4					5,9	
	Nitrato de Potasio	59	13		44				7,6		25,9				
	KMag	20			22	18		22			4,5	3,7			4,5
TOTAL									12,1	2,2	31,4	3,7	5,9	4,5	
Ajustado	DAP	14	18	46	0				2,6	6,6	0				
	Nitrato de Calcio	12	15	0	0		26		1,8					3,1	
	Nitrato de Potasio	12	13		44				1,6		5,3				
	Sulfato de Potasio	16			50			17			8,1				2,8
	KMag	11			22	18		22	0		2,4	1,9			2,4
TOTAL									6,0	6,6	15,8	1,9	3,1	5,1	

En relación con los nutrientes MgO, CaO y S, sus cantidades se afectaron en los programas, como consecuencia del ajuste de los tres elementos principales (N, P y K), quedando de la siguiente manera: el MgO y CaO resultaron muy semejantes en los programas Finca y Ajustado y un 60% mayores en el programa Requisitos. En el caso del S al programa Requisitos se le aplicó cuatro veces más que al de Finca y en el Ajustado no se efectuó la disminución a la mitad debido a la utilización de Sulfato de K (Cuadro 12).

IV.F.2. Comportamiento del ensayo durante su permanencia en el campo

Durante el proceso de establecimiento de los diferentes programas de fertilización propuestos y el establecido por la finca, debido a la calidad del material de siembra que fue asignado, se presentaron problemas en ciertos bulbos con *Phytium* sp. y *Fusarium* sp., que afectaron seriamente el crecimiento normal de algunas de las plantas, especialmente en aquellas cajas en donde se realizó la aplicación de la dosis normal de foliares. Este hecho causó una gran desuniformidad y un reducido crecimiento en esta sección del experimento, por lo que se decidió tomar como evaluación principal de los tratamientos los resultados obtenidos por los programas con mitad foliar. Los resultados de los programas con aplicación normal de foliares, se presentan en los Anexos 13, 14, 15 y 16.

No obstante, a pesar de lo anterior, se notaron diferencias en cuanto al aspecto del follaje en los tratamientos con foliar normal y mitad foliar, presentando un color verde más intenso las plantas a las cuales se les aplicó la cantidad normal de fertilizantes foliares, lo cual era de esperarse (Figura 8).



Figura 8. Plantas de Siberia con aplicación normal y mitad de foliares.

IV.F.3. Número, Peso Fresco y Botones en plantas de lirio variedad Siberia

Las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos por las plantas de la variedad Siberia, sometidas a los diferentes programas de fertilización propuestos y el establecido por la finca, con la mitad de la aplicación normal de los fertilizantes foliares, así como el Testigo Absoluto.

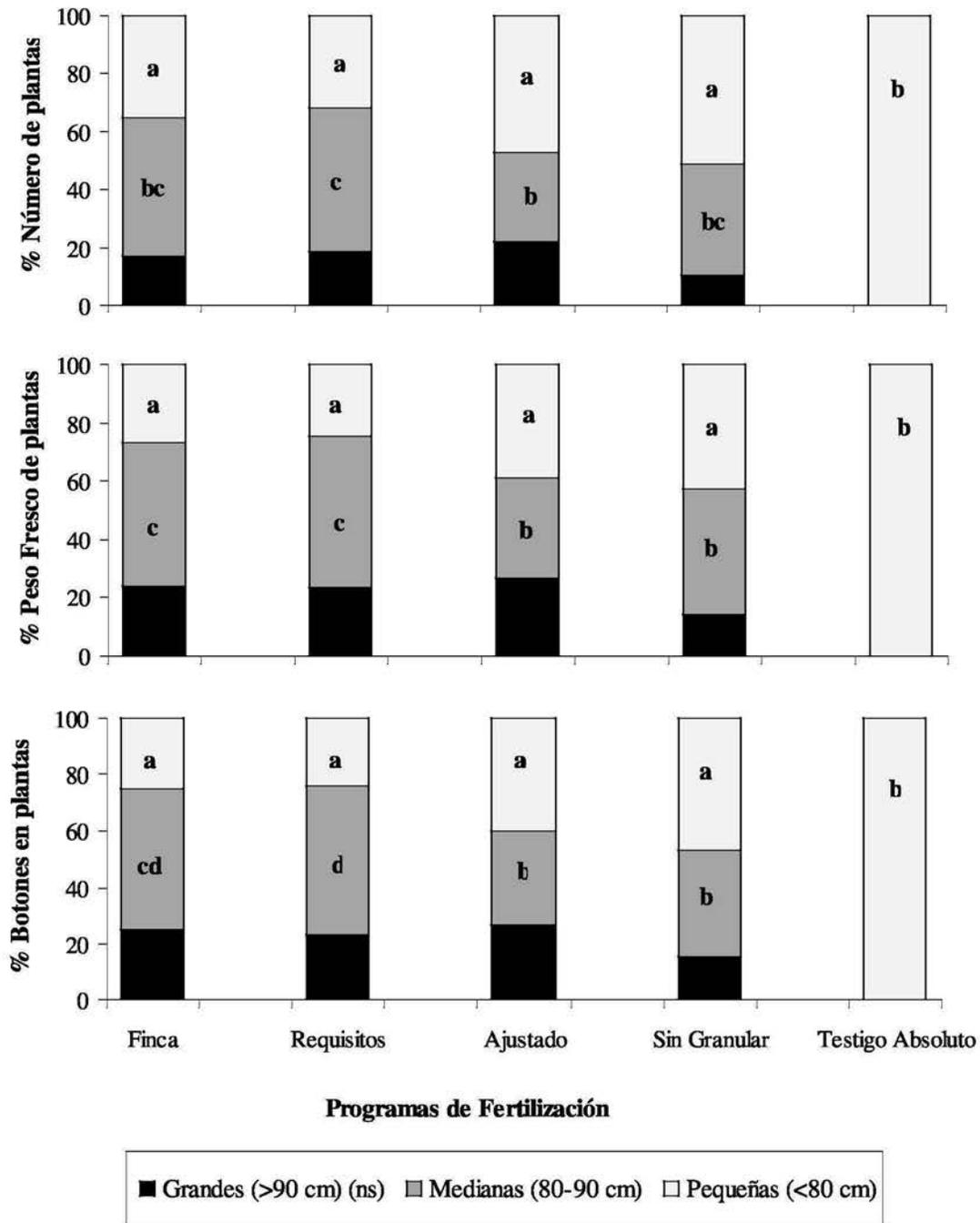
La Figura 9 muestra los porcentajes de número de plantas, peso fresco y número de botones totales obtenidos al separar por tamaños las plantas de los diferentes programas. Los datos expresados en número m^{-2} que dieron origen a estos porcentajes se muestran en el Cuadro 13, mientras que en el Anexo 17 se muestran los datos obtenidos por cada una de las repeticiones de cada programa de fertilización.

Como es posible observar en la Figura 9 para las tres variables evaluadas, las plantas de tamaño grande no mostraron diferencias significativas entre los diferentes programas, lo cual no sucedió con las plantas de tamaño mediano y pequeño.

En el caso de las plantas de tamaño pequeño, los cuatro programas utilizados en campo mostraron una gran diferencia significativa con las plantas del Testigo Absoluto; lo cual demuestra la importancia de la fertilización. Por su parte, el porcentaje de plantas medianas fue el que introdujo más variación entre tratamientos y lo hizo a favor de los programas Finca y Requisitos.

Excluyendo del análisis al Testigo Absoluto, los programas en los que el porcentaje de plantas pequeñas, que probablemente ofrecieron brotes de menor calidad, fue más abundante (aunque no significativo estadísticamente) fueron el Sin Granular y el Ajustado, lo que parece indicar que bajar tanto la dosis (como a la mitad del requisito, excepto P, que fue lo que se hizo en el Ajustado) no permite mantener la calidad de los tallos finales obtenidos.

Es importante hacer notar la semejanza, estadísticamente significativa, entre los programas Finca y Requisitos tanto en porcentaje de número de plantas, peso y número de botones presentes en cada tipo de tamaño de planta; esto a pesar de las diferencias entre las cantidades de nutrimentos aplicados en cada programa.



*Letras distintas indican diferencias significativas con $LSD < y/6 = 0.05$

ns: no significativo

Figura 9. Porcentaje de número de plantas, peso fresco y número de botones en plantas de lirio variedad Siberia, de tamaño pequeño (<80cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90cm), sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo Absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Cuadro 13. Promedio del número de plantas, peso fresco de plantas y número de botones por m² en plantas de tamaño pequeño (<80 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Número de Plantas m⁻²			Peso Fresco de Plantas m⁻²			Número de Botones en Plantas m⁻²		
	Pequeñas	Medianas	Grandes	Pequeñas	Medianas	Grandes	Pequeñas	Medianas	Grandes
Finca	17 a	23 bc	8 a	702 a	1282 c	635 a	30 a	61 cd	30 a
Requisitos	15 a	24 c	9 a	650 a	1473 c	688 a	29 a	65 d	29 a
Ajustado	23 a	15 b	11 a	945 a	915 b	762 a	52 a	42 b	33 a
Sin Granular	22 a	17 bc	5 a	783 a	903 bc	390 a	52 a	43 bc	18 a
Testigo Absoluto	39 b	0 b	0 a	1517 b	0 b	0 a	92 b	0 b	0 a

*Letras distintas indican diferencias significativas con LSD $< y/6 = 0.05$

Lo anterior se puede explicar al comparar la cantidad de P aplicado en ambos programas, donde en el programa Requisitos, la dosis aplicada fue de casi una sexta parte del P que se aplica regularmente en la finca; lo que demuestra que este elemento se estaba adicionando en cantidades muy elevadas e innecesarias en la rutina regular de la finca. Tampoco el fraccionamiento de P propuesto en el Ajustado parece haber incidido favorablemente.

De igual manera, el hecho que el tratamiento Requisitos haya dado resultados tan parecidos al de Finca, pese a que en el de Requisitos se aplicó hasta cinco veces más K, debido a que es ampliamente requerido por las plantas de lirio, es un indicador que este elemento, cuando los niveles en el suelo son adecuados, es posible que pueda ser suplido parcialmente por este, y su aplicación, en grandes cantidades, no resulta en una ventaja significativa en términos cuantitativos de rendimiento.

Asimismo, es importante notar que, sumando las plantas de tamaño mediano y grande, el mayor porcentaje se obtuvo cuando se aplicó el programa siguiendo estrictamente los Requisitos (Figura 9), lo cual refleja que de este programa se obtuvo la mayor cantidad de plantas deseables para exportación.

La tendencia a mejorar la calidad, que presenta este programa Requisitos, podría asociarse a ese exceso de K aplicado, que ofreció niveles disponibles más altos a la planta que en cualquiera de los otros programas. Efectuar ensayos considerando dosis de este elemento, sería la manera de afinar la eficiencia del suelo en el suplemento del mismo. Es importante notar que el K fue principalmente suplido por Nitrato de Potasio, fuente que con frecuencia se recomienda para mejorar la calidad de las plantas, debido al sinergismo entre el K y N, lo cual posiblemente produjo un efecto positivo en el comportamiento de las plantas de lirio. Otros elementos que podrían estar influyendo en este mejoramiento de la calidad son el S y el Mg (Lazcano 1998, IPNI 2010) pero con este ensayo no fue posible evaluar su efecto.

IV.F.4. Número, Peso Fresco y Seco de Botones de tamaño pequeño, mediano y grande en plantas de lirios variedad Siberia

La cantidad, peso fresco y seco de botones de tamaño pequeño, mediano y grande, en cada uno de los programas utilizados y en el Testigo Absoluto, fueron otras variables evaluadas. Los datos de estas variables, expresados en m^2 , se describen en el Anexo 18. En forma porcentual, estos mismos datos para la fertilización con mitad foliar, se muestran en la Figura 10.

Como se puede observar, las plantas del Testigo Absoluto y Sin Granular presentaron un porcentaje pequeño de botones de tamaño grande (en comparación con los otros programas) siendo en ambos casos los botones de tamaño mediano los que abarcaron la mayor proporción (Figura 10). Por su parte, los otros tres programas evaluados mostraron mucha semejanza en la cantidad de botones en los tres tamaños expuestos. No obstante es evidente que las plantas de los programas Requisitos y Ajustado obtuvieron un mayor porcentaje de botones de tamaño grande (31% y 28% respectivamente), con respecto al programa Finca, lo cual es importante debido a que son los botones de estos tamaños los que se espera y se desea obtener (Figura 10) (Correa 2003).

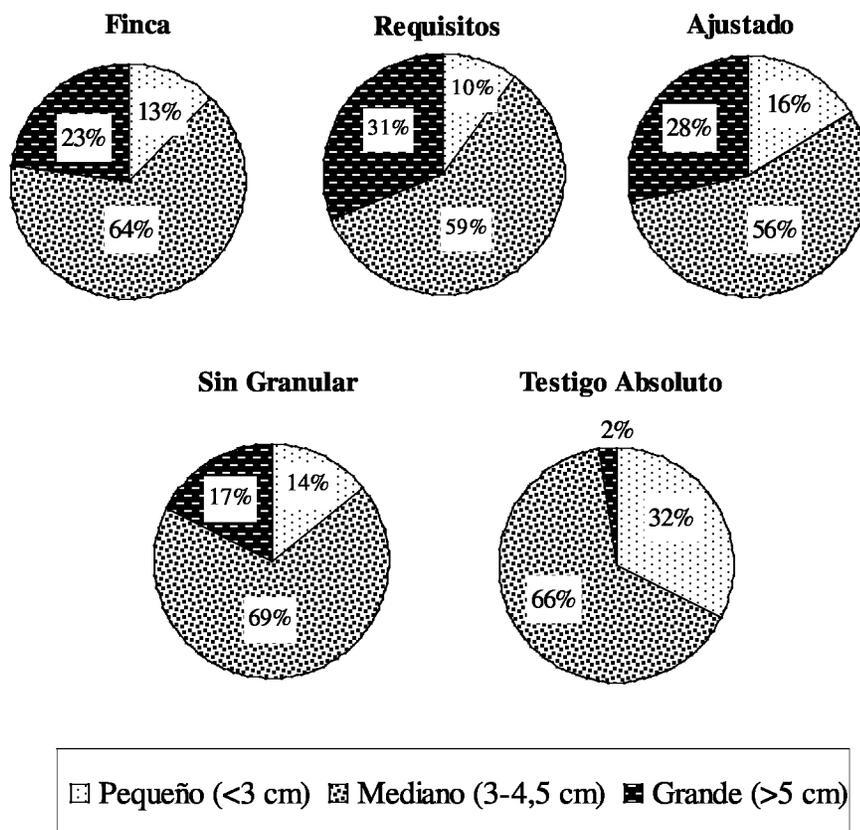


Figura 10. Porcentaje de botones de tamaño pequeño, mediano y grande, en plantas de lirios variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia, en los diferentes programas de fertilización con mitad foliar utilizados y el Testigo Absoluto.

Esta mejoría en los tamaños de los botones, probablemente se deba a la mayor cantidad de K, Mg y S que fue aplicado a las plantas bajo el programa Requisitos y Ajustado con respecto al de Finca (con excepción del MgO y CaO en el caso del Ajustado al cual se le aplicó un poco menos en comparación con el de Finca), ya que se ha demostrado, en otros cultivos, que estos elementos ayudan a mejorar la calidad de los mismos (Lazcano 1998; IPNI 2010). Asimismo pudo haber influido el sinergismo mencionado entre K y N.

IV.F.5. Apariencia de los bulbos de lirio variedad Siberia

La apariencia de los bulbos fue otro de los parámetros que se evaluó. Para realizar esta evaluación por programa, los bulbos en conjunto con las raíces adventicias se separaron por categoría, en donde cada una representaba:

Categoría mala: bulbos con muy poca y mala raíz adventicia.

Categoría media: bulbos con poca, pero buena raíz adventicia.

Categoría buena: bulbos con mucha y buena raíz adventicia.

El número de bulbos de categoría mala, media y buena expresados por m² de cada uno de los programas de fertilización aplicados al campo, así como del Testigo Absoluto se detallan en el Anexo 19 y en la Figura 11 se muestran los mismos datos pero expresados en porcentajes.

Como es posible observar, las plantas de los programas Finca, Requisitos y Ajustado, presentaron una distribución semejante entre las distintas categorías (28 a 39%), siendo las plantas del programa Finca, las que obtuvieron el mayor porcentaje de bulbos con categoría mala (39%), y las plantas del programa Requisitos y Ajustado las que mostraron mayor porcentaje de bulbos con categoría buena (35-34%) (Figura 11). Esta distribución es muy semejante a la que presentaron los bulbos en la condición de Testigo Absoluto, lo que podría demostrar la baja influencia de la fertilización al suelo sobre el comportamiento de los bulbos.

Por el contrario, el efecto que es muy relevante de destacar, es el que presentaron los bulbos de las plantas del programa Sin Granular, ya que mostraron un significativo mayor porcentaje de bulbos de categoría buena (56%) (Figura 11).

Según los resultados anteriormente expuestos, el programa Sin Granular fue el que mostró la mejor apariencia de los bulbos y raíces, así como la mayor cantidad de raíces adventicias, lo cual posiblemente se deba a un efecto de sobrevivencia de las plantas de lirio sometidas a este programa. Lo que probablemente sucedió fue que las raíces de lirio al no tener nutrimentos disponibles cerca de ella (porque no se les aplicó ningún fertilizante granular), empezaron a extenderse, para buscar alimento en el suelo (Roh 1999), lo cual explica la mayor cantidad de raíces con respecto a las obtenidas por las plantas de los otros programas.

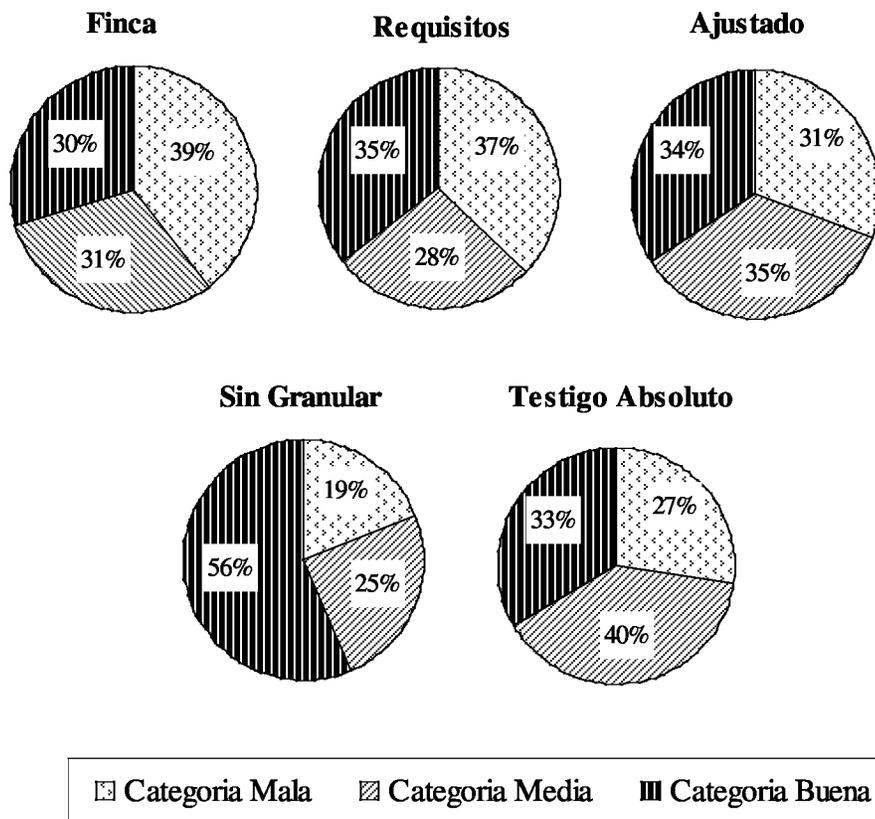


Figura 11. Porcentaje de bulbos de la variedad de lirio Siberia, de apariencia mala, media o buena en los diferentes programas de fertilización con mitad foliar utilizados y el Testigo Absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Hay que considerar que en este caso, el aporte de nutrimentos por parte del suelo, fue óptimo (como es posible observar en el Cuadro 1, muestra Suelo + Granza), lo que permitió que las plantas del programa Sin Granular, se abastecieran apropiadamente, sin embargo, si el suelo hubiese tenido un aporte bajo de nutrimentos, los resultados probablemente hubiesen sido diferentes.

Otro aspecto importante a considerar es la participación de la fertilización foliar, ya que si solo la disponibilidad en el suelo hubiera sido necesaria, se habría obtenido un comportamiento similar al programa Sin Granular con los bulbos y raíces de las plantas del Testigo Absoluto, cosa que no sucedió.

Las plantas de Sin Granular, si bien es cierto no recibieron fertilizantes granulares, sí recibieron foliares, lo cual posiblemente produjo un efecto estimulante que propició que las raíces de estas plantas empezaran a buscar nutrimentos en el suelo para absorberlos y transportarlos a las partes aéreas, repercutiendo en un mayor crecimiento de las raíces.

Caso contrario podría haber sucedido con las plantas de los otros programas, en donde al darles los fertilizantes necesarios para su sobrevivencia, las raíces no se estimularon y no se pudieron extender como las raíces de las plantas de Sin Granular, ni presentar la buena apariencia. Esto evidencia el aporte tan importante dado por los fertilizantes foliares utilizados, aún cuando en este ensayo la dosis de fertilización foliar correspondió con la mitad. Este mismo efecto se obtuvo con las plantas de aplicación normal (Anexo 15).

IV.F.6. Concentración y absorción de elementos

A partir de las evaluaciones de peso fresco y seco realizadas a las plantas cosechadas en cada tratamiento, y de los análisis químicos efectuados a la parte aérea, se determinó la absorción de nutrimentos efectuada por las plantas de la variedad Siberia en cada programa evaluado.

Los pesos frescos y secos por planta y por repetición, así como el porcentaje de humedad (% H), concentración y absorción de elementos mayores y menores de los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustados aplicados en campo, se muestran en el Anexo 20.

Asimismo, en una forma resumida, en el Cuadro 14 se presentan los promedios de estos datos (peso seco, concentración y absorción por planta) para los elementos mayores, con el fin de comparar los resultados de los programas de fertilización mencionados anteriormente, con los obtenidos previamente en la variedad Siberia bajo condiciones comerciales (estudio de clasificación de variedades, Anexo 4). Debe quedar claro que entre las dos evaluaciones hay diferencias entre calidad de los bulbos y condiciones ambientales y de manejo.

Cuadro 14. Promedio de peso seco, concentración y absorción de elementos mayores por planta, de la parte aérea de lirios variedad Siberia, en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado, y en una plantación comercial aplicado por la empresa Flor Bella S.A., en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Peso Planta ⁻¹ (g)	Concentración (%)						Absorción (mg pl ⁻¹)					
	P.S.	N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
Finca	9	1,82	0,14	3,13	0,37	0,75	0,11	132,15	10	220	26	52	7
Requisitos	10	1,64	0,12	3,29	0,29	0,52	0,09	98	7	195	18	32	5
Ajustado	10	1,82	0,12	3,01	0,28	0,49	0,09	128	8	211	20	35	6
Plantación Comercial	14	1,7	0,12	3,2	0,2	0,4	0,09	240	17	441	31	60	13

P.S.: Peso Seco

Las plantas de la variedad Siberia evaluadas en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado, con un porcentaje de humedad de 85-86%, mostraron un promedio de peso seco entre 9 y 10 g planta⁻¹, mientras que la plantación comercial, con 85% de humedad, presentaron pesos de 14 g planta⁻¹ (Cuadro 14). De igual manera, si se comparan los datos de absorción, se puede notar una gran diferencia entre los mismos, siendo las plantas crecidas bajo condiciones comerciales, las que mostraron datos de absorción mayores, en algunos casos hasta el doble de lo obtenido por las plantas de la variedad Siberia de los programas Finca, Requisitos y Ajustado (Cuadro 14).

Esta diferencia tan marcada entre plantas de una misma variedad, es debida a que las plantas de Siberia sometidas a los programas Finca, Requisitos y Ajustado, se tuvieron que cosechar antes de tiempo, por motivos ajenos al ensayo, lo que impidió que las plantas llegaran a crecer y a absorber las mismas cantidades de nutrimentos que las otras plantas de la variedad Siberia (las de la plantación comercial) que sí completaron su ciclo de vida.

Se puede atribuir la diferencia especialmente a esta falta de crecimiento final, pues al observar en el Cuadro 14 todas las plantas de Siberia sometidas a los cuatro programas de fertilización descritos, mostraron una concentración de nutrimentos muy similar.

V. Resumen de los Resultados

1. El aporte de nutrimentos por parte del bulbo es primordial durante todo el ciclo de vida, especialmente al inicio; no obstante no es suficiente, por lo que se debe complementar con fertilización.
2. Las variedades de lirios Brunello, Algarve y Alma Ata, poseen requerimientos nutricionales semejantes y la mayor absorción de K, N y P ocurre hacia el final del ciclo.
3. Para una producción de 66 (Alma Ata) y 72 (Brunello y Algarve) tallos m^{-2} de un peso fresco aproximado de 87-120 g (con 89% H), el consumo de N, P, K, Mg y Ca por la parte área de los lirios fluctuó entre 15-18, 1,2-1,6, 26,7-40,3, 1,9-2,5, 3,8-5,1 $g m^{-2}$, respectivamente, siendo la variedad Brunello la que más nutrimentos absorbió.
4. Los contenidos de nutrientes de N, P, K, Mg y Ca en los bulbos al momento de la siembra oscilaron entre 144-178, 19-28, 160-173, 6-6,9, 5,5-7,2 $mg planta^{-1}$, respectivamente.
5. Entre las 13 variedades de lirios estudiadas, los coeficientes de variación en la mayoría de los casos fueron superiores al 20%, tanto en concentración como en absorción de nutrimentos, sin embargo, el origen de las variedades, el calibre de los bulbos y la absorción de elementos como N, P y K, son criterios de agrupación alternativos, que podrían usarse para tomar decisiones nutricionales.
6. No aplicar ningún tipo de fertilizante (ni granular, ni foliar), conlleva a una disminución en el rendimiento de las plantas de lirio.
7. Para la mayoría de los nutrientes, no parece necesario agregar cantidades mayores a las requeridas y reducir la dosis de fertilización a la mitad de los requisitos induce a una disminución en la calidad de las plantas.

8. Las plantas de tamaño mediano fueron las que introdujeron las diferencias significativas entre los programas de fertilización evaluados, siendo el programa Requisitos el que presentó el mayor número de plantas de tamaño mediano, con mayor peso y mayor número de botones por planta. También, la suma de plantas medianas y grandes fue mayor en Requisitos, lo cual podría asociarse al exceso de K aplicado en este programa, así como al Mg y S.
9. Las plantas de los programas Requisitos y Ajustado mostraron el mayor número de botones de tamaño grande (>5 cm), siendo estos los que la empresa les interesa obtener.
10. El uso de cantidades de P más allá de las requeridas por el cultivo y en forma fraccionada no constituyó una ventaja para la variedad Siberia evaluada.
11. Completar el requisito total de K de los lirios vía fertilización granular no condujo a mejorar los rendimientos, sin embargo, sí ayudó a mejorar la calidad de las plantas.
12. Las aplicaciones foliares demostraron ser importantes, especialmente en ausencia de fertilizantes granulares para la estimulación del desarrollo de las raíces, ya que el programa Sin Granular, o sea con solo fertilización foliar, presentó el mayor porcentaje (56%) de bulbos y raíces adventicias con la mejor apariencia.
13. La concentración de los elementos en plantas de la variedad Siberia sometidas a los programas Finca, Requisitos y Ajustado, son semejantes a las provenientes de la plantación comercial.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar más estudios sobre curvas de absorción de nutrimentos en otras variedades de lirios utilizadas comercialmente, con el fin de conocer los requerimientos nutricionales de las mismas y poder así realizar programas de fertilización más precisos.
- 2.** Realizar nuevos ensayos con los programas de fertilización propuestos, utilizando bulbos de buena calidad y usando diferentes variedades de lirios provenientes también de diferentes grupos. De igual forma, realizar estos ensayos propiamente en el suelo, así como en cajas.
- 3.** Efectuar nuevos ensayos utilizando el programa Requisitos, pero cambiando las dosis de K, con el fin de afinar la eficiencia del suelo en el suplemento del mismo.
- 4.** Realizar ensayos que permitan evaluar el sinergismo entre los diferentes elementos existentes, con el fin de ver si alguno ayuda a mejorar la calidad en las plantas de lirios.

VII. LITERATURA CITADA

- ALBERTO, I.; DE FELIPE, A.; ALVAREZ, E.; MALDONADO, R.; URIBE, M.; DIAZ, M.; SANCHEZ, M.; COLINAS, M.; MARTINEZ, A.; ALMAGUER, G. 2004. Crecimiento y nutrición de Iris amarillo mexicano (*Iris pseudacorus* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 127-132.
- AMTMANN, A.; BLATT, M. 2009. Regulation of macronutrient transport. New Phytologist 181: 35-32.
- ARCE, R. 2009. El mercado de flores en Estados Unidos. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), San José, C.R. 40 p.
- ARCE, R.; CHACÓN, E.; CHAVES, G.; TRISTÁN, A. 2008. Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), San José, C.R. 220 p.
- ARRIAGA, R.; GONZÁLEZ, A.; CASTILLO, A.; OLALDE, V.; REYES, B.; AGUILERA, B. 2009. Respuesta de *Lilium* sp. al fósforo y su relación con *Glomus fasciculatum* y *Bacillus subtilis*. FYTON 78: 91-100.
- ARTACHO, P.; PINOCHET, D. 2008. Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo del tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). Agrociencia 42: 37-45.
- AZOFEIFA, A.; MOREIRA, M. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annum* cv. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 29 (1): 77-84.
- BERTSCH, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 76 p.

- BERTSCH, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. 157 p.
- BERTSCH, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del suelo (ACCS). San José. Costa Rica. 307 p.
- BERTSCH, F.; HERNÁNDEZ, C.; ARGUEDAS, F.; ACOSTA, M. 2003. Curvas de absorción de nutrimentos en dos variedades, Bribri y Sacapobres, de fríjol común de grano rojo. *Agronomía Costarricense* 27(2): 75-81.
- BETANCOURT, M.; RODRÍGUEZ, M.; SANDOVAL, M.; GAYTÁN, E. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv. Stargazer. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. Vol. 11 (002): 371-378.
- CABALCETA, G.; SALDIAS, M.; ALVARADO, A. 2005. Absorción de nutrimentos en el cultivar de papa MNF-80. *Agronomía Costarricense* 29(3): 107-123.
- CABRERA, M; ÁLVAREZ, R; CASTRO, N. 2005. *Botrytis elliptica* causa de tizón en *Lilium* sp., en cultivos de Corrientes, Argentina (en línea). Universidad Nacional del Nordeste. Consultado 15 mar. 2009. Disponible en www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-011.pdf
- CHAVES, G.; CERDAS, V.; LÓPEZ, K.; TRISTAN, A.; VARGAS, L. 2009. Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), San José, C.R. 244 p.
- CORRALES, M.; BERTSCH, F.; BEJARANO, J. 2005. Los laboratorios de análisis de suelos y foliares en Costa Rica: Informe del Comité de Laboratorios de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas. *Revista Agronomía Costarricense* 29 (3): 125-135.
- CORREA, M. 2003. Caracterización de los estados de desarrollo y determinación de las curvas de absorción de nutrientes en *Lilium* sp. Cvs. Miami, Navona y Fangio para flores de corte. Tesis Mag. Sc. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 90 p.

- DE CAMPOS, A.; SILVA, C.; VIDAL, D.; MENEHUELLI, N. 2002. Analytical quality program of soil fertility laboratories that adopt EMBRAPA methods in Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33 (15-18): 2661-2672.
- DONALD, J.; RODRÍGUEZ, M.; SÁNCHEZ, P.; MORA, A.; CÁRDENAS, E. 2002. Foliar fertilization of mango (cv Haden) for the control of malformation. *Acta Horticulturae* 594:667-673 p.
- FACCHINETTI, C; MARINANGELI, P. 2008. Avances en la producción nacional de bulbos de liliium (en línea). *AgroUNS* 5 (9):5-9. Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Consultado 15 mar. 2009. Disponible en <http://www.criba.edu.ar/agronomia>
- FAGERIA, N.; BALIGAR, V.; ALLAN, Ch. 1997. *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2 ed. New York, Marcel Dekker, 624 p.
- FALLAS, R.; BERTSCH, F.; MIRANDA, E.; HENRÍQUEZ C. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrientes de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agronomía Costarricense* 34(1): 1-15.
- GARÓFALO, L.; VIÉGAS, R.; FEITOSA DE VASCONSELOS, A.; VIEIRA, H. 2005. Effect of potassium on moringa plants growth in nutrient solution. *Revista de Biología e Ciências da Terra* 5 (002): 9.
- GILL, S.; DUTKY, E., SCHUSTER, C.; WADKINS, S.; KLICK, S. 2006. Production of Hybrid Lilies as Cut Flowers (en línea). University of Maryland Cooperative Extension. Consultado 11 jun. 2009. Disponible en www.extension.umd.edu/publications/pdfs/FS687
- GISLERØD, H. 1999. The role of calcium on several aspects of plant and flower quality from a floricultural perspective. Department of Horticulture and Crop Sciences, Agricultural University of Norway. 345-352.

- GONZÁLEZ, P.; BERTSCH, F. 1989. Absorción de nutrimentos para el crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) var. "Super White" durante su ciclo de vida en invernadero. *Agronomía Costarricense* 13 (1): 51-60.
- GUEVARA, E. 2006. Capítulo 1: Arquitectura vegetal. En: *Fisiología de la producción de los cultivos tropicales* Vol. 6. Editorial UCR. San José, Costa Rica. 55 p.
- HERNÁNDEZ, J. 2008. Perfil producto: plantas, flores y follajes. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), San José, C.R. 38 p.
- HIRZEL, J. s.f. Capítulo 3: Fertilización del cultivo del tulipán. Técnicas de producción de tulipanes (en línea). Provincia del Arauco, Región del Bío Bío. 39-49 p. Consultado 25 sept. 2010. Disponible en:
www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR29738.pdf
- HIRZEL, J.; RUZ, E.; SCHIAPPACASSE, F. 2003. Determinación de la producción de materia seca y extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en *Liatris callilepis*. *Agricultura Técnica (Chile)* 63(2): 193-201.
- HOLCOMB, E.; GAMEZ, S.; BEATTIE, D.; ELLIOTT, G. 1992. Efficiency of fertigation programs for Baltic Ivy and Asiatic Lily. *HortTechnology* 2 (1): 43-46.
- INTERNACIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). 2010. Efecto del potasio, magnesio y azufre en el rendimiento y calidad de la caña de azúcar (en línea). Consultado 20 nov. 2010. Disponible en:
[www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/8A59FDE0857BAF0306256C1500680481](http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/8A59FDE0857BAF0306256C1500680481)
- LAZCANO, I. 1998. El papel del azufre y el potasio en la producción de hortalizas de alta calidad en México. 3 (2): 1-5.
- MARSCHNER H. 1995. *The Mineral nutrition of higher plants*. 2 ed. London, Academic Press. 889 p.

- MOLINA, E., R. SALAS, Y A. CASTRO. 1993. Curvas de crecimiento y absorción de nutrimentos en fresa (*Fragaria x ananasa* cv. Chandler) en Alajuela. *Agronomía Costarricense* 17(1):67-73.
- NARDI, C.; BURIOL, G.; BELLE, R.; STRECK, N.; SCHUC, M. 2004. Vernalização afecta a mobilização de reservas de açúcares e nitrógeno e a emergencia de plantas de lirio (*Lilium longiflorum* Thunb.) “Snow Queen”. *Ciência Rural Santa María* 34 (004): 1027-1033.
- NAVARRETE, R. 2005. Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de campo en Zamorano. Tesis Lic. en Agronomía. Zamorano, Honduras. 21 p.
- NELSON, P.; KOWALCZYK, M.; NIEDZIELA, W.; MINGIS, N.; SWALLOW, W. 2003. Effects of relative humidity, calcium supply, and forcing season on tulip calcium status during hydroponic forcing. *Scientia Horticulturae* 98: 409–422.
- O’DONOGHUE, E.; SOMERFIELD, S.; HEYES, J. 2002. Vase solutions containing sucrose result in changes to cell walls of sandersonia (*Sandersonia aurantiaca*) flowers. *Postharvest Biology and Technology* 26: 285–294.
- OOSTHUYSE, S. 1997. Relationship between leaf nutrient concentrations and cropping or fruit quality in mango. *S.A. Mango Growers’ Association Yearbook* 17:1-15.
- ORTEGA, R.; CORREA, M.; OLATE, E. 2006. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia* 40: 77-88.
- PROCOMER 2004-2008. Costa Rica: Estadísticas de Exportación 2003-2007 (en línea). Consultado: 15 nov. 2010. Disponible en: www.procomer.com
- PROCOMER 2010. Costa Rica: Estadísticas de Exportación Octubre 2010. (en línea). Consultado: 15 nov. 2010. Disponible en: www.procomer.com

- QUESADA, G. 2010. Evaluación de estrategias para ajustar programas de fertilización a partir de curvas de absorción de híbridos de tomate en invernadero. Tesis Mag. Sc en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 121 p.
- RAMIREZ, M.; TREJO, L.; GOMEZ, F.; SANCHES, P. 2010. La relación K^+/Ca^{2+} de la solución nutritiva afecta el crecimiento y calidad postcosecha del Tulipán. Revista Fitotecnia Mexicana 33 (2): 149-156.
- RODRIGUEZ, W.; LEIHNER, D. 2006. Análisis del crecimiento vegetal. En: Fisiología de la producción de cultivos tropicales Vol. 7. Editorial UCR. San José, Costa Rica. 39 p.
- ROH, M. 1999. Physiology and Management of *Lilium* bulbs. Acta Hort. 482: 39-46.
- SARAVIA, F. 2004. Elaboración de curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras. Tesis Lic. en Agronomía. Zamorano, Honduras. 30 p.
- SORIANO, C. 2000. Efecto de la fertilización tradicional y una ajustada a la curva de extracción de nutrientes en *Lilium* cv. Sancerre. Taller de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 48 p.
- TOIT, E.; ROBERTSE, P.; NIEDERWIESES, J. 2004. Plant carbohydrate partitioning of *Lachenalia* cv. Ronina during bulb production. Scientia Horticulturae 102: 433-440.
- VARSHNEY, A.; SRIVASTAVA P.; DHAWAN, V. 2001. Effect of doses of nitrogen, phosphorus and potassium on the performance of *in vitro* propagated bulblets of *Lilium* sp. (Asiatic hybrids). Current Science 81 (10): 1296-1298.
- VEGA, T. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de cinco híbridos de zanahoria (*Daucus carota* L.). Tesis Lic. en Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 78 p.

VILLACÍS, J. 2008. Evaluación de tres variedades de *Lilium* sp. de mayo a julio a 1500 msnm en el cerro Uyuca, Honduras. Tesis Lic. en Agronomía. Zamorano, Honduras. 21 p.

VILLALOBOS, R. 2001. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Fascículo I: Procesos fisiológicos básicos. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 228 p.

WILKINS, H.; DOLE, J. 1997. The physiology of flowering in *Lilium*. *Acta Horticulturae* 430:183-188.

ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento realizado para obtener la “absorción real” de las plantas de lirios variedad Brunello.

	Semanas	P.S.	CANTIDAD ABSORBIDA															
		g pl ⁻¹	mg pl ⁻¹															
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu					
Incremento P.A.	0																	
	4	4	108	14	174	7	9	8	0,15	0,09	0,12	0,26	0,03					
	6	2			34	2	7			0,004			0,01					
	8	3	47		103	8	24	1	0,06	0,13	0,05	0,34	0,00					
	10	4	95	8	248	14	30	8	0,24	0,26	0,29	1,05	0,05					
Decremento Bulbo	0																	
	4	4	105	10	95	0,2		4	0,14									
	6	1	26	4	25	1,9		2	0,04				0,01					
	8	0							0,00	0,02			0,02					
	10	1		0,5		0,2			0,00	0,01			0,02					
Diferencia P.A.-Bulbo	0																	
	4	-0,6	3	4	79	7	9	3	0,00	0,09	0,12	0,26	0,03					
	6	0,1	-26	-4	9	0	7	-2	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,00					
	8	3,3	47	0	103	8	24	1	0,06	0,11	0,05	0,34	-0,02					
	10	3,3	95	8	248	13	30	8	0,24	0,25	0,29	1,05	0,05					
Diferencia P.A.-Bulbo Real	0																	
	4		3	4	79	7	9	3	0,005	0,09	0,12	0,26	0,03					
	6	0,1			9		1			0,00								
	8	3,3	47		103	8	24	1	0,06	0,11	0,05	0,34						
	10	3,3	95	8	248	13	30	8	0,24	0,25	0,29	1,05	0,05					
Diferencia P.A.-Bulbo Real Acumulada	0																	
	4	0,0	3	4	79	7	9	3	0,005	0,09	0,12	0,26	0,03					
	6	0,1	3	4	87	7	10	3	0,005	0,09	0,12	0,26	0,03					
	8	3,4	50	4	191	15	34	5	0,07	0,20	0,17	0,60	0,03					
	10	6,7	145	12	439	28	64	12	0,31	0,45	0,45	1,65	0,08					
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual	0																	
	4	0%	2%	32%	18%	24%	14%	28%	2%	20%	25%	16%	37%					
	6	2%	0%	0%	2%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	0%					
	8	49%	32%	0%	24%	29%	37%	9%	20%	25%	11%	21%						
	10	49%	66%	68%	57%	47%	47%	63%	78%	55%	63%	64%	63%					
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual Acumulada	0																	
	4	0%	2%	32%	18%	24%	14%	28%	2%	20%	25%	16%	37%					
	6	2%	2%	32%	20%	24%	16%	28%	2%	20%	25%	16%	37%					
	8	51%	34%	32%	43%	53%	53%	37%	22%	45%	37%	36%	37%					
	10	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					

P.S.: Peso Seco

P.A.: Parte Aérea

“Absorción real”: Absorción total – Aporte del bulbo

Anexo 2. Procedimiento realizado para obtener la “absorción real” de las planta de lirios variedad Algarve.

	Semanas	P.S.	CANTIDAD ABSORBIDA										
		g pl ⁻¹	mg pl ⁻¹										
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu
Incremento P.A.	0 4 6 8 10	2 4 4 1	65 68 80 16	9 6 5 2	97 152 207	5 9 17 4	7 21 26 4	4 4 5 1	0,11 0,10 0,14 0,04	0,05 0,08 0,15 0,07	0,09 0,07 0,20 -0,06	0,18 0,19 0,32 0,13	0,08 -0,02 -0,02 0,00
Decremento Bulbo	0 4 6 8 10	5 2 1 0	78 19 7 16	14 5 5 2	50 37 0,2	0,7 1 1	3 1 2 0,4	0,2 0,1 0,1 0,0	0,004 0,018				0,03 0,02
Diferencia P.A.-Bulbo	0 4 6 8 10	-3 2 3 1	-13 49 73 16	-5 1 0 2	47 115 207 0	5 8 16 4	7 21 26 4	0,3 3 3 0,3	-0,04 0,05 0,07 0,07	0,05 0,08 0,15 0,05	0,09 0,07 0,20 -0,06	0,18 0,19 0,32 0,13	0,08 -0,02 -0,04 -0,02
Diferencia P.A.-Bulbo Real	0 4 6 8 10	0 0 3 1			47 115 207 16	5 8 16 4	7 21 26 4	0,3 3 3 0,3		0,05 0,08 0,15 0,05	0,09 0,07 0,20 -0,06	0,18 0,19 0,32 0,13	0,08
Diferencia P.A.-Bulbo Real Acumulada	0 4 6 8 10	0 0 3 4	0,0 49 122 138	0,0 1 1 3	47 162 369 369	5 13 30 33	7 28 54 58	0,3 3 6 6	0,00 0,05 0,11 0,18	0,05 0,12 0,27 0,32	0,09 0,16 0,36 0,36	0,18 0,37 0,69 0,82	0,08 0,08 0,08 0,08
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual	0 4 6 8 10	0% 0% 67% 33%	0% 36% 53% 12%	0% 39% 0% 61%	13% 31% 56% 0%	15% 25% 49% 11%	12% 36% 44% 7%	5% 43% 48% 4%	0% 25% 38% 37%	15% 24% 46% 16%	24% 20% 56% 0%	22% 24% 39% 16%	100% 0% 0% 0%
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual Acumulada	0 4 6 8 10	0% 0% 67% 100%	0% 36% 88% 100%	0% 39% 39% 100%	13% 44% 100% 100%	15% 40% 89% 100%	12% 48% 93% 100%	5% 48% 96% 100%	0% 25% 63% 100%	15% 39% 84% 100%	24% 44% 100% 100%	22% 45% 84% 100%	100% 100% 100% 100%

P.S.: Peso Seco P.A.: Parte Aérea

“Absorción real”: Absorción total – Aporte del bulbo

Anexo 3. Procedimiento realizado para obtener la “absorción real” de las plantas de lirio variedad Alma Ata.

	Semanas	P.S.	CANTIDAD ABSORBIDA										
		g pl ⁻¹	mg pl ⁻¹										
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Mn	Fe	Cu
Incremento P.A.	0												
	4	2	67	6	68	3	2	3	0,1	0,02	0,04	0,1	0,03
	6	3	49	1	53	5	10	0,5	0,0	0,03	0,1	0,3	
	8	2	28	6	140	12	24	4	0,2	0,07	0,2	1,5	0,04
	10	1			13		3		0,0	0,02		0,0	
	12	3	84	5	132	9	18	5	0,2	0,05	0,2	3,6	0,10
14			0		3			0,0	0,06		0,1		
Decremento Bulbo	0												
	4	7	115	14	121	4	3	7	0,2	0,02			0,01
	6	-3	2										
	8	1	7										
	10	1	13	1	7			1	0,14	0,00			
	12	-1											
14	1			13									
Diferencia P.A.-Bulbo	0												
	4	-5	-48	-8	-53	-1	-1	-4	-0,14	0,00	0,04	0,13	0,02
	6	6	47	1	53	5	10	0	0,03	0,03	0,06	0,34	0,00
	8	1	21	6	140	12	24	4	0,18	0,07	0,22	1,52	0,04
	10	0	-13	-1	6	0	3	-1	-0,16	0,02	0,00	0,01	0,00
	12	4	84	5	132	9	18	5	0,17	0,05	0,20	3,65	0,10
14	-1	0	0,3	-13	3	0	0	0,05	0,06	0,00	0,12	0,00	
Diferencia P.A.-Bulbo Real	0										0,04	0,13	0,02
	4	0											
	6	6	47	1	53	5	10		0,03	0,03	0,06	0,34	
	8	1	21	6	140	12	24	4	0,18	0,07	0,22	1,52	0,04
	10	0	0	0	6	0	3			0,02		0,01	
	12	4	84	5	132	9	18	5	0,17	0,05	0,20	3,65	0,10
14	0		0,3		3			0,05	0,06		0,12		
Diferencia P.A.-Bulbo Real Acumulada	0												
	4	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,04	0,13	0,02
	6	6	47	1	53	5	10	0	0,03	0,03	0,10	0,47	0,02
	8	7	68	6	192	16	34	4	0,21	0,09	0,32	1,99	0,06
	10	7	68	6	198	16	37	4	0,21	0,11	0,32	2,00	0,06
	12	11	151	12	330	25	55	9	0,37	0,16	0,52	5,64	0,16
14	11	151	12	330	29	55	9	0,42	0,22	0,52	5,77	0,16	
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual	0												
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	2%	11%
	6	54%	31%	5%	16%	16%	19%	0%	7%	12%	11%	6%	0%
	8	7%	14%	46%	42%	41%	43%	41%	43%	30%	41%	26%	25%
	10	0%	0%	0%	2%	0%	5%	0%	0%	10%	0%	0%	0%
	12	39%	55%	45%	40%	31%	33%	59%	39%	21%	39%	63%	64%
14	0%	0%	3%	0%	12%	0%	0%	11%	26%	0%	2%	0%	
Diferencia P.A.-Bulbo Porcentual Acumulada	0												
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	2%	11%
	6	54%	31%	5%	16%	16%	19%	0%	7%	12%	20%	8%	11%
	8	61%	45%	52%	58%	57%	62%	41%	50%	43%	61%	35%	36%
	10	61%	45%	52%	60%	57%	67%	41%	50%	53%	61%	35%	36%
	12	100%	100%	97%	100%	88%	100%	100%	89%	74%	100%	98%	100%
14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

P.S.: Peso Seco **P.A.:** Parte Aérea **“Absorción real”:** Absorción total – Aporte del bulbo

Anexo 4. Promedio, desviación estándar y % de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de todos los elementos por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios.

Grupo	Variedades	P.S.	CONCENTRACIÓN											CANTIDAD ABSORBIDA										
		g pl ⁻¹	%							mg kg ⁻¹					mg pl ⁻¹					mg pl ⁻¹				
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu
Asiáticos	Brunello 12/14	12,6	2,0	0,2	4,5	0,2	0,6	0,1	36	38	36	131	7	250	22	559	30	70	16	0,45	0,48	0,45	1,65	0,09
	Navona 11/12	6,7	1,4	0,2	3,6	0,2	0,5	0,1	32	19	60	16	5	93	11	242	12	31	8	0,21	0,13	0,40	0,11	0,03
	Black Out 14/16	10,1	3,0	0,3	3,2	0,2	0,5	0,2	43	25	58	25	4	298	30	324	24	47	17	0,43	0,25	0,59	0,25	0,04
Híbrido L/A	Algarve 12/14	10,4	2,2	0,2	4,1	0,3	0,6	0,1	38	33	28	79	4	229	21	426	35	58	12	0,40	0,34	0,29	0,82	0,04
	Pavia 12/14	9,3	1,7	0,2	5,1	0,2	0,6	0,1	53	36	147	23	9	157	14	477	22	55	10	0,49	0,34	1,37	0,21	0,08
	Dazzle 12/14	7,4	2,1	0,2	4,5	0,2	0,5	0,1	40	26	103	23	4	156	12	336	18	35	9	0,30	0,19	0,76	0,17	0,03
	Menorca 12/14	9,5	2,0	0,2	4,5	0,3	0,7	0,1	50	34	101	25	7	188	17	427	31	66	12	0,48	0,32	0,96	0,24	0,07
	Brindisi 14/16	11,3	2,5	0,2	5,3	0,3	0,7	0,2	51	35	74	19	11	285	21	596	34	75	20	0,58	0,40	0,84	0,21	0,12
Orientales	Alma Ata 12/14	10,8	1,8	0,2	3,5	0,2	0,5	0,1	46	22	45	534	14	193	18	375	21	51	11	0,50	0,24	0,49	5,77	0,15
	Stargazer 14/16	12,8	1,9	0,1	3,3	0,3	0,6	0,1	46	19	194	30	7	249	18	422	32	74	14	0,59	0,24	2,49	0,39	0,09
	Starfighter 12/14	11,1	1,9	0,1	3,5	0,2	0,4	0,1	34	18	259	17	8	208	15	392	20	49	12	0,38	0,20	2,88	0,19	0,09
	Siberia 14/16	14,0	1,7	0,1	3,2	0,2	0,4	0,1	74	21	450	24	15	240	17	441	31	6	12	1,03	0,29	6,29	0,34	0,21
	Sorbonne 14/16	10,1	2,1	0,1	3,5	0,3	0,7	0,1	46	31	141	22	1	207	14	351	26	71	12	0,46	0,31	1,42	0,22	0,01
	Promedio	10,5	2,0	0,2	4,0	0,2	0,5	0,1	45	27	130	74	7	211	18	413	26	57	13	0,5	0,3	1,5	0,8	0,1
	Desviación Estándar	2,0	0,4	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	11	7	117	142	4	56	5	95	7	14	3	0,2	0,1	1,7	1,5	0,1
	% CV	19	19	26	18	20	18	20	24	27	90	191	55	26	28	23	27	25	26	40	32	112	190	68

P.S.: Peso Seco

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 5. Promedio, desviación estándar y % de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de todos los elementos por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios.

Grupo	Variedades	P.S.	CONCENTRACIÓN											CANTIDAD ABSORBIDA										
		g pl ⁻¹	%						mg kg ⁻¹					mg pl ⁻¹					mg pl ⁻¹					
			N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu
Asiáticos	Brunello 12/14	2,5	1,2	0,2	1,8	0,2	0,3	0,1	25	23	69	3927	16	29	4	44	4	7,4	3,0	0,06	0,06	0,17	9,69	0,04
	Navona 11/12	2,0	0,9	0,2	2,3	0,1	0,2	0,1	26	16	986	32	10	18	4	47	2	4,9	2,0	0,05	0,03	2,00	0,07	0,02
	Black Out 14/16	3,9	1,6	0,2	1,4	0,2	0,3	0,1	45	19	3980	117	20	64	8	56	6	10,6	4,7	0,18	0,07	15,64	0,46	0,08
Híbrido L/A	Algarve 12/14	3,8	1,3	0,2	2,0	0,1	0,2	0,1	33	12	25	969	7	49	8	75	4	7,6	2,7	0,13	0,05	0,10	3,68	0,03
	Pavia 12/14	2,5	1,1	0,1	2,0	0,1	0,4	0,1	28	21	3935	126	15	27	2	50	3	9,8	3,3	0,07	0,05	9,84	0,32	0,04
	Dazzle 12/14	2,7	1,0	0,1	1,6	0,1	0,3	0,1	25	19	3934	101	14	27	3	43	3	6,9	3,2	0,07	0,05	10,49	0,27	0,04
	Menorca 12/14	2,9	1,4	0,2	2,2	0,2	0,4	0,2	47	39	10698	257	39	39	5	63	5	10,6	4,6	0,13	0,11	30,67	0,74	0,11
	Brindisi 14/16	3,6	1,1	0,1	2,0	0,2	0,4	0,2	36	22	3302	94	22	37	4	70	5	14,6	6,1	0,13	0,08	11,78	0,34	0,08
Orientales	Alma Ata 12/14	5,3	1,0	0,1	1,4	0,1	0,2	0,1	39	25	273	7532	30	53	7	71	7	12,1	4,7	0,21	0,13	1,44	39,67	0,16
	Stargazer 14/16	9,1	1,3	0,1	2,5	0,1	0,1	0,1	25	7	430	40	7	117	10	224	10	8,2	6,4	0,23	0,06	3,91	0,36	0,06
	Starfighter 12/14	6,1	0,9	0,1	2,3	0,1	0,1	0,1	18	6	556	27	8	54	7	138	6	5,5	3,7	0,11	0,04	3,41	0,17	0,05
	Siberia 14/16	8,4	1,0	0,1	1,9	0,1	0,1	0,1	29	13	3600	152	18	82	10	163	11	10,9	7,6	0,24	0,11	30,24	1,28	0,15
	Sorbonne 14/16	8,8	1,4	0,2	2,1	0,1	0,2	0,1	34	12	1216	49	6	124	14	185	11	16,7	9,6	0,30	0,11	10,66	0,43	0,05
	Promedio	4,7	1,2	0,1	2,0	0,1	0,2	0,1	31	18	2539	1033	16	56	6	95	6	9,7	4,7	0,1	0,1	10,0	4,4	0,1
	Desviación Estándar	2,6	0,2	0,04	0,3	0,02	0,1	0,03	8,5	8,7	2949	2224	10	34	3	61	3	3,4	2,2	0,1	0,03	10,3	10,9	0,05
	% CV	54	19	27	17	18	43	31	27	48	116	215	60	60	51	64	51	36	46	54	44	103	247	65

Anexo 6. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por origen.

		P.S.	CONCENTRACIÓN						CANTIDAD ABSORBIDA					
		g pl ⁻¹	%						mg pl ⁻¹					
Grupo	Variedades		N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
Asiáticos	Navona 11/12	6,7	1,4	0,2	3,6	0,2	0,5	0,1	93,3	11,3	242,7	12,0	30,7	8,0
	Black Out 14/16	10,1	3,0	0,3	3,2	0,2	0,5	0,2	298,0	30,3	324,2	24,2	47,5	17,2
	Brunello 12/14	12,6	2,0	0,2	4,5	0,2	0,6	0,1	250,1	22,6	559,2	30,2	70,4	16,3
	% CV	30	37	33	17	16	11	19	50	45	44	42	40	37
Híbrido L/A	Pavia 12/14	9,3	1,7	0,2	5,1	0,2	0,6	0,1	156,8	14,0	476,9	22,4	55,1	10,3
	Dazzle 12/14	7,4	2,1	0,2	4,5	0,2	0,5	0,1	156,1	12,6	336,0	17,8	35,5	9,6
	Menorca 12/14	9,5	2,0	0,2	4,5	0,3	0,7	0,1	188,1	17,1	427,5	31,4	66,5	12,4
	Brindisi 14/16	11,3	2,5	0,2	5,3	0,3	0,7	0,2	284,8	21,5	596,6	33,9	75,7	20,3
	Algarve 12/14	10,4	2,2	0,2	4,1	0,3	0,6	0,1	228,8	20,8	426,4	35,4	58,2	12,5
	% CV	15	15	11	10	17	15	20	27	23	21	27	26	33
Orientales	Stargazer 14/16	12,8	1,9	0,1	3,3	0,3	0,6	0,1	249,0	18,0	422,2	32,1	74,4	14,1
	Starfighter 12/14	11,1	1,9	0,1	3,5	0,2	0,4	0,1	208,2	15,6	391,9	20,0	49,0	12,2
	Siberia 14/16	14,0	1,7	0,1	3,2	0,2	0,4	0,1	240,2	16,8	441,3	30,7	60,1	12,6
	Sorbonne 14/16	10,1	2,1	0,1	3,5	0,3	0,7	0,1	207,1	14,1	351,5	26,3	70,7	12,1
	Alma Ata 12/14	10,8	1,8	0,2	3,5	0,2	0,5	0,1	193,3	18,4	374,8	21,6	51,8	10,8
	% CV	13	7	13	5	15	22	11	11	10	9	20	18	10

P.S.: Peso Seco

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 7. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por origen.

		P.S.	CONCENTRACIÓN						CANTIDAD ABSORBIDA					
		g pl ⁻¹	%						mg pl ⁻¹					
Grupo	Variedades		N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
Asiáticos	Navona 11/12	2,0	0,9	0,2	2,3	0,1	0,2	0,1	18,5	3,7	47,4	2,4	4,9	2,0
	Black Out 14/16	3,9	1,6	0,2	1,4	0,2	0,3	0,1	64,5	7,9	56,2	5,9	10,6	4,7
	Brunello 12/14	2,5	1,2	0,2	1,8	0,2	0,3	0,1	29,1	3,7	44,4	3,7	7,4	3,0
	% CV	35	30	14	24	12	11	10	64	48	12	44	38	42
Híbrido L/A	Pavia 12/14	2,5	1,1	0,1	2,0	0,1	0,4	0,1	27,5	2,5	49,8	3,3	9,8	3,3
	Dazzle 12/14	2,7	1,0	0,1	1,6	0,1	0,3	0,1	27,5	2,9	43,2	2,7	6,9	3,2
	Menorca 12/14	2,9	1,4	0,2	2,2	0,2	0,4	0,2	39,3	5,4	63,6	5,2	10,6	4,6
	Brindisi 14/16	3,6	1,1	0,1	2,0	0,2	0,4	0,2	37,5	3,9	70,6	5,4	14,6	6,1
	Algarve 12/14	3,8	1,3	0,2	2,0	0,1	0,2	0,1	49,4	8,0	75,6	4,2	7,6	2,7
	% CV	19	13	36	11	24	28	30	25	49	23	28	31	35
Orientales	Stargazer 14/16	9,1	1,3	0,1	2,5	0,1	0,1	0,1	117,4	10,0	223,9	10,0	8,2	6,4
	Starfighter 12/14	6,1	0,9	0,1	2,3	0,1	0,1	0,1	54,0	6,7	138,0	6,1	5,5	3,7
	Siberia 14/16	8,4	1,0	0,1	1,9	0,1	0,1	0,1	82,3	10,1	163,0	10,9	10,9	7,6
	Sorbonne 14/16	8,8	1,4	0,2	2,1	0,1	0,2	0,1	124,5	14,0	185,0	11,4	16,7	9,6
	Alma Ata 12/14	5,3	1,0	0,1	1,4	0,1	0,2	0,1	53,7	6,8	71,6	7,4	12,1	4,7
	% CV	23	20	16	21	13	43	23	39	31	36	25	39	37

P.S.: Peso Seco

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 8. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por calibre de bulbo.

Variedades	Calibre bulbo	P.S.	CONCENTRACIÓN							CANTIDAD ABSORBIDA				
		g pl ⁻¹	%							mg pl ⁻¹				
			N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
A-Navona	11/12	6,7	1,4	0,2	3,6	0,2	0,5	0,1	93,3	11,3	242,7	12,0	30,7	8,0
% CV		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L/A-Dazzle	12/14	7,4	2,1	0,2	4,5	0,2	0,5	0,1	156,1	12,6	336,0	17,8	35,5	9,6
L/A-Pavia	12/14	9,3	1,7	0,2	5,1	0,2	0,6	0,1	156,8	14,0	476,9	22,4	55,1	10,3
L/A-Menorca	12/14	9,5	2,0	0,2	4,5	0,3	0,7	0,1	188,1	17,1	427,5	31,4	66,5	12,4
L/A-Algarve	12/14	10,4	2,2	0,2	4,1	0,3	0,6	0,1	228,8	20,8	426,4	35,4	58,2	12,5
O-Alma Ata	12/14	10,8	1,8	0,2	3,5	0,2	0,5	0,1	193,3	18,4	374,8	21,6	51,8	10,8
O-Starfighter	12/14	11,1	1,9	0,1	3,5	0,2	0,4	0,1	208,2	15,6	391,9	20,0	49,0	12,2
A-Brunello	12/14	12,6	2,0	0,2	4,5	0,2	0,6	0,1	250,1	22,6	559,2	30,2	70,4	16,3
% CV		16	9	12	14	24	16	10	18	21	17	26	21	18
A-Black Out	14/16	10,10	2,95	0,30	3,21	0,24	0,47	0,17	298,0	30,3	324,2	24,2	47,5	17,2
O-Sorbonne	14/16	10,10	2,05	0,14	3,48	0,26	0,70	0,12	207,1	14,1	351,5	26,3	70,7	12,1
L/A-Brindisi	14/16	11,30	2,52	0,19	5,28	0,30	0,67	0,18	284,8	21,5	596,6	33,9	75,7	20,3
O-Stargazer	14/16	12,83	1,94	0,14	3,29	0,25	0,58	0,11	249,0	18,0	422,2	32,1	74,4	14,1
O-Siberia	14/16	13,97	1,72	0,12	3,16	0,22	0,43	0,09	240,2	16,8	441,3	30,7	60,1	12,6
% CV		15	22	41	24	12	21	29	14	31	25	14	18	23

P.S.: Peso Seco

A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 9. Porcentaje de coeficiente de variación para el peso seco, concentración y absorción de los elementos mayores por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios, agrupados por calibre de bulbo.

Variedades	Calibre bulbo	P.S.	CONCENTRACIÓN						CANTIDAD ABSORBIDA					
		g pl ⁻¹	%						mg pl ⁻¹					
			N	P	K	Mg	Ca	S	N	P	K	Mg	Ca	S
A-Navona	11/12	2,0	0,9	0,2	2,3	0,1	0,2	0,1	18,5	3,7	47,4	2,4	4,9	2,0
% CV		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-Brunello	12/14	2,5	1,2	0,2	1,8	0,2	0,3	0,1	29,1	3,7	44,4	3,7	7,4	3,0
L/A-Pavia	12/14	2,5	1,1	0,1	2,0	0,1	0,4	0,1	27,5	2,5	49,8	3,3	9,8	3,3
L/A-Dazzle	12/14	2,7	1,0	0,1	1,6	0,1	0,3	0,1	27,5	2,9	43,2	2,7	6,9	3,2
L/A-Menorca	12/14	2,9	1,4	0,2	2,2	0,2	0,4	0,2	39,3	5,4	63,6	5,2	10,6	4,6
L/A-Algarve	12/14	3,8	1,3	0,2	2,0	0,1	0,2	0,1	49,4	8,0	75,6	4,2	7,6	2,7
O-Alma Ata	12/14	5,3	1,0	0,1	1,4	0,1	0,2	0,1	53,7	6,8	71,6	7,4	12,1	4,7
O-Starfighter	12/14	6,1	0,9	0,1	2,3	0,1	0,1	0,1	54,0	6,7	138,0	6,1	5,5	3,7
% CV		40	15	30	17	23	39	33	31	41	47	36	27	22
L/A-Brindisi	14/16	3,6	1,1	0,1	2,0	0,2	0,4	0,2	37,5	3,9	70,6	5,4	14,6	6,1
A-Black Out	14/16	3,9	1,6	0,2	1,4	0,2	0,3	0,1	64,5	7,9	56,2	5,9	10,6	4,7
O-Siberia	14/16	8,4	1,0	0,1	1,9	0,1	0,1	0,1	82,3	10,1	163,0	10,9	10,9	7,6
O-Sorbonne	14/16	8,8	1,4	0,2	2,1	0,1	0,2	0,1	124,5	14,0	185,0	11,4	16,7	9,6
O-Stargazer	14/16	9,1	1,3	0,1	2,5	0,1	0,1	0,1	117,4	10,0	223,9	10,0	8,2	6,4
% CV		41	21	28	19	12	58	34	43	40	52	33	28	27

P.S.: Peso Seco

A- Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 10. Porcentaje de coeficiente de variación para la absorción de N, P y K por la parte aérea de 13 diferentes variedades de lirios.

CANTIDAD ABSORBIDA												
mg pl ⁻¹				mg pl ⁻¹				mg pl ⁻¹				
Variedades	N	P	K	Variedades	N	P	K	Variedades	N	P	K	
A- Navona 11/12	93	11	243	A- Navona 11/12	93	11	243	A- Navona 11/12	93	11	243	
L/A- Dazzle 12/14	156	13	336	L/A- Dazzle 12/14	156	13	336	A- Black Out 14/16	298	30	324	
L/A- Pavia 12/14	157	14	477	L/A- Pavia 12/14	157	14	477	L/A- Dazzle 12/14	156	13	336	
L/A- Menorca 13/14	188	17	428	O- Sorbonne 14/16	207	14	351					
O- Alma Ata 12/14	193	18	375					% CV	57	59	17	
% CV	25	20	24	% CV	30	10	27					
O- Sorbonne 14/16	207	14	351	O- Starfighter 12/14	208	16	392	O- Sorbonne 14/16	207	14	351	
O- Starfighter 12/14	208	16	392	O- Siberia 14/16	240	17	441	O- Alma Ata 12/14	193	18	375	
L/A- Algarve 12/14	229	21	426	L/A- Menorca 13/14	188	17	428	O- Starfighter 12/14	208	16	392	
O- Siberia 14/16	240	17	441	O- Stargazer 14/16	249	18	422					
O- Stargazer 14/16	249	18	422	O- Alma Ata 12/14	193	18	375	% CV	4	13	5	
A- Brunello 12/14	250	23	559									
% CV	8	18	16	% CV	13	6	7					
L/A- Brindisi 14/16	285	21	597	L/A- Algarve 12/14	229	21	426	O- Stargazer 14/16	249	18	422	
A- Black Out 14/16	298	30	324	L/A- Brindisi 14/16	285	21	597	L/A- Algarve 12/14	229	21	426	
				A- Brunello 12/14	250	23	559	L/A- Menorca 13/14	188	17	428	
				A- Black Out 14/16	298	30	324	O- Siberia 14/16	240	17	441	
								L/A- Pavia 12/14	157	14	477	
								A- Brunello 12/14	250	23	559	
% CV	3	24	42	% CV	12	18	26	L/A- Brindisi 14/16	285	21	597	
								% CV	19	16	15	

A-Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 11. Porcentaje de coeficiente de variación para la absorción de N, P y K por el bulbo de 13 diferentes variedades de lirios.

CANTIDAD ABSORBIDA											
mg pl ⁻¹				mg pl ⁻¹				mg pl ⁻¹			
Variedades	N	P	K	Variedades	N	P	K	Variedades	N	P	K
A- Navona 11/12	19	4	47	L/A- Pavia 12/14	28	3	50	L/A- Dazzle 12/14	27	3	43
L/A- Dazzle 12/14	27	3	43	L/A- Dazzle 12/14	27	3	43	A- Brunello 12/14	29	4	44
L/A- Pavia 12/14	28	3	50	A- Navona 11/12	19	4	47	A- Navona 11/12	19	4	47
A- Brunello 12/14	29	4	44	A- Brunello 12/14	29	4	44	L/A- Pavia 12/14	28	3	50
				L/A- Brindisi 14/16	37	4	71				
% CV	19	18	6	% CV	24	18	22	% CV	19	18	6
L/A- Brindisi 14/16	37	4	71	L/A- Menorca 12/14	39	5	64	A- Black Out 14/16	64	8	56
L/A- Menorca 12/14	39	5	64	O- Starfighter 12/14	54	7	138	L/A- Menorca 12/14	39	5	64
L/A- Algarve 12/14	49	8	76	O- Alma Ata 12/14	54	7	72	L/A- Brindisi 14/16	37	4	71
O- Alma Ata 12/14	54	7	72	A- Black Out 14/16	64	8	56	O- Alma Ata 12/14	54	7	72
O- Starfighter 12/14	54	7	138	L/A- Algarve 12/14	49	8	76	L/A- Algarve 12/14	49	8	76
A- Black Out 14/16	64	8	56								
% CV	20	24	37	% CV	17	15	40	% CV	23	27	11
O- Siberia 14/16	82	10	163	O- Stargazer 14/16	117	10	224	O- Starfighter 12/14	54	7	138
O- Stargazer 14/16	117	10	224	O- Siberia 14/16	82	10	163	O- Siberia 14/16	82	10	163
O- Sorbonne 14/16	125	14	185	O- Sorbonne 14/16	125	14	185	O- Sorbonne 14/16	125	14	185
								O- Stargazer 14/16	117	10	224
% CV	21	20	16	% CV	21	20	16	% CV	35	29	21

A-Asiático; L/A- híbrido entre *Lilium longiflorum* x Asiático; O- Oriental

% CV: Porcentaje de Coeficiente de Variación

Anexo 13. Número de plantas, peso fresco de plantas, número de botones y peso fresco de botones por m² en plantas de tamaño enano (<70 cm), pequeño (80-90 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Número de Plantas m ⁻²					Peso Fresco de Plantas m ⁻²					Número de Botones en Plantas m ⁻²					Peso Fresco de Botones en Plantas m ⁻²				
		Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Enanas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Enanas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Enanas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Enanas
Finca	1	48	3	9	18	18	2335	240	575	945	575	121	9	26	48	38	330	35	90	140	65
	2	48	0	2	5	41	1390	0	85	205	1100	114	0	6	14	94	125	0	5	20	100
	3	47	0	2	9	36	1545	0	125	355	1065	117	0	6	23	88	165	0	20	35	110
Requisitos	1	48	0	2	9	37	1605	0	115	435	1055	105	0	7	26	72	160	0	15	65	80
	2	47	0	10	21	16	2330	0	660	1165	505	122	0	32	53	37	320	0	90	170	60
	3	44	0	0	5	39	1260	0	0	240	1020	102	0	0	14	88	120	0	0	30	90
Ajustado	1	47	4	9	18	16	2025	290	500	785	450	110	13	24	38	35	250	45	65	100	40
	2	48	4	11	24	9	2480	320	670	1180	310	121	14	29	60	18	330	45	90	160	35
	3	47	0		6	41	1310	0	0	285	1025	103	0	0	15	88	115	0	0	30	85
Sin Granular	1	49	0	5	22	22	2195	0	305	1065	825	118	0	20	53	45	310	0	55	140	115
	2	48	0	8	21	19	2335	0	500	1090	745	127	0	26	56	45	346	0	85	165	96
	3	49	0	6	27	16	2355	0	370	1410	575	129	0	17	78	34	330	0	50	215	65
Testigo Absoluto	1	23	0	0	23	0	675	0	0	675	0	41	0	0	41	0	80	0	0	80	0
	2	18	0	0	18	0	765	0	0	765	0	43	0	0	43	0	90	0	0	90	0
	3	17	0	0	17	0	835	0	0	835	0	54	0	0	54	0	105	0	0	105	0

Anexo 14. Número, peso fresco y seco por m² de botones de tamaño pequeño (<3 cm), mediano (3-4,5 cm) y grande (>5 cm), en plantas de lirios variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Número de Botones m ⁻²				Peso Fresco de Botones m ⁻²				Peso Seco de Botones m ⁻²			
		Totales	Grandes	Medianos	Pequeños	Totales	Grandes	Medianos	Pequeños	Totales	Grandes	Medianos	Pequeños
Finca	1	122	31	57	34	319	140	146	33	46,4	20	21	5
	2	116	0	26	90	124,3	0	53	71	19,4	0	8	11
	3	118	3	34	81	163,5	12	79	73	25,1	2	12	12
Requisitos	1	105	4	42	59	162	16	97	49	24,6	2	15	8
	2	122	28	62	32	314,5	130	155	30	45,9	19	23	5
	3	102	2	30	70	113,2	8	61	44	17,8	1	9	7
Ajustado	1	111	16	63	32	248,2	63	157	29	36,5	9	23	4
	2	121	27	77	17	322,6	110	194	19	48,1	16	29	3
	3	97	3	27	67	109,8	10	52	48	16,4	1	8	7
Sin Granular	1	118	19	89	10	305,2	75	217	14	45,4	11	32	2
	2	126	16	99	11	335,4	62	262	11	50,3	9	40	2
	3	129	12	96	21	321,3	47	250	25	48,8	7	38	4
Testigo Absoluto	1	54	1	28	25	100,6	4	66	31	15,4	1	10	5
	2	55	3	38	14	124,9	12	93	20	19,2	2	14	3
	3	56	0	42	14	117,6	0	101	17	18,7	0	16	3

Anexo 15. Número de bulbos totales y de categoría mala, media y buena por m², en bulbos de Siberia calibre 14/16, al final del ciclo de vida de las plantas, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Número de Bulbos m ⁻²					
Programas	Repetición	Totales	Categoría Mala	Categoría Media	Categoría Buena
Finca	1	52	27	10	15
	2	50	42	8	0
	3	52	38	10	4
Requisitos	1	52	35	14	3
	2	41	23	12	6
	3	48	36	9	3
Ajustado	1	51	29	15	7
	2	52	15	22	15
	3	51	38	9	4
Sin Granular	1	53	5	25	23
	2	52	4	19	29
	3	53	6	25	22
Testigo Absoluto	1	23	8	6	9
	2	21	5	7	9
	3	22	5	13	4

Anexo 16. Peso fresco y seco por planta de lirio variedad Siberia y % de humedad relativa, sometidas a diferentes programas de fertilización con aplicación normal de foliares y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Pesos Planta ⁻¹ (g)		%HR
		P.F.	P.S.	
Finca	1	49	7	86%
	2	35	5	86%
	3	32	5	85%
Requisitos	1	38	6	85%
	2	52	8	85%
	3	51	7	86%
Ajustado	1	54	8	85%
	2	53	8	85%
	3	42	6	85%
Sin Granular	1	45	7	85%
	2	49	7	85%
	3	55	8	85%
Testigo Absoluto	1	46	7	84%
	2	47	7	85%
	3	46	7	85%

P.F.: Peso Fresco

P.S.: Peso Seco

% H.: Porcentaje de Humedad Relativa

Anexo 17. Número de plantas, peso fresco de plantas, número de botones y peso fresco de botones por m² en plantas de tamaño pequeño (<80 cm), mediano (80-90 cm) y grande (>90 cm), en plantas de lirio variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Número de Plantas m ⁻²				Peso Fresco de Plantas m ⁻²				Número de Botones en Plantas m ⁻²				Peso Fresco de Botones en Plantas m ⁻²			
		Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas	Totales	Grandes	Medianas	Pequeñas
Finca	1	49	5	27	17	2410	355	1430	625	128	18	74	36	265	40	165	60
	2	48	9	19	20	2605	660	1040	905	115	35	45	35	400	130	140	130
	3	48	11	23	14	2840	890	1375	575	119	36	63	20	395	130	205	60
Requisitos	1	50	11	27	12	3125	815	1770	540	134	36	76	22	465	115	275	75
	2	48	3	21	24	2375	230	1150	995	120	9	58	53	270	15	140	115
	3	48	13	25	10	2935	1020	1500	415	116	42	62	12	435	155	230	50
Ajustado	1	48	4	9	35	2345	310	555	1480	138	16	30	92	340	55	90	195
	2	49	24	20	5	3025	1680	1165	180	122	71	45	6	425	260	150	15
	3	48	4	16	28	2495	295	1025	1175	122	12	51	59	350	40	160	150
Sin Granular	1	42	0	12	30	1910	0	680	1230	108	0	32	76	135	0	50	85
	2	44	0	14	30	1600	0	750	850	114	0	44	70	115	0	50	65
	3	44	14	24	6	2720	1170	1280	270	116	54	52	10	195	82	93	20
Testigo Absoluto	1	46	0	0	46	1350	0	0	1350	82	0	0	82	80	0	0	80
	2	36	0	0	36	1530	0	0	1530	86	0	0	86	90	0	0	90
	3	34	0	0	34	1670	0	0	1670	108	0	0	108	105	0	0	105

Anexo 18. Número, peso fresco y seco por m² de botones de tamaño pequeño (<3 cm), mediano (3-4,5 cm) y grande (>5 cm), en plantas de lirios variedad Siberia, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Número de Botones m ⁻²				Peso Fresco de Botones m ⁻²				Peso Seco de Botones m ⁻²			
		Totales	Grandes	Medianos	Pequeños	Totales	Grandes	Medianos	Pequeños	Totales	Grandes	Medianos	Pequeños
Finca	1	128	10	80	38	261	40	180	41	37	6	26	6
	2	116	40	70	6	396	177	210	9	58	26	31	1
	3	120	33	85	2	399	151	245	3	59	22	36	0
Requisitos	1	133	49	78	6	459	215	236	8	66	31	34	1
	2	120	19	73	28	290	82	182	26	43	12	27	4
	3	115	47	65	3	434	226	204	4	63	33	30	1
Ajustado	1	131	26	64	41	340	119	174	47	51	18	26	7
	2	123	53	66	4	426	232	188	6	59	32	26	1
	3	124	28	80	16	354	117	218	18	54	17	33	3
Sin Granular	1	54	6	37	11	129	26	90	13	20	4	14	2
	2	54	0	42	12	110	0	98	12	17	0	15	2
	3	53	22	31	0	190	94	96	0	27	14	14	0
Testigo Absoluto	1	54	1	28	25	101	4	66	31	15	1	10	5
	2	55	3	38	14	125	12	93	20	19	2	14	3
	3	56	0	42	14	118	0	101	17	19	0	16	3

Anexo 19. Número de bulbos totales y de categoría mala, media y buena por m², en bulbos de Siberia calibre 14/16, al final del ciclo de vida de las plantas, sometidas a diferentes programas de fertilización con mitad foliar y el Testigo absoluto, en San José de la Montaña, Heredia.

Programas	Repetición	Número de Bulbos m ⁻²			
		Totales	Categoría Mala	Categoría Media	Categoría Buena
Finca	1	49	29	13	7
	2	48	13	18	17
	3	48	15	14	19
Requisitos	1	49	13	16	20
	2	48	30	11	7
	3	47	10	13	24
Ajustado	1	48	21	12	15
	2	48	10	20	18
	3	48	13	19	16
Sin Granular	1	22	6	4	12
	2	24	7	5	12
	3	23	0	8	15
Testigo Absoluto	1	23	8	6	9
	2	21	5	7	9
	3	22	5	13	4

Anexo 20. Peso fresco y seco, % de humedad relativa, concentración y absorción de nutrimentos por planta y por repetición, en los programas de fertilización Finca, Requisitos y Ajustado con mitad foliar, en la variedad Siberia, en San José de la Montaña, Heredia.

	Pesos Planta ⁻¹				Concentración										Absorción											
	Repetición	P.F.	P.S.	% HR	%					mg Kg ⁻¹					mg pl ⁻¹					mg pl ⁻¹						
Programas					N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu	N	P	K	Mg	Ca	S	Zn	B	Fe	Mn	Cu
Finca	1	58	8	86%	1,98	0,16	3,12	0,35	0,72	0,10	49	32	81	44	9	156	13	246	28	57	8	0,39	0,25	0,64	0,35	0,07
	2	57	9	85%	1,48	0,14	3,05	0,35	0,74	0,11	50	37	110	47	7	64	6	132	15	32	5	0,22	0,16	0,48	0,20	0,03
	3	62	9	85%	2,01	0,12	3,23	0,40	0,78	0,11	70	36	73	39	7	176	11	283	35	68	10	0,61	0,32	0,64	0,34	0,06
Requisitos	1	65	9	86%	1,63	0,12	3,42	0,27	0,48	0,09	39	32	65	17	9	70	5	147	12	21	4	0,17	0,14	0,28	0,07	0,04
	2	63	10	85%	1,53	0,11	3,00	0,31	0,52	0,08	64	30	59	19	6	139	10	272	28	47	7	0,58	0,27	0,54	0,17	0,05
	3	73	11	85%	1,76	0,12	3,46	0,28	0,57	0,09	70	33	88	21	8	84	6	166	13	27	4	0,34	0,16	0,42	0,10	0,04
Ajustado	1	58	9	85%	1,83	0,12	2,91	0,31	0,55	0,09	89	32	78	22	8	137	9	218	23	41	7	0,67	0,24	0,58	0,16	0,06
	2	70	10	86%	1,86	0,13	3,17	0,25	0,42	0,09	47	31	56	19	7	94	7	161	13	21	5	0,24	0,16	0,28	0,10	0,04
	3	71	11	85%	1,78	0,11	2,96	0,29	0,49	0,08	33	28	60	19	5	152	9	253	25	42	7	0,28	0,24	0,51	0,16	0,04

P.F.: Peso Fresco

P.S.; Peso Seco

% H.: Porcentaje de Humedad Relativa