

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento
sobre híbridos de calas (*Zantedeschia spp.*).**

Tesis presentada como
parte de los requisitos para
optar al grado de
Licenciado en Agronomía.

Patricia Verónica Bahamonde Brintrup

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

Peter Seemann Fahrenkrog

Ing. Agr., Dr. rer. hort.

PROFESORES INFORMANTES

Laura Böhm Stoffel

Ing. Agr.

Flavia Schiappacasse Canepa

Ing. Agr., M.Sc.

A Dios,
mis padres,
mi Amor,
mi familia,
y mis amigos.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFIA	2
2.1	Clasificación botánica y origen del Género <i>Zantedeschia</i> .	2
2.2	Morfología de la planta.	3
2.3	Principales especies y sus características.	3
2.3.1	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng	4
2.3.2	<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.	4
2.3.3	<i>Zantedeschia elliotiana</i> (W. Wats.) Engl.	4
2.3.4	<i>Zantedeschia albomaculata</i> (Hook) Baill	4
2.3.5	<i>Zantedeschia jucunda</i> Let.	5
2.3.6	<i>Zantedeschia pentlandii</i> Why.	5
2.3.7	<i>Zantedeschia odorata</i> Per.	5
2.3.8	Cultivares.	5
2.4	Áreas de producción mundial y mercado.	6
2.5	Requerimientos del cultivo	6
2.5.1	Requerimientos edáficos.	6
2.5.2	Requerimientos hídricos	6
2.5.3	Requerimientos nutricionales.	7
2.5.4	Requerimientos de temperatura.	7
2.5.5	Requerimientos lumínicos.	8
2.5.6	Requerimientos de Fotoperíodo.	8
2.6	Factores que influyen en el desarrollo de los túberos.	9
2.6.1	Factores internos.	9
2.6.2.	Factores externos.	9
2.7	Reguladores de crecimiento.	9

2.7.1	Giberelinas.	10
2.7.2	Citoquininas.	11
2.7.3.	Reguladores comerciales.	13
2.7.3.1	Promalina.	13
2.7.3.2	Aplicación de Promalina.	13
2.7.3.3	Cytokin.	14
2.7.3.4	Aplicación de citoquininas.	14
2.7.4	Reguladores de crecimiento aplicados a <i>Zantedeschia</i> .	15
3	MATERIAL Y MÉTODO.	18
3.1	Material.	18
3.1.1	Ubicación del experimento.	18
3.1.2	Material vegetal.	18
3.1.3	Sustrato.	20
3.1.4	Reguladores de crecimiento.	20
3.2	Método.	20
3.2.1	Preparación del material vegetal.	20
3.2.1.1	Desinfección.	20
3.2.1.2	Tratamientos.	20
3.2.2	Preparación del sustrato.	21
3.2.3	Plantación.	21
3.2.4	Distribución de las macetas.	21
3.2.5	Fertilización.	21
3.2.6	Riego.	21
3.3	VARIABLES A EVALUAR.	21
3.4	Duración del ensayo.	22
3.5	Diseño experimental.	22
3.6	Análisis estadísticos.	22

4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.	23
4.1	Efectos observados sobre los túberos, por la aplicación de Promalina y Cytokin en comparación con el testigo.	23
4.1.1	Incremento en peso.	23
4.1.2	Incremento en diámetro.	25
4.2	Efectos observados sobre los brotes, por la aplicación de Promalina y Cytokin en comparación con el testigo.	26
4.2.1	Número de brotes.	26
4.2.2	Longitud de hojas.	28
4.2.3	Diámetro basal del brote mayor.	29
4.2.4	Diámetro promedio de los brotes.	30
4.3	Efectos observados sobre la floración de 'Santa Rosa', por la aplicación de los tratamientos.	31
4.3.1	Número de flores por tratamiento.	31
4.3.2	Longitud de la espata y tallos florales.	33
4.3.3	Número de flores en los dos calibres.	34
4.3.4	Longitud de la espata y tallos florales ambos calibres.	35
5	CONCLUSIONES	37
6	RESUMEN - ZUSAMMENFASSUNG	38
7	BIBLIOGRAFÍA.	42
	ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Calibración de los túberos según peso y diámetro para los distintos cultivares.	19
2	Incremento en peso de los túberos (g) según calibres y tratamiento.	23
3	Incremento en diámetro de los túberos (cm) según calibres y tratamiento.	26
4	Número de brotes por planta según calibres y tratamiento.	27
5	Longitud promedio de hojas (cm) según calibres y tratamiento.	29
6	Diámetro basal del brote mayor (cm) según calibres y tratamiento.	29
7	Diámetro basal promedio de los brotes (cm) según calibres y tratamiento.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cultivares; 1 'Santa Rosa', 2 'Florex Gold', 3 'Pot of Gold', 4 'Sensation'.	18
2	Túbero de <i>Zantedeschia</i> con formación de los primeros brotes.	19
3	Número de flores del cultivar 'Santa Rosa' según el tratamiento aplicado.	32
4	Efectos de los tratamientos en la longitud del tallo floral y de la espata.	33
5	Número de flores del compuesto 'Santa Rosa' para los dos calibres.	35
6	Longitud del tallo floral y la espata para los dos calibres.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Distribución de la floración y número total de flores durante los meses del ensayo del compuesto "Santa Rosa".	47
2	Distribución de las temperaturas máximas y mínimas durante los meses del ensayo.	48
3	Resumen de pesos (g) de los túberos por variedad	49
4	Resumen de calibres (cm) de los túberos por variedad	50
5	Análisis de suelo de la mezcla de sustrato utilizada para plantar los túberos.	51

1 INTRODUCCION

Las múltiples especies de cala o *Zantedeschia* se han cultivado como plantas de jardín y como flores de corte desde hace muchos años. Se han creado híbridos que producen gran variedad de colores de flor y jaspeados del follaje, lo cual ha sido un gran estímulo para la industria florícola. Las flores viven hasta 3 ó 4 semanas, en la planta o cortadas, y toleran bien el transporte, lo cual facilita la posibilidad de exportarlas. Es esta característica la que le da importancia a la especie, considerando los recientes tratados de libre comercio que abren múltiples posibilidades a los mercados exteriores. Ello crea la necesidad de estudiar la posibilidad de implementar nuevos cultivos, dentro de los cuales podría considerarse el de *Zantedeschia*, aumentando su producción nacional.

Dentro de los manejos agronómicos recomendados para aumentar la productividad y calidad de las flores en *Zantedeschia*, está la aplicación de reguladores de crecimiento, principalmente de giberelinas y citoquininas, ya que mediante múltiples experimentos se ha podido observar que influyen sobre el desarrollo vegetativo y floración de esta especie, aspectos que no han sido estudiados a cabalidad en Chile.

La hipótesis de este trabajo es que el uso de fitorreguladores, influye en el desarrollo vegetativo del género *Zantedeschia*.

El objetivo general fue comprobar y comparar los efectos de dos reguladores de crecimiento, a base de giberelinas y citoquininas, aplicados sobre cultivares híbridos de *Zantedeschia*.

Los objetivos específicos fueron:

- Estudiar el efecto de la aplicación preplantación de los productos Promalina y Cytokin sobre el desarrollo vegetativo de calas híbridas.
- Observar el efecto de los fitorreguladores en el desarrollo floral de estos cultivares.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Clasificación botánica y origen del genero *Zantedeschia*.

El género *Zantedeschia* pertenece a la familia *Araceae* y es originario de África del Sur, debiendo su nombre al botánico italiano Francesco Zantedeschi (1797-1864) (JACOBS, 1997). Su clasificación botánica es la siguiente:

Clase:	<i>Monocotiledoneae</i>
Orden:	<i>Spadiciflorae</i>
Familia:	<i>Araceae</i>
Subfamilia:	<i>Philodendrae</i>
Tribu:	<i>Zantedeschieae</i>
Género:	<i>Zantedeschia</i>

Las especies de *Zantedeschia* cultivadas actualmente han sido en gran parte seleccionadas en Nueva Zelanda, produciendo flores de una amplia gama de colores, que tienen buen mercado de exportación como flores de corte, como plantas en maceta y como ornamentales de invernadero (SALINGER, 1987).

En Chile hace poco tiempo sólo se conocía la especie *Zantedeschia aethiopica* (L) Spreng, llamada comúnmente cala blanca, la cual crece prácticamente sin ser cultivada en parques, jardines y lugares húmedos en general. Sin embargo, debido a la creciente demanda de este género, en el mercado internacional y el creciente interés por estas flores en el mercado nacional se comenzó a cultivar en el país en forma comercial especies e híbridos de colores de este género (HOFFENS, 1998).

2.2 Morfología de la planta.

Este género, según la especie, posee rizomas o túberos como órganos perdurantes. Sus hojas, generalmente anchas, indivisas, cordiformes o sagitiformes, tienen por lo general nervadura reticulada, por lo cual discrepan notablemente del tipo foliar monocotiledóneo. Las flores, de un gran polimorfismo, se insertan sin brácteas madres sobre un eje simple, a menudo engrosado en un espádice carnososo. Los frutos casi siempre son bayas (STRASBURGER, 1960).

La inflorescencia es una espata que envuelve un espádice, se trata de un eje en el que están ubicadas las flores verdaderas. En la parte superior de ella las masculinas, y por debajo de éstas las femeninas. Alrededor de esta inflorescencia se encuentra una bráctea en forma de embudo de colorido característico a la variedad (JACOBS, 1997). Según FUNNELL (1993) esta espata, tiene forma de embudo con punta redondeada o un tubo estrecho de punta aguzada, su color, va desde blanco a marrón oscuro, y presenta pigmentación oscura en la base, la que caracterizan la especie o cultivar del que se trate.

Las hojas que componen su follaje son ovalo-punteadas o redondas. Las raíces se desarrollan por encima del túbero, y de ahí que los túberos se planten a una profundidad de unos 7-10 cm ya que una plantación a menos profundidad reduce la productividad del túbero o del rizoma, en el caso de *Z. aethiopica* (JACOBS, 1997).

2.3 Principales especies y sus características.

Este género presenta varias especies de las que se forman dos grupos:

Grupo 1. A este grupo pertenecen las calas que se caracterizan por ser una especie siempre verde en su hábitat natural (zonas muy húmedas), posee un rizoma alargado y ramificado, que no presenta dormancia, pero sí latencia estival por la falta de humedad; además, los frutos verdes se tornan rojos anaranjados al madurar y su consistencia blanda en un principio se vuelve mucilaginosa. Este grupo está formado por la especie *Zantedeschia aethiopica*, que es la típica cala blanca (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

Grupo 2. En él se incluyen las especies deciduas, que presentan un túbero como órgano subterráneo de reserva, sus frutos son siempre de color verde y de consistencia dura, además no toleran los suelos con exceso de humedad. Este grupo está formado por las especies *Z. rehmannii*, *Z. elliottiana*, *Z. albomaculata*, *Z. jucunda*, *Z. pentlandii* y *Z. odorata* (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

A continuación se describen las especies que conforman los Grupos 1 y 2:

2.3.1 *Zantedeschia aethiopica* (L) Spreng. Es una especie siempre verde, muy adaptada a terrenos pantanosos, posee un rizoma alargado y ramificado que no presenta dormancia. La floración es a fines de invierno hasta fines de primavera. Su espata tiene forma de embudo de color blanco, sin mancha púrpura al interior de su cuello. Posee hojas verdes sin manchas blancas, de forma hastada y largos pecíolos (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.2 *Zantedeschia rehmannii* Engl. La floración se produce en el verano y presenta dormancia invernal. Se caracteriza por ser una cala enana por lo que se cultiva para macetas. La espata presenta forma de trompeta de color rosado, no presenta la mancha púrpura en el interior del cuello. Esta espata tiene una longitud aproximada de 10 cm. El tallo floral puede presentar una longitud entre 30 – 40 cm. Sus hojas son completamente verdes y de forma lanceolada (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.3 *Zantedeschia elliottiana* (W. Wats.) Engl. Con características similares a la anterior, pero en esta especie la espata es de color amarillo dorado sin mancha púrpura en el interior de su cuello, de 15 cm aproximadamente y con un tallo floral de 60 cm. Sus hojas son de color verde con manchas blancas y de forma ovalada (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.4 *Zantedeschia albomaculata* (Hook. f.) Baill. La espata de esta especie tiene forma tubular y con una mancha de color púrpura en el interior del cuello de 15 cm y 60 cm de tallo floral. Presenta hojas con pecíolos cortos de color verde con manchas blancas y de forma hastada. Esta especie se formó a partir de tres subespecies (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.5 *Zantedeschia jucunda* Let. Es una especie decidua y su follaje dura desde primavera hasta otoño, florece en verano y presenta dormancia invernal. La espata es de color amarillo dorado con mancha púrpura. Las hojas son de color verde con manchas blancas y de forma hastada (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.6 *Zantedeschia pentlandii* (W. Wats.) Whittm. Planta decidua cuyo follaje tiene una duración entre primavera y fines de otoño, la floración se presenta en el verano y tiene dormancia invernal. Su espata es de color amarillo dorado con mancha púrpura, con una longitud de siete centímetros aproximadamente. Las hojas son de color verde, raramente con manchas blancas y de forma hastada (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.7 *Zantedeschia odorata* Per. Es decidua, el follaje dura desde fines de invierno hasta fines de primavera. La floración se produce tarde en invierno y presenta dormancia estival. La espata es de color blanco lechoso sin mancha púrpura. Posee flores verdaderas muy fragantes. Las hojas son verdes sin maculación y de forma ovalada (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

2.3.8 Cultivares. Los cultivares utilizados actualmente son originados por cruzamiento entre especies del segundo grupo. Como resultado de estos cruzamientos se han creado más de 120 híbridos de diferentes colores, como por ejemplo: Cameo, Mango, Elliott, Tahere, Apricot Orange, etc (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

A partir de *Z. aethiopica* se ha logrado crear dos variedades, "Childsiana" y "Green Goddess" (FUNNELL, 1993).

Las especies de *Zantedeschia* y sus híbridos, son la segunda especie de flores para corte en la exportación de Nueva Zelanda, ofreciendo una gama de colores que varían de rojo, marrón/ negro, pasando por el rosa, naranja, amarillo, crema, hasta el blanco. El color de la flor (espata) es un factor importante y la información sobre los pigmentos presentes en una planta en particular es necesaria para el desarrollo de las nuevas variedades, pero también ofrece algunos indicadores en cuanto al linaje de las variedades que existen. Los antocianos son el principal pigmento en los cultivares rojos y rosados, los carotenoides en cultivares amarillos. Ambos pigmentos estaban

presentes en cultivares anaranjados. En las espatas blancas los pigmentos principales son los flavonoides (LEWIS *et al*, 2003).

2.4 Áreas de producción mundial y mercado. Nueva Zelanda es actualmente el líder mundial en la producción de *Zantedeschia*, exportando más de tres millones de varas florales y mas de 1,4 millones de túberos de 120 variedades diferentes. Los principales mercados a los que exporta dichos productos son: Japón con un 70%, Holanda con un 5% y Estados Unidos con otro 5%, además, de mercados como Suiza, Alemania, Italia, Francia, y España (FUNNELL ,1993).

Holanda, además, es el segundo productor y los Estados Unidos de América es el tercer productor a nivel mundial (FUNNELL ,1993).

La época de mayor demanda de flores en el hemisferio norte se extiende desde noviembre a febrero y de túberos desde junio a septiembre (FUNNELL ,1993).

2.5 Requerimientos del cultivo

A continuación se describen los principales requerimientos del cultivo de *Zantedeschia*.

2.5.1 Requerimientos edáficos. *Zantedeschia* necesita un suelo fértil, franco arenoso que tenga humedad pero a su vez buen drenaje para minimizar los problemas de pudrición de raíces (Borgheresi y Silva, 1985, citado por HOFFENS, 1998).

Según JACOBS (1997), el pH ideal del suelo varia entre 5.5 a 6.0. Otros autores dicen que el pH óptimo varia entre 6.0-6.5 (ARMITAGE, 1993)

2.5.2 Requerimientos hídricos. Un inadecuado riego puede resultar en un reducido desarrollo del área foliar, lo cual es determinante en el crecimiento de la planta y del túbero (FUNNELL ,1993).

Debido a lo anterior JACOBS (1997), recomienda regar inmediatamente después de la plantación, manteniendo el suelo ligeramente húmedo hasta que la

planta se haya establecido y sus primeras hojas se hayan desarrollado completamente; a partir de este momento se debe regar regularmente hasta un mes después de la floración.

2.5.3 Requerimientos nutricionales. Los requerimientos nutricionales de la planta están estrechamente relacionados con la etapa de crecimiento en que esta se encuentra, absorbiendo las mayores cantidades de nutrientes entre las 6-12 semanas después de la plantación. Para suplir estas necesidades, Clark y Bolding (1991), citados por FUNNELL, (1993) recomiendan aplicar una dosis de 300 kg de N/ha, 45 kg de P/ha y 400 kg de K/ha.

Por otro lado, JACOBS (1997), recomienda la aplicación de una fertilización de preemergencia de N P K en una proporción de 12:10:10 respectivamente, en una dosis de 500 kg/ha. Luego, repetir en tres aplicaciones suplementarias a lo largo de la etapa de crecimiento.

En cultivo de maceta se recomienda aplicar dos veces por semana una fertilización de N P K en una proporción de 14:14:14, respectivamente, en una dosis de un gramo por litro de agua (JACOBS, 1997).

2.5.4 Requerimientos de temperatura. En general la cala no tolera heladas fuertes (FUNNELL ,1993).

En la especie *Zantedeschia aethiopica* el crecimiento comienza con una temperatura mínima de 12 a 13°C y a medida que aumenta el crecimiento la planta requiere una temperatura nocturna de 13°C y diurna de 16 a 20°C. En cambio las especies del Grupo 2 y sus híbridos requieren inmediatamente después de plantación una temperatura de 16 a 18°C y cuando las plantas comiencen a brotar debe haber temperaturas nocturnas de 16°C y diurnas de 18 a 25°C. Sobre los 28°C se disminuye fuertemente el desarrollo de la planta (LARSON, 1980).

2.5.5 Requerimientos lumínicos. Bajas intensidades lumínicas producen en general un incremento en el largo del pedúnculo, pero esto depende de la especie y cultivares (FUNNELL, 1993).

ARMITAGE (1991), asegura que con una adición de sombra se produce un incremento del ancho de la espata y una disminución considerable de la producción de flores independiente de la especie y cultivar de la que se trate. Sin embargo, CORR y WIDNER (1990), afirman que no existe ningún efecto significativo, ni en el número total de flores, ni en la longitud y ancho de la espata, si se reduce la irradiación durante el tiempo que transcurre desde la plantación hasta la floración. Pero estos tres autores coinciden en señalar que una adición de sombra de hasta un 67% resulta en el incremento del largo de las hojas y del escapo floral.

Es necesario hacer más investigación para aclarar la aparente contradicción en relación a la respuesta de este género a sus requerimientos lumínicos (FUNNELL, 1993).

2.5.6 Requerimientos de fotoperíodo. Según ARMITAGE (1993), aquellas plantas que crecen bajo la condición de día corto, son más bajas que aquellas que crecen bajo la condición de día largo. Sin embargo, la floración de este género, no depende del fotoperíodo (ARMITAGE, 1993; FUNNELL, 1993; CORR y WIDNER 1990). Además, FUNNELL (1993), afirma que se han reportado incrementos en el largo del tallo floral y en la altura total de la planta, esto como resultado de la disminución en el largo del día, en rangos que varían entre un 13 a un 87%, dependiendo de las condiciones ambientales, la especie o el cultivar del que se trate. Este mismo autor señala que es necesaria más investigación para aclarar la respuesta de este género al fotoperíodo.

2.6 Factores que influyen en el desarrollo de los túberos.

En el desarrollo de la planta influyen dos factores, que se clasifican según su naturaleza en:

2.6.1 Factores internos. Las variedades del Grupo 2 requieren de un período de receso o dormancia al final de su ciclo; durante este periodo sobreviven gracias a las reservas acumuladas en los túberos (Welsh y Clemens, 1992, citado por CARRILLO, 1999).

La dormancia se caracteriza por el amarillamiento del follaje, seguido por su rápida senescencia. Este proceso puede desencadenarse también por temperaturas extremas, falta de agua o daño en las raíces (ARMITAGE, 1993). Aparentemente este proceso se desencadenaría cuando las temperaturas sobrepasan los 24°C, pero el inicio exacto de éste aun no ha sido establecido (FUNNELL, 1993).

2.6.2 Factores externos. Son aquellos aplicados artificialmente por el hombre, y entre ellos se encuentra el uso de reguladores de crecimiento.

2.7 Reguladores de crecimiento.

Son todos aquellos compuestos naturales o sintéticos que, en bajas concentraciones, promueven, inhiben o regulan, el crecimiento, ya sea con modificaciones cualitativas o sin ellas (SIVORI *et al*, 1980).

PIERIK (1990) denomina como reguladores de crecimiento al conjunto de productos que incluye tanto a las fitohormonas como a los productos sintéticos, que son los responsables de la distribución de los compuestos que la planta biosintetiza y además determinan el crecimiento relativo de todos los órganos de la planta.

Hoy se sabe que, tanto el crecimiento como la diferenciación de las células en diversos órganos que constituyen la planta, son procesos fisiológicos regulados por la acción de diversas sustancias químicas que interactúan entre si, activando o inhibiendo dichos procesos. Es así como puede hablarse de un sistema hormonal vegetal, aunque algunos no estén de acuerdo con esta definición (ROJAS, 1972).

2.7.1 Giberelinas. Son ácidos orgánicos, diterpenos cíclicos con un esqueleto de gibano y son sintetizados a partir del acetil CoA a través de la vía del ácido mevalónico (SEILER, 2002).

Se han identificado al menos 80 giberelinas en las plantas, pero sólo unas pocas parecen ser fisiológicamente activas. Dentro de los compuestos sintéticos se tiene al GA₃ (ácido giberélico), GA₄ y GA₇, siendo el GA₃ el más utilizado (SEILER, 2002).

Los sitios de síntesis de las giberelinas son las semillas en desarrollo, ápices de tallos, primordios foliares, raíces, frutos y túberos. Estos reguladores son transportados dentro de la planta vía xilema y vía floema (SEILER, 2002).

Con respecto a las funciones de las giberelinas, SEILER, (2002), señala que las giberelinas trabajan en conjunto con las auxinas para promover una rápida elongación de los tejidos de los tallos. También estimulan la división celular. Rompen la dormancia de semillas en plantas que requieren estratificación o luz para inducir su germinación. Las giberelinas estimulan a que el ARN mensajero promueva la síntesis de la enzima alfa amilasa, la que desdobra al almidón de las semillas en azúcares utilizados para la germinación de éstas. Promueven la floración en plantas bienales durante su primera temporada de crecimiento. Estimulan el aumento de tamaño en algunos frutos como las uvas y los higos. Ayudan a contrarrestar el efecto de herbicidas. Inducen la producción de flores masculinas en plantas dioicas. Pueden desarrollar frutos partenocárpicos. Retrasan la senescencia de hojas y flores.

En relación al mecanismo de acción de las giberelinas en la expansión celular, no se conoce muy bien cómo funciona ésta, pero se ha propuesto que las giberelinas puedan provocar la expansión celular mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. Es decir, las giberelinas incrementan la formación de enzimas proteolíticas a partir de las cuales se libera triptofano, principal precursor del AIA (ácido indolacético). Las giberelinas incrementan los contenidos de AIA, transportándolo además a su lugar de acción, siendo entonces finalmente las auxinas las que provocarían la expansión celular (WEAVER, 1976).

Las giberelinas provocan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial osmótico, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión. Inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos (SEILER, 2002). Concuerd a con WEAVER (1976) que señala que las giberelina provocan la expansión celular mediante la hidrólisis del almidón resultante de la acción de la enzima alfa amilasa generada por las giberelinas. Esto llevaría a que se produjera un aumento en la concentración de azúcares, elevándose así la presión osmótica de la savia celular, de modo que el agua entraría en las células expandiéndola.

Por otro lado, hay una teoría que señala que las giberelinas estimularían la biosíntesis de ácidos polihidroxicinámicos, los cuales inhibirían a la enzima AIA oxidasa, promoviendo por lo tanto los procesos mediados por las auxinas al reducir la cantidad de auxinas destruidas por esta enzima (WEAVER, 1976).

El GA₃ promueve la floración de diferentes Aráceas. Por ejemplo, *Aglaeonema* tratada con GA₃ asperjado en concentraciones de 100, 200, 400 ppm, florecieron cuando las plantas testigos no lo hicieron. En el caso de *Xanthosoma* se le aplicó GA₃ a algunos hijuelos con 250 ppm, aumentando la floración. Remojando rizomas de *Caladium* por 16 horas con 250 ppm, incrementa el número de plantas que florecen y el número de flores por planta. En *Dieffenbachia*, las plantas tratadas con GA₃ incrementan la floración a medida que aumenta la concentración de la hormona (250, 500 y 1000 ppm). Resultados similares se han visto en *Spathiphyllum*, aunque algunas flores han presentado malformaciones (CORR Y WIDMER, 1987).

2.7.2 Citoquininas. Son compuestos químicos tipo fenil ureas derivados del aminoácido adenina (WEAVER, 1976) que principalmente estimulan el fenómeno de citocinesis en la división celular. Además participan en fenómenos tales como la

dominancia apical, fundamentalmente en la diferenciación de tejidos vasculares entre los ejes caulinares y las yemas (SIVORI *et al.* 1980).

Se sintetizan en las puntas de las raíces (en general regiones meristemáticas) y desde allí se desplazan por el xilema hacia las hojas, donde desempeñan importantes funciones en el metabolismo y envejecimiento de las plantas (WEAVER, 1976).

Las citoquininas naturales de mayor importancia son la cinetina, zeatina y ribozeatina. Por otro lado, dentro de las citoquininas sintéticas se encuentra la BA o BAP (6- Bencilaminopurina) y el PBA (6- bencilamino-9 (2 tetrahidropiranyl) -9H-purina) (SEILER, 2002).

Sus principales funciones dentro de la planta son: estimular la división celular y el crecimiento, inhibir el desarrollo de raíces laterales, romper la latencia de las yemas axilares, promover la organogénesis en los callos celulares, retrasar la senescencia ó envejecimiento de los órganos vegetales, promover la expansión celular en cotiledones y hojas, y el desarrollo de los cloroplastos (SEILER, 2002).

Según WEAVER (1976), las principales funciones que cumplen las citoquininas son: la división celular, por lo tanto está involucrada en el aumento del número de células y tamaño de los órganos. Estimula el desarrollo de brotes laterales. Es decir, un balance entre citoquininas y auxinas controla la dominancia apical de los tallos. También provoca la elongación de algunas hojas y tallos etiolados. Retrasa el envejecimiento de tejidos vegetales, posiblemente estimulando la síntesis de ARN y proteína retrasando la degradación de la clorofila. Es de gran importancia en el cultivo de tejidos, ya que estimula la diferenciación de tejidos. Rompen el reposo de algunas semillas.

Como derivan de una purina, son capaces de unirse a la cromatina del núcleo, provocando un efecto promotor sobre el ARN y las enzimas. Estimulan el estado de transición del estado G2 en la mitosis, actúan en la traducción del ARN e incrementan la rapidez de síntesis de proteínas (SEILER, 2002).

2.7.3 Reguladores comerciales. A continuación se presentan dos reguladores de crecimiento que hoy se encuentran en el comercio chileno.

2.7.3.1 Promalina. Es un fitoregulator en cuya composición están presentes dos hormonas vegetales, las giberelinas GA₄ y GA₇, además de una citoquinina (6 benziladenina) en concentraciones según el producto comercial.

Su fabricante es Valent BioScience Corporation, USA y es distribuido en Chile por Valent BioScience Chile S.A. Su ingrediente activo es GA₄ + GA₇ junto con 6 benziladenina, que se encuentran en concentraciones iguales de 1,8% p/v (peso/volumen) (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A.G (AFIPA), 2002).

Este producto se usa frecuentemente en frutales, principalmente en manzanos, ya que mejora la calidad de los frutos, tanto en forma como en crecimiento. Se utiliza en dosis de 125 cc/100 L de agua (AFIPA, 2002).

2.7.3.2 Aplicación de Promalina. HERRERA (2002) indica que se obtiene mayor rendimiento en el cultivo de ajo cv. 'Napurí' aplicando Promalina (180 mL/ha), tratamiento que produjo un 8,2% más que el testigo, no existiendo diferencia significativa entre tratamientos, en cuanto a rendimiento, no así en calidad comercial. La Promalina a una dosis de 180 mL/ha, produjo bulbos más grandes con menor número de dientes y más uniformes, logrando mayor producción.

En plantas de *Ornithogalum thyrsoides* tratadas con Promalina, se acelera la floración, particularmente del segundo vástago floral, acortando el tiempo total de la producción, ya que en esta especie de plantación a cosecha de la primera flor, pasan cerca de 100 días, por lo que el uso de Promalina permite reducir este período acelerando la producción (MARK y TAMOTSU, 1998).

En el cultivo de *Lilium* se puede adelantar la floración y el largo de los tallos florales sumergiendo los bulbos en ácido giberélico antes de la plantación. Por otra parte, los mismos efectos mencionados anteriormente se pueden obtener tratando los

bulbos con una solución de Promalina ($GA_4 + GA_7$) en una concentración de 1000 mg/L más BA en una concentración de 100 mg/L (BEATTIE Y WHITE, 1993).

En *Caladium* produce un incremento en el número de hojas, al aplicarlo en una concentración de 200 mL/L, ya que con menos de 100 mL/L no se producen efectos visibles (WILFRET, 1993).

La aplicación de Promalina en *Zantedeschia*, en comparación con GA_3 , incrementa el número de brotes dominantes y las yemas florales, traduciéndose en un aumento de la floración, además disminuye el porcentaje de malformaciones florales. Todo esto puede deberse al uso de otras giberelinas (GA_4 y GA_7), o al sinergismo de las hormonas que componen este producto (FUNELL Y MACKAY, 1992). Además, es más efectiva a menores dosis que AG_3 (BROOKING y COHEN, 2002).

2.7.3.3 Cytokin. Su fabricante es Plant Biotech Inc., USA. y es distribuido en Chile por Aventis CropScience Chile S.A. Su ingrediente activo es la Kinetina al 0,01% (AFIPA, 2002).

Este producto se usa en múltiples cultivos, principalmente para promover la iniciación de yemas, desarrollo de raíces, cuaja de flores, aumento de calibre e incremento de la eficiencia de producción (AFIPA, 2002).

2.7.3.4 Aplicación de citoquininas. En iris bulbosos y rizomatosos, la inyección de BA (bencilaminopurina), zeatina o kinetina, se promueve el desarrollo de brotes florales, previniendo los abortos florales cuando se reduce la cantidad de luz; ello lo hace promoviendo la translocación de fotosintatos hacia las yemas florales. También evita la acumulación de ABA (ácido abscísico) en las yemas florales (DE MUNK y CHIPPER, 1993).

En narcisos se puede retardar la senescencia de la flor cortada, al aplicarle a las flores BA, conservándolas por un día más y en dos días si además se le aplica 2,4 D. (Ballantyne, 1963, 1965, 1966, citado por HANKS, 1993).

2.7.4 Reguladores de crecimiento aplicados a *Zantedeschia*. SEEMANN y HOFFENS (1999), han hecho aplicaciones de ácido giberélico (GA_3), con lo que se ha logrado un aumento en el número de yemas florales y el número de flores por yema. Este incremento en la producción de flores varía entre un 200% y un 400%.

El ácido giberélico ha sido usado también para inducir la floración precoz de los rizomas de diámetros pequeños (3 cm), permitiendo que éstos emitan el tallo floral cuando la primera hoja se ha desarrollado y no las dos primeras, como sucede en un patrón normal de floración. En caso de que el rizoma no exceda los 3 cm de diámetro, la hormona no afecta la floración, ya que las yemas aún no son receptivas a este tipo de estímulos, por presentar una especie de inmadurez fisiológica (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

Según FUNNELL y GO (1993), el GA_3 provoca un aumento del metabolismo de los carbohidratos, aumentando la cantidad de sacarosa en los ápices preformados del tubero, estimulando de esta forma la inducción floral de las yemas axilares de éste, las que sin este tratamiento permanecen como yemas vegetativas.

Debido a que las reservas que estaban acumuladas en el tubero son llevadas hacia los ápices preformados, disminuye el peso del tubero, lo que se traduce en una disminución del crecimiento de las hojas, principalmente en el ancho de estas, ya que se activan yemas que de otra forma permanecerían en receso. Además, se ha observado que la aplicación de GA_3 , provoca un aumento en la longevidad de la espata mientras ésta permanece en la planta, aumenta el número de brotes por tubero y el número de flores por brote. La dosis de 500 ppm aplicada de preplantación, resultó producir la mejor calidad comercial de flores (CORR Y WIDMER, 1987).

La principal consecuencia de la aplicación de giberelinas, es un aumento del número de flores por brote, que puede llegar hasta un 400%, sin embargo, la floración depende del tipo y concentración de giberelina que se haya usado, así como del cultivar y del número de meses de almacenamiento de los tubérculos antes del tratamiento. Mientras más prolongado es el almacenaje, mayores deberán ser las

concentraciones de GA para mantener la productividad (Funnell y Mackay, 1995 citados por CARRILLO, 1999).

Para que las giberelinas tengan un efecto óptimo, los túberos deben estar en crecimiento activo, por lo que el tratamiento no debe ser aplicado en dormancia o antes del almacenaje (Funnell y Mackay, 1995 citados por CARRILLO, 1999).

El uso de ácido giberélico ha incrementado el número de flores en todos los cultivares de calas de colores. Los mejores resultados se obtienen sumergiendo los túberos previo a la plantación, no se han obtenido resultados consistentes cuando se aplica asperjando los túberos. Se han probado varios rangos de concentraciones con ambos métodos (ARMITAGE, 1993). La aplicación de GA₃ se realiza antes de la plantación, sumergiendo los túberos en el fitorregulador en alguno de los tratamientos de tiempo y concentración que se indican a continuación:

- 25 ppm de GA₃ x 30 segundos,
- 500 ppm de Promalina (GA₍₄₊₇₎ + Benzyladenina) x 10 minutos,
- 50-100 ppm de Promalina (GA₍₄₊₇₎ + Benzyladenina) x 30 minutos (ARMITAGE, 1993; SEEMANN y HOFFENS, 1999).
- Solución de agua +25 ppm de GA₃ x 5 minutos, o
- Solución de 100 ppm de GA₃ x 1 minuto y luego una aplicación foliar de 100 ppm de GA₃. Este sería el tratamiento más recomendable (SEEMANN y HOFFENS, 1999). Sin embargo, ARMITAGE (1993) dice que todos estos tratamientos fueron efectivos, pero se prefiere usar 50-100 ppm de GA₃ o Promalina por 5-15 min

Se cree que la aplicación foliar sería inefectiva debido a la escasa penetración de esta hormona en la planta, o bien por una aplicación tardía, es decir después del momento de iniciación floral. Se debe tener en cuenta además que concentraciones muy altas y tiempos muy prolongados de aplicación de esta hormona pueden causar deformaciones de la flor (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

JACOBS (1997), también recomienda sumergir los túberos en una solución de Promalina, o 25 ppm GA, inmediatamente antes de la plantación, durante un período

de cinco minutos. A continuación los túberos deben secarse y plantarse. La giberelina aumenta la capacidad de floración cuatro veces, además reducen las consecuencias del almacenaje prolongado, que generalmente se traduce en bajos rendimientos de flores por túbero, aunque altas concentraciones de GA, o sumergir el túbero durante más tiempo del debido pueden causar deformaciones de la flor.

El uso de ácido giberélico estándar (GA_3) o una proporción (GA_4+GA_7) o bien los tratamientos de Promalina (GA_{4+7} con benzyladenina) aumentan el número de flores y reducen el tiempo en que aparecen las primeras y las segundas flores. El efecto es más importante en los colores rosa, pero el ácido giberélico es igualmente eficaz en calas amarillas y blancas aunque en menor grado. Un leve aumento (5-10%) en la deformación de la flor puede ocurrir en calas amarillas y blancas, pero el aumento neto en funcionamiento justifica el uso de estos productos (PACIFIC CALLAS, 2003).

El ácido giberélico aumenta la altura de la planta, pero se reduce levemente el ancho de la hoja, y se ablandan los vástagos, especialmente cuando los días son más cortos y hay menos horas de luz. La Promalina causa menos deformaciones de la flor que GA_3 (PACIFIC CALLAS, 2003).

El ácido giberélico puede ser aplicado en cultivos establecidos, después de la aparición del brote. Se puede aplicar un GA_3 en aerosol en una dosis de 150 ppm. El efecto será un florecimiento adicional que tardará 75-85 días. Éste es un método económico que aumenta el tiempo y la producción de flor (PACIFIC CALLAS, 2003).

Otros reguladores del crecimiento que generalmente se les aplican a estas especies, son los retardantes del crecimiento, como el Paclobutrazol, que controla efectivamente la altura de las plantas, y a medida que se aumentan las concentraciones disminuye el largo de la hoja (TJIA, 1987). Estos retardantes, se aplican a los cultivares que se plantan en macetas y de esta forma se controla la altura de las plantas. La tasa de aplicación de estas hormonas depende del cultivar y las condiciones ambientales. Este tipo de tratamientos provoca una reducción en el número de flores, lo que se contrarresta aplicando ácido giberélico (CORR Y WIDMER, 1991).

3 MATERIAL Y MÉTODO.

3.1 Material. A continuación se detallan los materiales utilizados en la investigación.

3.1.1 Ubicación del experimento. El ensayo se estableció en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, ubicado en el Campus Isla Teja, Valdivia.

3.1.2 Material vegetal. El material vegetal que se ocupó corresponde a tres cultivares y un compuesto de *Zantedeschia* de color amarillo. Los cultivares son; 'Florex Gold', 'Sensation', 'Pot of Gold', además de un compuesto (mezcla de variedades) que ha sido denominado 'Santa Rosa'.

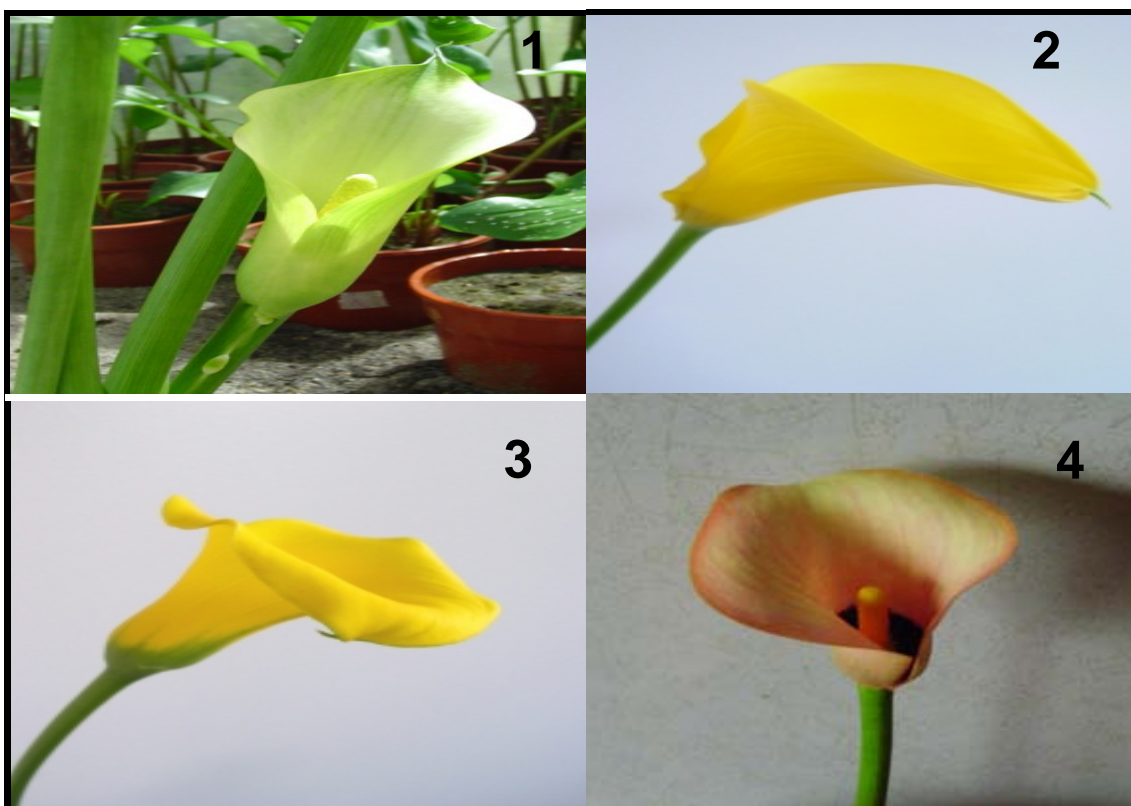


FIGURA 1 Cultivares: 1 'Santa Rosa', 2 'Florex Gold', 3 'Pot of Gold', 4 'Sensation'.

FUENTE: Fotos 2 y 3 (BLOOMZ, 2005).

Los túberos se pesaron y calibraron de tal forma que se organizaron en dos grupos, para cada variedad. Los de mayor peso y calibre se denominaron grandes y los de menor peso y diámetro fueron denominados pequeños.

CUADRO 1 Calibración de los túberos según peso y diámetro para los distintos cultivares.

Variedades	Peso (g)		Calibre (cm)	
	Grandes	Pequeños	Grandes	Pequeños
Santa Rosa	75-96	28-67	5,1-7	4-5
Pot of Gold	15-25	2-12	3,5-4	1-3
Florex Gold	12-20	8-11	3,1-4	2,5-3
Sensation	15-20	4-7	3,5-4	1,5-2,5

Dichos órganos se plantaron en macetas de 16,4 cm de diámetro en la boca y de 12,7 cm en su base, identificadas con el túbero que se encuentra en ellas (diámetro y peso), la variedad a la que corresponde y el tratamiento que se le aplicó.



FIGURA 2 Túbero de *Zantedeschia* con formación de los primeros brotes.

FUENTE: BLOOMZ, 2005.

3.1.3 Sustrato. El suelo que se utilizó en el ensayo corresponde a una mezcla de suelo Trumao serie Santa Rosa y arena de río en partes iguales. Con ella se llenaron las macetas con 1,75 L aprox.

3.1.4 Reguladores de crecimiento. Se ocuparon dos reguladores de crecimiento, Promalina (Giberelina A₄ +A₇ junto con 6 Benziladenina) y Cytokin (Kinetina) más un testigo sin producto.

3.2 Método.

A continuación se detallan los métodos aplicados para desarrollar el ensayo.

3.2.1 Preparación del material vegetal. Antes de establecer los túberos en las macetas, éstos se desinfectaron, para bajar la tasa de incidencia de *Erwinia carotovora*, que es el patógeno más común en este cultivo. Posteriormente se realizaron los tratamientos de Promalina, Cytokin y agua potable correspondientes a este ensayo.

3.2.1.1 Desinfección. Primero se realizó una desinfección de los túberos con una solución de Hipoclorito de Sodio al 10% (producto comercial). Una vez lavados y secos se les aplicó un fungicida para evitar la aparición de hongos sobre los túberos, que luego puedan afectar la brotación, con tal objetivo se usó Benomyl en concentración de 1,8 g/L.

3.2.1.2 Tratamientos. Se aplicaron tres tratamientos, Promalina, Cytokin y un testigo (agua potable).

El primer tratamiento consistió en Promalina aplicada en 5,28 ml/L de agua potable (100 ppm) por 30 min.

El segundo tratamiento fue Cytokin con 10 ml/L de agua potable (100 ppm) por 30 min.

El tercer tratamiento fue el testigo en el que se dejaron los túberos por 30 min. en agua potable.

3.2.2 Preparación del sustrato. Se mezclaron las partes iguales de suelo y arena, teniendo la precaución de revolver de tal forma que la mezcla quedara uniforme, y se procedió a llenar las macetas hasta la mitad.

3.2.3 Plantación. Una vez llenas las macetas hasta la mitad y habiendo sacado ya los túberos de las soluciones, se procedió a plantarlos y cubrirlos con el resto del sustrato, hasta taparlos completamente.

3.2.4 Distribución de las macetas. Las macetas se distribuyeron sobre el mesón del invernadero, en forma totalmente al azar.

3.2.5 Fertilización. La fertilización se realizó una vez hecho el análisis de suelo y consistió en la aplicación de un fertilizante comercial para flores (Fert Plant), que proporciona 60 unidades de Nitrógeno, 45 de Fósforo y 30 de Potasio. Se diluyeron 5 cc de fertilizante por litro de agua y se aplicaron 250 cc de esta solución a cada maceta, esto se realizó cuando las plantas emergieron y luego antes de floración.

3.2.6 Riego. El riego se hizo una vez por semana y cuando las temperaturas del invernadero aumentaron mucho, se regó tan frecuentemente como las plantas lo requirieron. Durante el cultivo, no se sometió las plantas a estrés hídrico, sólo al final del ensayo, dejando que las plantas se secaran en las macetas, para volver a medir diámetro y peso de los túberos.

3.3 Variables evaluadas.

Los parámetros a evaluar fueron:

- Número de brotes por planta. Que se evaluó 60 días después de plantación.
- Longitud de hojas. Evaluada antes de cortar el riego.
- Diámetro del brote mayor. Medido cuando la primera hoja se desprendía del eje central del brote.

- Diámetro promedio de los brotes.
- Diámetro y peso de los tuberos antes de la plantación y después de cosecha.
- Número de flores por planta.
- Longitud del tallo floral y de la espata.

3.4 Duración del ensayo. La duración del ensayo desde plantación a cosecha fue de seis meses. La plantación de los tuberos se realizó el 17 de Octubre de 2003 y la cosecha del ensayo, se llevó a cabo el 10 de Abril de 2004, previa suspensión de riego durante la primera semana de Marzo.

3.5 Diseño experimental. Se usó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones por tratamiento.

3.6 Análisis estadísticos. El análisis de los datos se efectuó mediante el programa computacional Statgraphic. Los datos paramétricos se analizaron mediante el análisis de varianza múltiple (Anova) y la prueba de comparación del Test de Tukey.

Las variedades se analizaron por separado, ya que los calibres grandes y pequeños, son distintos para todas las variedades, por lo que no son comparables entre ellos. Además, como son variedades diferentes, rompieron dormancia en tiempos distintos, por lo que el tamaño de brotes antes de la plantación era disímiles, lo que podría implicar una mayor o menor absorción de las hormonas. Otro antecedente que se consideró, fue que varios autores señalan que se aprecian marcadas diferencias aplicando los mismos tratamientos en variedades distintas.

Sólo se analizó la floración de Santa Rosa, ya que las otras variedades no presentaron calibres florales en ambos tamaños (grandes y pequeños).

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos en esta tesis.

4.1 Efectos observados sobre los túberos, por la aplicación de Promalina y Cytokin en comparación con el testigo.

Los parámetros evaluados en los túberos fueron: diámetro y peso de los túberos antes de la plantación y después de cosecha.

4.1.1 Incremento en peso. Para obtener este parámetro, se registró el peso antes de plantación y después de cosecha, la diferencia entre ambos entregó el incremento en peso.

CUADRO 2 Incremento en peso de los túberos (g) según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	5,1 a	5,3 a	5,6 a	21,5 a
	Cytokin	7,5 a	8,1 a	5,5 a	26,6 a
	Testigo	1,2 a	4,5 a	2,9 a	12,4 b
Pequeños	Promalina	9,3 a	4,2 a	3,5 a	5,0 b
	Cytokin	10,1 a	4,0 a	2,9 a	5,3 b
	Testigo	9,8 a	-1,7 a	0,3 a	11,2 b
	DHS	n.s	n.s	n.s	8,4

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

Las diferencias en el incremento de peso resultaron ser no significativo para los cultivares 'Santa Rosa', 'Florex Gold' y 'Pot of Gold', por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por FUNELL Y MACKAY (1992), en cuyo estudio concluyeron que el peso

fresco de los tuberos de cala no se veía afectado por la aplicación de Promalina ni de GA_3 . No obstante, se aprecia una tendencia al aumento de peso en los tuberos de mayor tamaño de los cultivares 'Florex Gold' y 'Pot of Gold', tratados con las hormonas. Este mismo fenómeno se produce en los tuberos más pequeños, al ser comparados con el testigo.

El cultivar 'Sensation' fue el único que presentó respuesta a los tratamientos aplicados, mostrando un incremento en el peso de los tuberos grandes tratados con los fitorreguladores, no así en los tuberos pequeños, que estadísticamente aumentaron de peso igual que el testigo de los tuberos grandes.

Este ligero incremento en peso de los cultivares 'Florex Gold', 'Pot of Gold' y 'Sensation', en comparación con el testigo puede explicarse por el retardo de la senescencia de las plantas tratadas con fitorreguladores, una vez que se les cortó el riego (7 de marzo) para poder cosecharlas. Las plantas tratadas con hormonas tardaron más en senescer que las plantas testigos, lo que puede deberse a las citoquininas presentes en ambos productos, ya que éstas promueven la formación de cloroplastos, mayor número de brotes y retardan la senescencia de los órganos vegetales. Esto sugiere que las plantas a las que se les aplicó los tratamientos hormonales tendrían mayor número de cloroplastos que facilitaron la fotosíntesis para el almacenamiento.

En el caso del compuesto 'Santa Rosa', a pesar de que estadísticamente no hay significancia, existe una tendencia de los tuberos de mayor tamaño de aumentar menos de peso y un aumento mayor de este en los mas pequeños. Esto puede explicarse por que este fue el único cultivar que presentó flores en los tuberos grandes, por lo tanto concordaría con lo dicho por CORR Y WIDMER (1987), que indican que la aplicación de GA_3 provoca una disminución del peso de los tuberos debido al traspaso de reservas de éstos al ápice de los brotes. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por CRINO (1997), que indica que los tuberos tratados con GA_3 presentan una disminución de peso, debida a la mayor producción de flores por tubero.

4.1.2 Incremento en diámetro. Para obtener este parámetro, se midió el calibre antes de plantación y después de cosecha, la diferencia entre ambos entrega el incremento en calibre.

De acuerdo al Cuadro 3, se observó un aumento en el diámetro de los túberos tratados con hormonas, no así en el testigo; esto en los túberos de mayor tamaño. Sin embargo, este comportamiento no se presenta claro en los túberos más pequeños

En los túberos de mayor calibre de 'Florex Gold' y 'Sensation', se aprecia que los tratados con Cytokin aumentaron casi el doble que los tratados con Promalina, esto se explicaría por la mayor acumulación de fotosintatos debido a la senescencia más tardía de estas plantas. En los calibres menores no se aprecia un comportamiento claro, esto se debe a que están inmaduros fisiológicamente para responder a los tratamientos hormonales (SEEMANN y HOFFENS, 1999).

En el compuesto 'Santa Rosa' el valor más alto se presentó en los túberos pequeños tratados con Cytokin, ya que estos no aumentaron su porcentaje de floración como los tratados con Promalina, por lo que pudieron aumentar sus reservas, además, de haber permanecido fotosintetizando por más tiempo que los testigos.

En la variedad 'Pot of Gold', a pesar de que el tratamiento con Cytoquin produjo el doble de aumento que Promalina, estadísticamente no se aprecia diferencia.

Estos resultados difieren de los obtenidos por FUNELL Y MACKAY (1992), en cuyo estudio medían el diámetro de los túberos y éste no se veía afectado por la aplicación de Promalina ni de AG₃.

CUADRO 3 Incremento en diámetro de los túberos (cm) según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	0,3 bc	0,4 b	0,2 b	0,9 b
	Cytokin	0,2 bc	0,9 a	0,4 b	2,1 a
	Testigo	-0,2 c	0,2 b	-0,5 c	0,6 b
Pequeños	Promalina	0,4 bc	0,0 bc	1,1 a	0,8 b
	Cytokin	1,1 a	0,4 b	0,5 ab	1,0 b
	Testigo	0,5 ab	-0,2 c	0,4 b	1,9 a
	DHS	0,6	0,4	0,6	0,8

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY

Estos resultados están muy relacionados con el aumento en peso registrado en los túberos de mayor tamaño, lo que puede explicarse por las mismas razones ya expuestas.

4.2 Efectos observados sobre los brotes, por la aplicación de Promalina y Cytokin en comparación con el testigo.

Los parámetros medidos en los brotes fueron; número de brotes por planta, longitud promedio de hojas, diámetro del brote mayor, diámetro promedio de los brotes.

4.2.1 Número de brotes. Como puede apreciarse en el Cuadro 4, los efectos de la aplicación de los tratamientos, resultó ser no significativa para los cultivares 'Santa Rosa', 'Florex Gold' y 'Sensation'. Sólo 'Pot of Gold' presentó resultados estadísticamente diferentes.

A pesar de no existir significancia estadística en tres de los cultivares, se aprecia un mayor número de brotes por planta, en aquellos túberos de mayor tamaño tratados con los fitorreguladores; en el calibre menor no hay una tendencia clara. La razón a esta ausencia de respuesta de los túberos de menor tamaño, se debe a que

en el caso de que el túbero no exceda los 3 cm de diámetro, la hormona aplicada no afecta el desarrollo de las plantas, ya que las yemas aún no son receptivas a este tipo de estímulos, por presentar una especie de inmadurez fisiológica (SEEMANN y HOFFENS, 1999). Esta es la razón principal de la baja respuesta, a este y los otros parámetros medidos, de los calibres pequeños de las cultivares 'Florex Gold', 'Sensation' y 'Pot of Gold' que no superan los 3 cm de diámetro.

CUADRO 4 Número de brotes por planta según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	2,6 a	5,0 a	4,6 a	4,8 a
	Cytokin	2,4 a	5,8 a	4,8 a	3,8 a
	Testigo	1,6 a	4,2 a	2,6 bc	3,2 a
Pequeños	Promalina	2,2 a	1,4 a	1,6 c	2,0 a
	Cytokin	2,0 a	4,0 a	1,7 c	2,8 a
	Testigo	1,8 a	3,0 a	3,2 b	2,4 a
DHS		n.s	n.s	1.3	n.s

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

Los túberos de mayor calibre no mostraron diferencias significativas según el test de Tukey al 5%, sin embargo, se puede observar un aumento en el número de brotes en las plantas tratadas con los productos hormonales. Esto concuerda con los resultados de (FUNELL Y MACKAY 1992; BROOKING y COHEN 2002).

Se surge que la citoquinina 6 benziladenina (BA), contenida en la Promalina puede tener un efecto en el aumento del número de brotes a través de la reducción de la dominancia apical (FUNELL Y MACKAY, 1992).

El ligero aumento del número de brotes registrado en el tratamiento con Cytokin, que en el caso de 'Florex Gold' y 'Pot of Gold', fueron mayores que el tratamiento con Promalina, puede explicarse de la misma forma que con BA, pues a

pesar de ser citoquininas distintas, actúan de formas similares. Según lo señalado por ARTH *et al* (2002), el uso de citoquininas en micropropagación de *Zantedeschia*, provoca un aumento en el número de yemas en los túberos. Esto también podría ser válido en macropropagación especialmente, en los túberos de 'Florex Gold' por ser esta una variedad especialmente sensible a este grupo de hormonas, condición que podría presentarse también en 'Pot of Gold', lo que explicaría el ligero aumento del número de brotes.

4.2.2 Longitud de hojas. Este parámetro, no presentó una respuesta clara a los diferentes tratamientos, es así como se puede apreciar en el Cuadro 5, en el que algunas variedades respondieron igual para todos los tratamientos según Tukey 5%.

Tanto en 'Santa Rosa' como en 'Sensation', no hubo diferencia estadística en la longitud de las hojas, ni siquiera en los dos calibres diferentes; aun así los mayores valores se registraron en el tratamiento con Cytokin.

En el cultivar 'Pot of Gold', el calibre grande, presentó hojas más largas con el uso de Cytokin y las más cortas se presentaron en el tratamiento sin hormonas; en los túberos pequeños, los tratamientos hormonales registraron la mayor altura de hojas, en comparación con el tratamiento sin hormonas. Similar fue el caso de 'Florex Gold', en que los túberos grandes tratados con Cytokin presentaron hojas más largas, pero en este caso las tratadas con Promalina y los testigos respondieron igual. En los túberos de menor tamaño los tratamientos hormonales fueron iguales entre sí y similares al testigo y Promalina de los grandes. La altura más baja se registró en el testigo de los túberos pequeños. Esto puede deberse a que, según ARTH *et al* (2002), la variedad 'Florex Gold' es muy sensible a la acción de las citoquininas, este mismo factor podría estar influenciando el comportamiento de 'Pot of Gold', que fue similar al de la variedad antes mencionada. Esto demuestra una vez más la variabilidad de respuestas producidas por los mismos tratamientos aplicados a cultivares diferentes (FUNELL, 1993).

CUADRO 5 Longitud de hojas (cm) según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	51,2 a	39,0 a	38,6 ab	32,0 a
	Cytokin	54,0 a	41,0 a	48,8 a	32,0 a
	Testigo	48,0 a	37,0 a	24,0 c	28,0 a
Pequeños	Promalina	43,0 a	29,0 b	28,0 bc	25,0 a
	Cytokin	45,4 a	39,6 a	37,6 b	32,0 a
	Testigo	41,0 a	27,4 b	27,0 c	29,0 a
	DHS	n.s	6.8	10.8	n.s

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY

4.2.3 Diámetro basal del brote mayor. Este parámetro no se vió afectado por los distintos tratamientos, esto se refleja claramente en el Cuadro 6. En general no es un variable medida en otros estudios y no se encontró información que respalde estos resultados.

CUADRO 6 Diámetro basal del brote mayor (cm) según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	1,74 a	0,70 a	0,76 ab	0,58 a
	Cytokin	1,90 a	0,68 a	0,82 a	0,62 a
	Testigo	1,48 a	0,90 a	0,82 a	0,66 a
Pequeños	Promalina	1,30 a	0,64 a	0,68 bc	0,44 a
	Cytokin	1,70 a	0,80 a	0,64 bc	0,54 a
	Testigo	1,48 a	0,68 a	0,56 c	0,62 a
	DHS	n.s	n.s	0,13	n.s

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

El único cultivar que se comportó en forma distinta fue 'Pot of Gold', en que los tratamientos con mayor diámetro basal fueron en los túberos de tamaño grande, en el tratamiento con Cytoquin y el testigo, el de menor diámetro se registró en el testigo de los túberos pequeños, en general, no presenta una tendencia clara que pueda ser atribuida a alguno de los tratamientos y puede estar dada por el azar.

Estos resultados demuestran que el grosor de los pecíolos de las hojas no se ve afectado por la aplicación de los fitorreguladores utilizados en este estudio.

4.2.4 Diámetro basal promedio de los brotes. Este parámetro está estrictamente relacionado con el parámetro medido anteriormente, al igual que el anterior no registra diferencias significativas al test de Tukey al 5%, pero en este caso el cultivar 'Pot of Gold' se comportó de la misma forma que los otros tres cultivares estudiados, por lo que este parámetro no se ve afectado por la aplicación de Promalina o Cytokin, ni favorable ni negativamente.

CUADRO 7 Diámetro basal promedio de los brotes (cm) según calibres y tratamiento.

Calibre	Producto	Variedades			
		Santa Rosa	Florex Gold	Pot of Gold	Sensation
Grandes	Promalina	1,5 a	0,5 a	0,6 a	0,4 a
	Cytokin	1,6 a	0,5 a	0,6 a	0,4 a
	Testigo	1,4 a	0,6 a	0,5 a	0,5 a
Pequeños	Promalina	1,1 a	0,6 a	0,6 a	0,4 a
	Cytokin	1,3 a	0,5 a	0,6 a	0,4 a
	Testigo	1,3 a	0,6 a	0,5 a	0,5 a
DHS		n.s	n.s	n.s	n.s

Letras distintas dentro de una columna indica diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

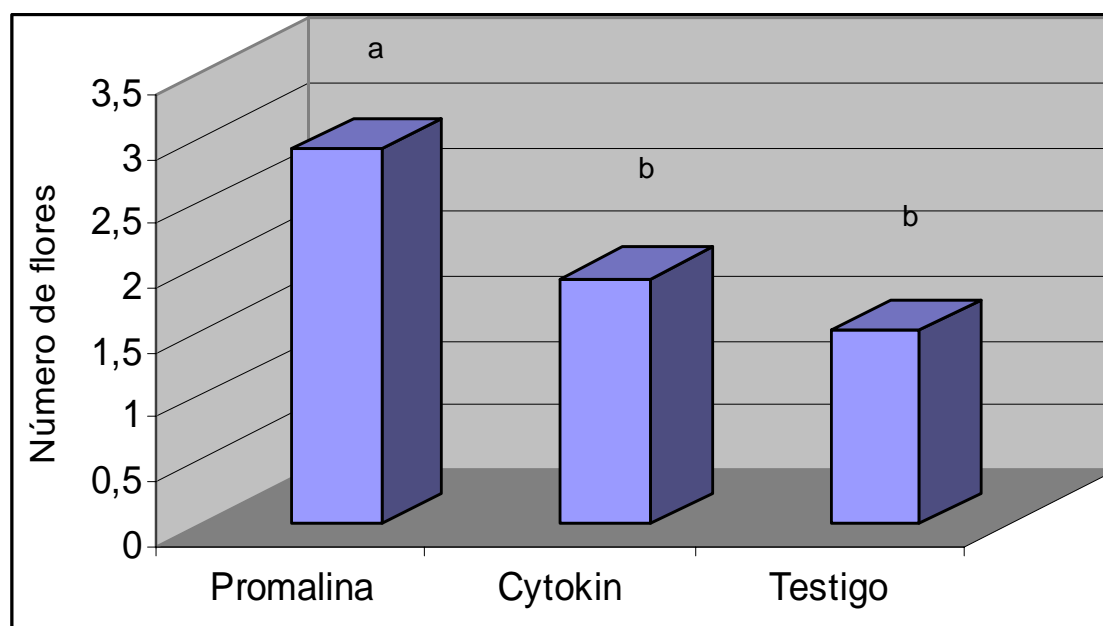
4.3 Efectos observados sobre la floración de ‘Santa Rosa’, por la aplicación de los tratamientos.

Los parámetros evaluados fueron número de flores, largo de la espata y del tallo floral.

La floración de este cultivar se inició el 17 de Diciembre, justo sesenta días luego de la plantación, lo que según FUNNELL *et al* (1988) correspondería a un tiempo normal de floración ya que éste lo define entre 60 a 90 días dependiendo de las condiciones climáticas. Los porcentajes de floración para los dos calibres, fueron de 95% en los túberos grandes y un 89% en los pequeños. En el Anexo 1 puede apreciarse la distribución de la floración a lo largo del cultivo.

4.3.1 Número de flores por tratamiento. Como se puede apreciar en la Figura 3, el uso de Promalina provoca un aumento significativo en el número de flores por planta, expresándose así la presencia de las giberelinas que la constituyen, ya que éstas aceleran el metabolismo de los carbohidratos, aumentando la cantidad de sacarosa en los ápices preformados del túbero, estimulando de esta forma la inducción floral de las yemas axilares de éste, las que sin la aplicación del tratamiento permanecen como yemas vegetativas (FUNNELL Y GO, 1993). De esta manera aumenta el número de flores por túbero (CORR Y WIDMER, 1987; BROOKING y COHEN 2002).

Según el análisis de varianza el número de flores dependió tanto del tamaño de los túberos ($P \leq 0.05$) como del producto aplicado ($P \leq 0.01$), pero principalmente de este último, la interacción entre ambos no fue significativa estadísticamente.



Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

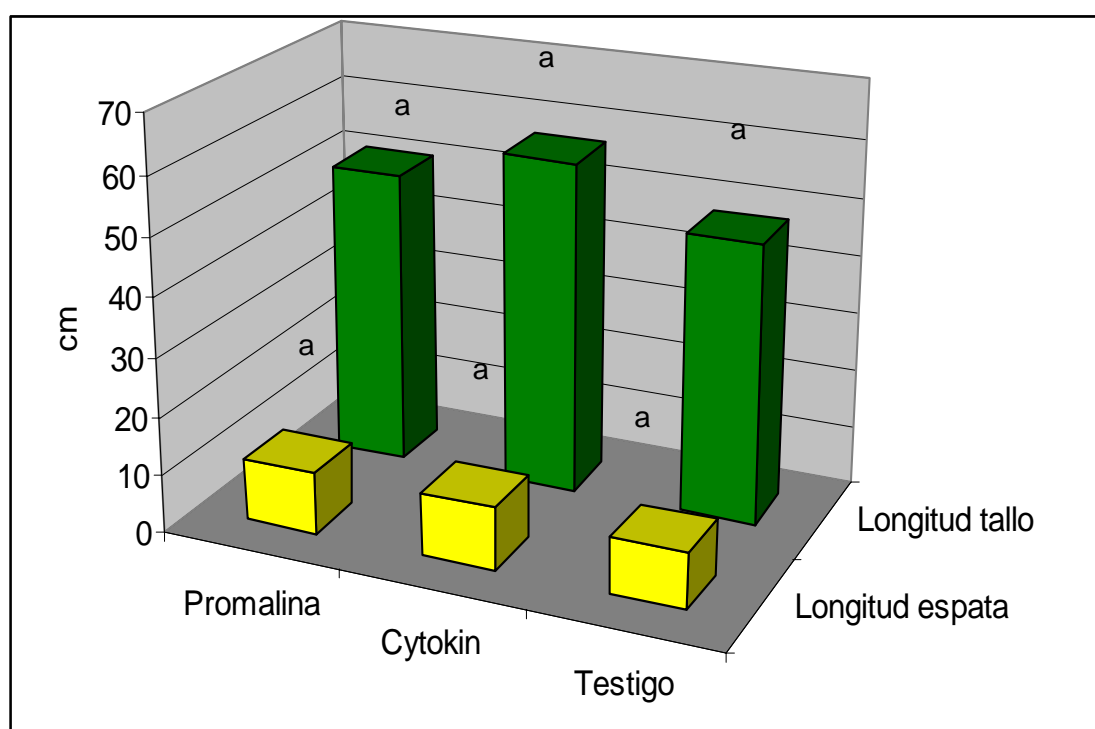
FIGURA 3 Número de flores del cultivar 'Santa Rosa' según el tratamiento aplicado.

En *Z. elliotiana*, el número normal de flores por túbero, es de 1 a 2 flores (FUNNELL *et al*, 1988). Esta especie es precursora de los cultivares utilizados en esta investigación, por lo que se esperaría obtener un número semejante de flores por túbero. Este aumento del número de flores puede ser atribuido al efecto de las hormonas utilizadas en los tratamientos, ya que según CORR Y WIDMER, (1987) el aumento de flores con un tratamiento preplantación de GA_3 aumenta de 1 a 2 flores por planta en *Z. elliotiana*. En este trabajo, Promalina produjo 2,9 flores por planta, Cytokin 1,9 y el testigo 1,5 flores por planta.

La citoquinina 6-benciladenina, ha sido reportada como inductora de floración en varios géneros de Aráceas. Se provocaría una sinergia entre ambas hormonas (Giberelina $A_4 + A_7$ junto con 6 Benziladenina), lo que explicaría el aumento de la floración (FUNELL Y MACKAY, 1992).

Si bien con el uso de Cytokinin se registró una leve alza en la floración, ésta no fue significativa según Tukey al 5%, al ser comparada con el testigo, al que no se le aplicó ninguna hormona. Esto podría deberse al aumento del número de brotes que registró el tratamiento con este producto, por lo que pudieron activarse brotes que tenían primordios florales y que de otra forma no se habrían desarrollado.

4.3.2 Longitud de la espata y tallos florales. Este parámetro no se vió afectado por la aplicación de los tratamientos hormonales.



Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

FIGURA 4 Efectos de los tratamientos en la longitud del tallo floral y de la espata.

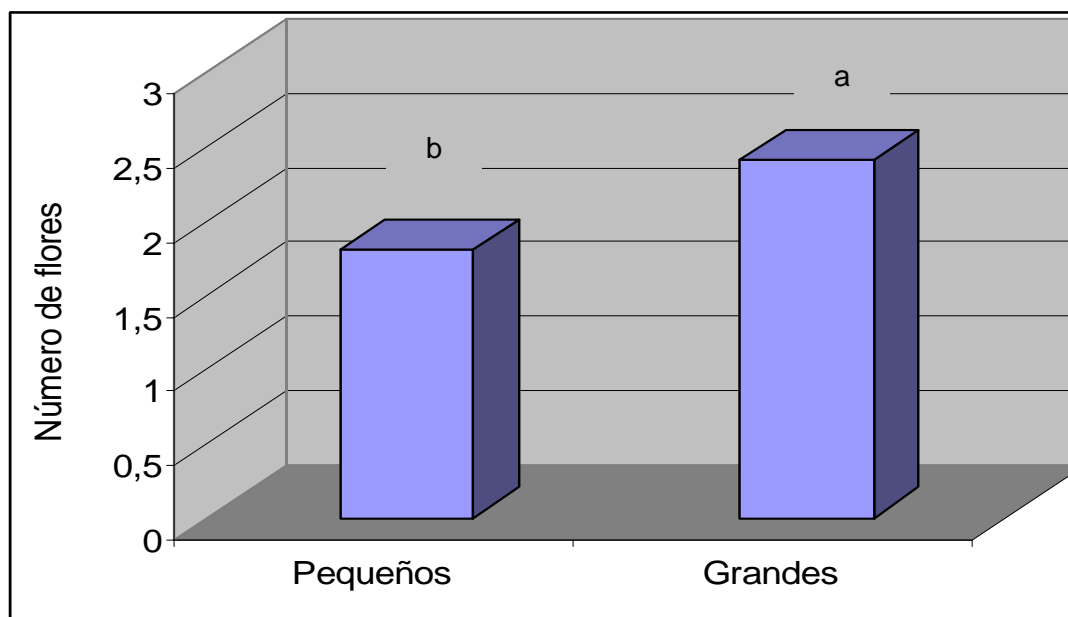
Como puede apreciarse en la Figura 4, ninguno de los productos tuvo incidencia en la longitud del tallo floral ni en la longitud de la espata. Esto concuerda con los resultados obtenidos por FUNELL Y MACKAY, (1992) en que tanto la aplicación de Promalina como GA_3 no afectó el largo del pedúnculo, ni el largo de la

espata. El mismo resultado obtuvieron CORR Y WIDMER (1987), al aplicar AG_3 en *Z. elliotiana* y *Z. rehmannii*, por lo que la altura floral no se ve afectada por la aplicación de estos fitorreguladores.

Según lo indicado por CORR Y WIDMER (1991), los túberos de más de 15 g no presentan un aumento significativo en el largo de la vara floral, al utilizar GA_3 , en diferentes concentraciones. Los túberos de esta variedad presentaban pesos de entre 75-96 g los de calibre grande y entre 28-67 g los de calibre pequeño, razón por la que las varas florales no presentaron longitudes mayores.

4.3.3 Número de flores en los dos calibres. Se sabe que los túberos son considerados florales sobre 5 cm de diámetro (FUNNELL *et al*, 1988). Los calibres de esta variedad, van de los 5,1-7 cm en los túberos grandes y de los 4-5 cm en los túberos pequeños, por lo que resulta evidente que los de diámetro mayor tienen mayores posibilidades de dar flores que los más pequeños, por tener mayor disponibilidad de reservas que pueden ser destinadas a los primordios florales. Además, este aumento está influenciado por la aplicación de Promalina y Cytoquin, como ya se vió en la Figura 3.

En la Figura 5, se hace evidente el hecho de que a mayores calibres de los túberos, mayor será el número de flores que estos desarrollen, ya que existe una mayor probabilidad que existan brotes florales en éstos, que en los túberos de menor tamaño, donde generalmente se presentan uno o dos brotes que generaran flores.

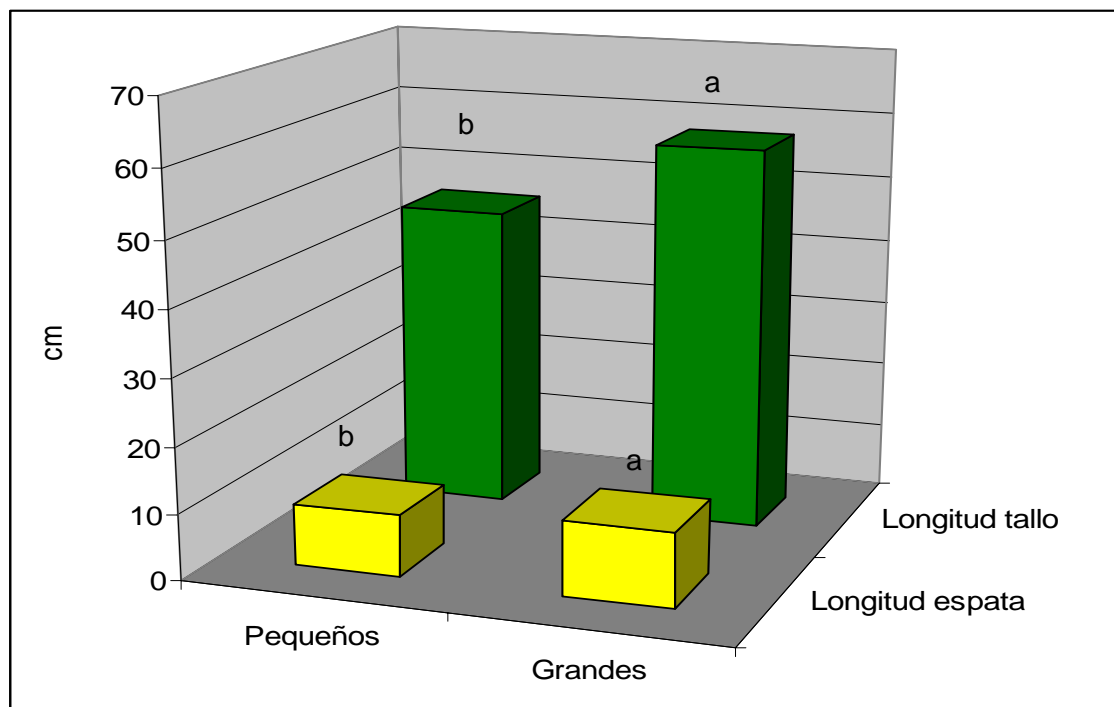


Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

FIGURA 5 Número de flores del compuesto 'Santa Rosa' para los dos calibres.

4.3.4 Longitud de la espata y tallos florales de ambos calibres. Como ya se dijo anteriormente, la aplicación de los productos hormonales no tiene incidencia ni en la longitud de la espata, ni en la del tallo floral, pero sí se produce un efecto por el tamaño de túbero utilizado, así lo demuestra el análisis de varianza para estos dos parámetros, en que sólo fue significativo el tamaño de los túberos ($P \leq 0.05$).

Como puede apreciarse en la Figura 6 existe una influencia del tamaño de túbero, en relación con el largo del tallo floral y de la espata. Túberos de diámetros más grandes producen flores más largas que los de menores calibres. Esto se debe a que tienen mayor cantidad de carbohidratos disponibles para el desarrollo de la vara floral, aumentando el vigor de ésta. Ello concuerda con lo dicho por Welsh *et al.* (1988), citado por CRINO (1997), quienes indican que un aumento en el diámetro del túbero, se traduce en un aumento de la altura de la vara floral.



Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

FIGURA 6 Longitud del tallo floral y la espata para los dos calibres.

5 CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que:

- Se confirma la hipótesis de trabajo, ya que la aplicación de los tratamientos con fitorreguladores afecta el desarrollo vegetativo y floral de los cultivares usados.
- Los principales efectos en el desarrollo vegetativo fueron provocados por la aplicación de Cytokin, a diferencia de la Promalina, que influye más claramente en el desarrollo floral.
- El número de flores por tratamiento en el compuesto “Santa Rosa” fué evidentemente superior con la aplicación de Promalina y es este el parámetro más importante desde el punto de vista productivo.
- La respuesta en los calibres pequeños de ‘Florex Gold’, ‘Sensation’ y ‘Pot of Gold’ no fueron claras en el desarrollo vegetativo, como para ser atribuidas al efecto de los fitorreguladores aplicados, por ser estos fisiológicamente inmaduros para responder a estos estímulos.
- Los calibres menores a 3 cm no produjeron flores, ya que no se vieron afectados por la aplicación de los estimulantes hormonales.
- El calibre de los túberos es un factor fundamental, tanto para el desarrollo vegetativo como floral, para obtener una mejor respuesta a la aplicación de los productos hormonales utilizados en esta tesis.
- Las variedades utilizadas en este trabajo no respondieron de forma similar a la aplicación de los productos usados, debido a que existieron diferencias en la sensibilidad con que se ven afectadas por estas hormonas aplicadas.

6 RESUMEN

En este trabajo se estudió la respuesta de tres cultivares y un compuesto de *Zantedeschia* de color amarillo a la aplicación de fitorreguladores. Para ello se usaron dos productos comerciales que actualmente se distribuyen en Chile, Promalina y Cytokin, ambos usados en la fruticultura.

La hipótesis de trabajo fue que el uso de fitorreguladores, afecta el desarrollo vegetativo del género *Zantedeschia*.

El objetivo general fue comprobar y comparar los efectos de dos reguladores de crecimiento, a base de giberelinas y citoquininas, aplicados sobre cultivares híbridos de *Zantedeschia* y los objetivos específicos fueron estudiar el efecto de la aplicación preplantación de los productos Promalina y Cytokin sobre el desarrollo vegetativo y floral de cuatro cultivares de calas híbridas.

El ensayo fue establecido en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, ubicado en el Campus Isla Teja, entre Octubre de 2003 y Abril de 2004.

Las variables analizadas fueron: número de brotes por planta, longitud de hojas, diámetro del brote mayor, diámetro promedio de los brotes, diámetro y peso de los túberos antes de la plantación y después de cosecha, número de flores por planta, longitud del tallo floral y de la espata.

Los resultados más relevantes, indican que el desarrollo vegetativo de estas plantas se vió afectado por la aplicación de ambos fitorreguladores, pero los efectos más marcados los produjo Cytokin a diferencia de Promalina, que influyó más en el desarrollo floral, aumentando el número de flores por túbero.

Se comprobó la importancia de utilizar calibres mayores a 5 cm de diámetro para obtener respuesta a la aplicación de los fitorreguladores, ya que los diámetros menores se ven poco o nulamente afectados por las hormonas usadas.

Se apreciaron comportamientos diferentes en los tres cultivares y el compuesto, a la aplicación de los tratamientos hormonales que se usaron en este estudio, lo que indica que a pesar de ser plantas muy similares morfológicamente, existen en ellas pequeñas diferencias internas, probablemente genotípicas, que provocan mayor o menor sensibilidad a la aplicación de estas hormonas.

En conclusión, se acepta la hipótesis de trabajo planteada en esto tesis.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wird der Einfluß von zwei Wachstumsreglern auf vier gelbe *Zantedeschia* Sorten untersucht: Promalin und Cytokin, zwei Handelsprodukte, die zur Zeit im Obstbau in Chile eine breite Verwendung haben.

Die Hypothese Arbeit war daß der Gebrauch von Wachstumreglern, einen Einfluß auf die vegetative Entwicklung der untersuchten *Zantedeschia* Sorten hat.

Hauptziel war der Vergleich der Effekte von zwei Phytohormonen: Gibberellin und Cytokinin, an hybriden *Zantedeschia* Pflanzen. Spezifische Ziele waren die Wirkung der Verwendung vor der Pflanzung von Promalin und Cytokin auf die vegetative Entwicklung und auf die Blüten Entwicklung von vier hybriden Cala Sorten.

Das Experiment wurde von October 2003 bis April 2004, im Treibhaus der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universidad Austral de Chile durchgeführt.

Die analysierten Parameter waren: Nummer der Blüten per Pflanze, Länge der Blätter, Durchmesser der Blüten, Anzahl der Blüten per Pflanze und Länge des Blütenstiels und des Hüllblattes, Durchmesser und Gewicht der Knollen vor der Pflanzung und nach der Ernte.

Die wichtigsten Ergebnisse, zeigen daß die vegetative Entwicklung der *Zantedeschia* Sorten durch die Anwendung der Pflanzenregler beeinflusst wurde. Besonders deutlich waren die Effekte mit Cytokin auf die vegetative Entwicklung zum Unterschied zu Promalin, wo sich die Effekte auf die Entwicklung der Blüten deutlich machten.

Es zeigte sich die Wichtigkeit, Knollen größer als 5cm Durchmesser für die Anwendung der Wachstumsregler zu benutzen, da die kleineren Knollen keine Ergebnisse auf die Verwendung der Hormonpräparate zeigten.

Zur Anwendung der hormonalen Behandlungen wurde unterschiedliches Verhalten der vier untersuchten Sorten beobachtet. Dies zeigt daß, trotz der großen morphologische Ähnlichkeit des vorhanden Materials kleine interne Unterschiede, wahrscheinlich genotypischen Ursprungs, die Empfindlichkeit bezüglich der Anwendung dieser Hormonpräparate beeinflussen.

Als Schlußfolgerung, wird die Hypothese der vorliegenden Arbeit akzeptiert.

7 BIBLIOGRAFÍA.

- ARMITAGE, A. 1993. *Zantedeschia*. In: Specialty Cut Flowers. The production of annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers. Portland, Oregon, USA. Varsity Press. pp: 316-323.
- ARTH, S., SIMPSON, S., SEELYE, J., JAMESON, P. 2002. Bushiness and cytokinin sensitivity in micropropagated *Zantedeschia*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 70: 113-118.
- CHILE, ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A.G (AFIPA). 2002. Manual fitosanitario. Santiago, Chile. Laser. 1214 p.
- BEATTIE, D. y WHITE, W. 1993. *Lilium*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (Eds.). The Physiology of Flower Bulbs. Amsterdam. Elsevier Science. pp 423-454.
- BLOOMZ. 2005. *Zantedeschia*. (On line) <www.bloomz.co.nz> (1 abril. 2006)
- BROOKING, I. y COHEN, D. 2002. Gibberellin-induced flowering in small tubers of *Zantedeschia* "Black Magic". Scientia Horticulturae 95. 63-73
- CARRILLO, C . 1999. Propagación rápida de híbridos de *Zantedeschia* Spreng. mediante trozos de túberos. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 76 p.
- CORR, B., y WIDMER, R. 1987. Gibberellic acid increases flower number in *Zantedeschia elliottiana* and *Z.rehmannii*. HortScience 22(4): 605-607.
- CORR, B., y WIDMER, R. 1991. Paclobutrazol, Gibberellic acid, and rhizome size affect growth and flowering of *Zantedeschia*. HortScience 26(2): 133-135.

- CRINO, B. 1997. Determinación del efecto de aplicaciones de ácido giberélico en floración y producción de rizomas de *Zantedeschia* sp. de cuatro pesos iniciales. Tesis Lic. Agr. Quillota, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Área Hortalizas y Flores. 39 p.
- DE MUNK, W. y SHIPPER, J. 1993. *Iris*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (eds.). The Physiology of Flower Bulbs. Amsterdam, Holland. Elsevier Science Publishers. pp. 349-379.
- FUNNELL, K. 1993. *Zantedeschia*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (Eds.). The Physiology of Flower Bulbs. Amsterdam, Holland. Elsevier Science. pp. 683-704.
- FUNNELL, K. y GO, A. 1993. Tuber storage, floral induction, and gibberellin in *Zantedeschia*. *Acta Horticulturae* 337: 167-175.
- FUNNELL, K. MACKAY, B. 1992. Comparative effects of Promalin and GA₃ on flowering and development of *Zantedeschia* "Galaxy". *Acta Horticulturae* 292: 173-179.
- FUNNELL, K., TJIA, B., STANLEY, C., COHEN, D., SEDCOLE, J. 1988. Effect of storage temperature, duration, and gibberellic acid on the flowering of *Zantedeschia elliottiana* and Z. "Pink Satin". *Journal of The American Society for Horticultural Science* 113(6): 860-863.
- HANKS, G. 1993. *Narcissus*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (Eds.). The Physiology of Flower Bulbs. Amsterdam, Holland. Elsevier Science Publishers. pp. 463-543.
- HERRERA, J. 2002. Momentos de aplicación de la mezcla de Giberelina A4 + Giberelina A7 + Citoquinina (Promalina) en ajo (*Allium sativum* L) cv. 'Napurí', La Joya, Arequipa. (On line) Tesis Lic. Agr. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. < www.senamhi.gob.pe > (11 enero. 2004).

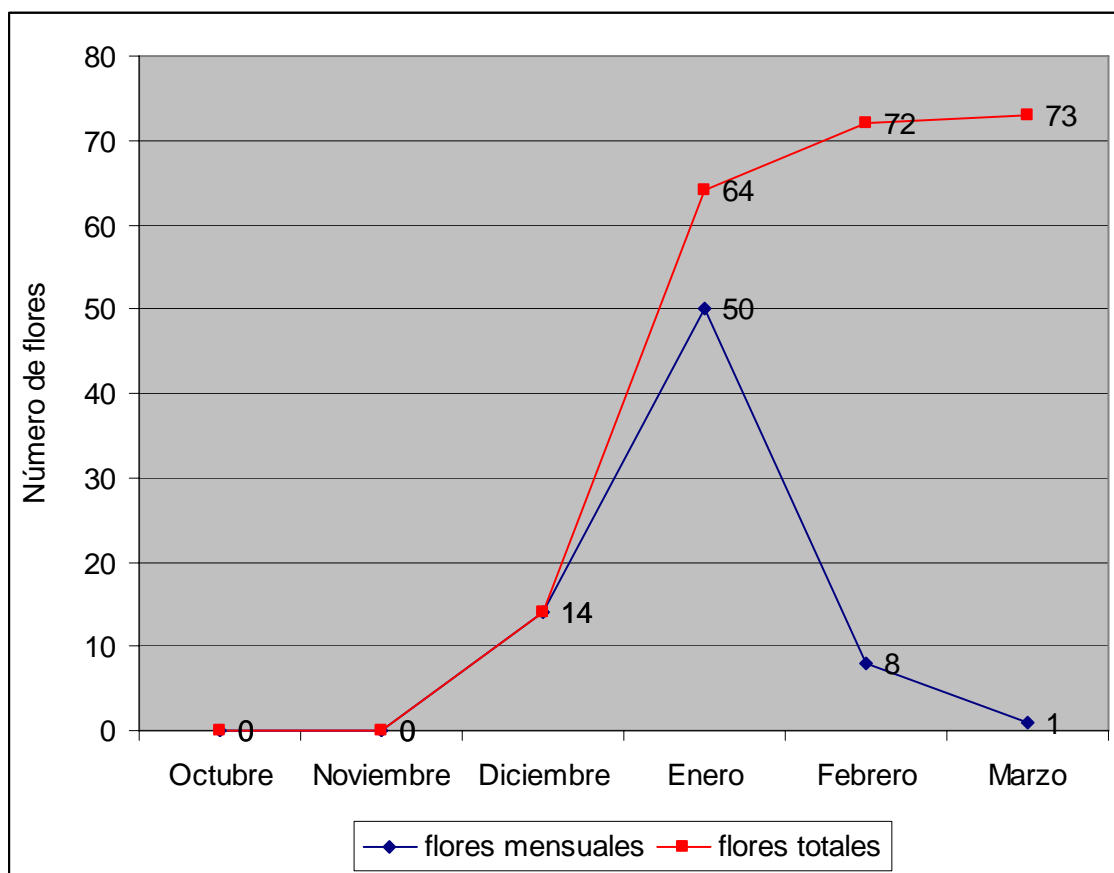
- HOFFENS, K. 1998. Caracterización morfológica y fenológica de 28 genotipos de cala (*Zantedeschia spp.*) cultivados en Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. pp: 21-23.
- JACOBS, F. 1997. Calla en maceta y Calla para flor cortada. Dos nuevas posibilidades para el mercado español. (On line) <<http://www.horticom.com>>. (31 jun. 2003).
- LARSON, R. 1980. Introduction to floriculture. New York, USA. Academic Press. 607p.
- LEWIS, D. ARATHOON, H. SWINNY, E. HUANG, S. FUNNELL, K. 2003. Anthocyanin and carotenoid pigments in spathe tissue from selected *Zantedeschia* hybrids. Acta Horticulturae. 624: 147-154
- MARK, R., y TAMOTSU, H. 1998. Effect of plant growth regulators on flowering of *Ornithogalum thyrsoides*. (On line) <www.nal.usda.gov>. (11 enero. 2004).
- PACIFIC CALLAS. 2003. Quality calla lily bulbs. Tuber treatments to enhance flowering. (On line) <<http://www.pacificcallas.com>>. (31 jun.2003).
- PIERIK, R. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Madrid, España. Mundi Prensa. 326 p.
- ROJAS, M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. México D.F., México. Universal. 252p.
- SALINGER, J. 1987. *Zantedeschia*. In: Commercial Flower Growing. Sydney, Australia. Inkata Press. pp: 203-206.
- SEEMANN, P., y HOFFENS, K. 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. In: Seemann P. y Andrade, N. (eds.). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Pp: 95-111.

- SEILER, J. 2002. Forest Biology and Dendrology. Growth Regulators. (On line) Department of Forestry. Virginia Polytechnic Institute and State University. <<http://www.fw.vt.edu>> (20 enero.2004)
- SIVORI, E., MONTALDI, E., CASO, O. 1980. Fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. 681 p.
- STRASBURGER, E., NOLL, F., SCHENCK, H., SCHIMPER, A. 1960. Tratado de botánica, 5º eds, Barcelona, España. 651p
- TJIA, B. 1987. Growth regulator effect on and flowering of *Zantedeschia rehmannii* hyb. HortScience 22(3): 507-508.
- WEAVER, R. 1976 . Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México D.F., México. Trillas. 622 p.
- WILFRET, G. 1993. *Caladium*. In: De Hertogh, A. y Le Nard, M. (Eds.) The Physiology of Flower Bulbs. Amsterdam, Holland. Elsevier Science Publishers. pp 239-247.

ANEXOS

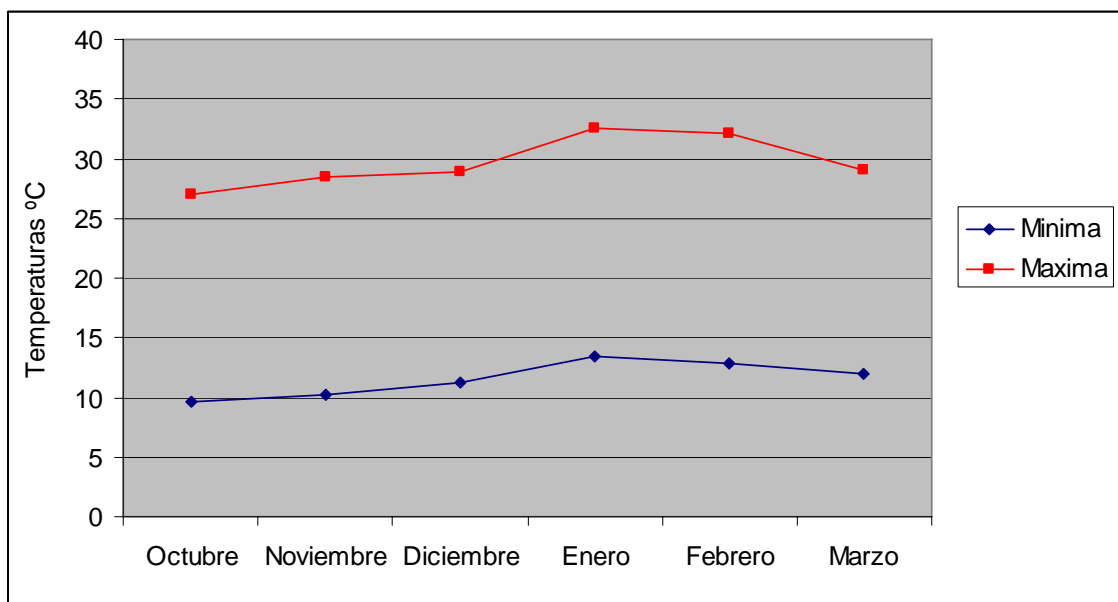
ANEXO 1

Distribución de la floración y número total de flores durante los meses del ensayo del compuesto "Santa Rosa".



ANEXO 2

Distribución de las temperaturas máximas y mínimas durante los meses del ensayo.



ANEXO 3

Resumen de pesos (g) de los túberos por variedad

Santa Rosa				
Calibre	Producto	Peso inicial	Peso final	Incremento en peso
Grandes	Promalina	85.3 a	90.4 a	5.1 a
	Cytokin	76.1 a	83.6 a	7.5 a
	Testigo	78.4 a	79.6 a	1.2 b
Pequeños	Promalina	49.1b	58.5 b	9.3 a
	Cytokin	46.6 b	56.7 b	10.1 a
	Testigo	41.6 b	51.4 b	9.8 a
Florex Gold				
Calibre	Producto	Peso inicial	Peso final	Incremento en peso
Grandes	Promalina	15.3 a	20.6 ab	5.3 ab
	Cytokin	17.9 a	25.9 a	8.1 a
	Testigo	14.1 ab	18.6 abc	4.5 ab
Pequeños	Promalina	10.1 bc	14.3 abc	4.2 ab
	Cytokin	6.3c	10.3 bc	4.0 ab
	Testigo	8.4 c	6.74 c	-1.7 b
Pot of Gold				
Calibre	Producto	Peso inicial	Peso final	Incremento en peso
Grandes	Promalina	18.8 a	24.4 a	5.6 a
	Cytokin	23.6 a	29.2 a	5.5 a
	Testigo	22.2 a	25.2 a	2.9 ab
Pequeños	Promalina	6.7 b	10.2 b	3.5 ab
	Cytokin	2.9 b	5.9 b	2.9 ab
	Testigo	2.6 b	2.9 b	0.3 b
Sensation				
Calibre	Producto	Peso inicial	Peso final	Incremento en peso
Grandes	Promalina	17.5 a	39.0 a	21.5 ab
	Cytokin	18.8 a	45.4 a	26.6 a
	Testigo	17.4 a	29.8 ab	21.5 ab
Pequeños	Promalina	5.2 a	10.2 c	5.0 b
	Cytokin	7.0 b	12.3 bc	5.3 b
	Testigo	7.9 b	19.1 bc	11.2 ab

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY.

ANEXO 4

Resumen de calibres (cm) de los túberos por variedad

Santa Rosa				
Calibre	Producto	Diámetro inicial	Diámetro final	Incremento en diámetro
Grandes	Promalina	5.8 ab	6.1 a	0.3 ab
	Cytokin	5.6 abc	5.8 a	0.2 ab
	Testigo	6.0 a	5.8 a	-0.2 b
Pequeños	Promalina	4.8 bcd	5.2 ab	0.4 ab
	Cytokin	4.5 cd	5.6 ab	1.1 a
	Testigo	4.2 d	4.7 b	0.5 ab
Florex Gold				
Calibre	Producto	Diámetro inicial	Diámetro final	Incremento en diámetro
Grandes	Promalina	3.4 ab	3.8 bc	0.4 ab
	Cytokin	3.9 a	4.8 a	0.9 a
	Testigo	3.8 d	4.0 b	0.2 ab
Pequeños	Promalina	3.0 bc	3.0 cd	0.0 b
	Cytokin	2.2 d	2.6 d	0.4 ab
	Testigo	2.5 cd	2.3 d	-0.2 b
Pot of Gold				
Calibre	Producto	Diámetro inicial	Diámetro final	Incremento en diámetro
Grandes	Promalina	3.8 a	4.0 ab	0.2 ab
	Cytokin	4.0 a	4.3 a	0.4 ab
	Testigo	3.6 a	3.0 bc	-0.5 b
Pequeños	Promalina	2.0 b	3.1 bc	1.1 a
	Cytokin	1.7 b	2.2 bc	0.5 ab
	Testigo	1.7 b	2.1 bc	0.4 ab
Sensation				
Calibre	Producto	Diámetro inicial	Diámetro final	Incremento en diámetro
Grandes	Promalina	3.9 a	4.9 ab	0.9 bc
	Cytokin	3.9 a	6.0 a	2.1 a
	Testigo	3.8 a	4.4 bc	0.6 c
Pequeños	Promalina	2.0 b	2.8 d	0.8 c
	Cytokin	2.1 b	3.1 cd	1.0 bc
	Testigo	1.8 b	3.7 bcd	1.9 ab

* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, TUKEY

ANEXO 5

Análisis de suelo de la mezcla de sustrato utilizada para plantar los túberos.

Número de laboratorio		03/4647
pH en agua	(1:2,5)	5,9
pH CaCl ₂	(1:2,5)	5,2
Materia orgánica	(%)	6,1
Nitrógeno mineral	(mg/kg)	21,0
Fósforo Olsen	(mg/kg)	11,9
Potasio intercambiable	(mg/kg)	78
Sodio intercambiable	(cmol+/kg)	0,06
Calcio intercambiable	(cmol+/kg)	2,18
Magnesio intercambiable	(cmol+/kg)	0,35
Suma de bases	(cmol+/kg)	2,79
Aluminio intercambiable	(cmol+/kg)	0,05
CICE	(cmol+/kg)	2,84
Saturación de Al	(%)	1,76

**FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Austral de Chile, 29 de octubre de 2003.**