

## **ESTUDIO DEL EFECTO DE DOS REGULADORES DE CRECIMIENTO, AG<sub>3</sub> Y BA, Y TRES TAMAÑOS DE RIZOMAS SOBRE *Zantedeschia aethiopica***

### **Resumen**

Tres tamaños de rizomas de *Zantedeschia aethiopica* fueron tratados con Ácido Giberélico (AG<sub>3</sub>) y Bencialdenina (BA) a tres diferentes concentraciones (0, 350 y 450 ppm) para observar su efecto sobre la floración. El objetivo principal fue determinar si los reguladores de crecimiento y la cantidad de reserva de los rizomas tenían un efecto positivo en la producción de Cala Blanca (evaluados en mayor inducción floral y número de flores cosechadas) y en la calidad final de la floración. Dentro de las once variables evaluadas el resultado más significativo fue el logrado por AG<sub>3</sub> con el que se consiguió un adelanto de hasta ocho semanas de la floración y aumentó el número de flores 3.25 veces.

**Palabras Claves:** *Zantedeschia aethiopica*, Reguladores de Crecimiento, Ácido Giberélico, Benciladenina, rizoma.

### **Abstract**

Three different sizes of *Zantedeschia aethiopica* rhizomes were treated with a Gibberellic Acid (GA<sub>3</sub>) and Benziladenine (BA) to three different concentrations (0, 350 and 450 ppm) to observe his effects on flower production. The main objective was to determine if the growth regulators and the amount of reserves of the rhizomes had a positive effect on the production of White Cala (evaluated in major floral induction and number of harvested flowers) and in the final quality of the blooms. Among the eleven variables evaluated the most significant result was achieved by AG<sub>3</sub>. Plants with this treatments flowered eight weeks earlier and the number of flowers increased 3.25 times.

**Key Words:** *Zantedeschia aethiopica*, Growth Regulators, Gibberellic Acid, Benziladenine, rhizome.

## Introducción

CBI (2009) menciona que el género *Zantedeschia*, que abarca siete especies, ocupó el puesto trece de las flores más vendidas en las subastas de Holanda entre los años 2004 y 2008. De estas especies, gracias a numerosas hibridaciones, se tiene actualmente más de 70 cultivares con múltiple variedad de colores. En el Perú, la especie más conocida es la Cala o Cartucho Blanco (*Zantedeschia aethiopica*), flor muy popular y casi la única que se encuentra en el mercado local.

Letty (1973) y Tjia (1985), citados por Kuehny (2000), afirman que las especies de este género se clasifican en dos diferentes grupos hortícolas. El primer grupo, presenta plantas con follaje perenne y el segundo grupo presenta follaje caduco. Las especies del primer grupo, donde se encuentra la *Z. aethiopica*, poseen además rizomas como órganos de propagación, mientras que las del Grupo 2 poseen túberos (Seemann y Hoffens, 1999).

La Cala Blanca, originaria de Sudáfrica, se ha adaptado muy bien a las condiciones ambientales del Perú y es usual verla creciendo en sierra entre 900 y 2500 m.s.n.m. como si se encontrara en su hábitat natural.

En Lima, el Cartucho Blanco es cultivado mayormente en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, a 2600 m.s.n.m. Allí existen aproximadamente veinte productores de esta flor, que reducen sus labores a solo un aporque anual y una sola cosecha. La flor es clasificada, de acuerdo al tamaño de vara, en primera (115 cm), segunda (90 cm) y tercera (60 cm). La primera cosecha se logra casi al año de siembra y se obtiene un promedio de 1.6 flores por m<sup>2</sup>/semana.

Pertwee (1999) recomienda que para la siembra de *Z. aethiopica* se emplee rizomas de un tamaño mínimo de 4 a 6 centímetros, ya que la calidad de flor depende de ello. Así también lo dice Welsh *et al.* (1988), citado por Kuehny (2000). A pesar de ello, no hay muchas referencias que relacionen el tamaño de rizoma de *Z. aethiopica* con la calidad y desarrollo de su floración. Sin embargo, en otro género de la familia Araceae, *Colocasia sp.* (Oreja de Elefante), se ha determinado que el tamaño de rizoma si tiene influencia sobre la

velocidad y número de brotes. Con rizomas grandes, se obtienen plantas más altas y con mayor número de flores, que con rizomas pequeños (Lee *et al.* (1979), citado por Corr y Widmer (1991).

Rojas (1993) menciona que la floración está influenciada por estímulos termoperiódicos y fotoperiódicos, pero es también evidente que estos estímulos físicos son transformados en estímulos químicos, de modo que las hormonas y en general los metabolitos del vegetal, tienen una participación importante en el proceso de floración.

Weaver (1996) afirma que las Giberelinas son las únicas sustancias químicas capaces de promover floración en plantas, que de otro modo permanecerían vegetativas, al reemplazar condiciones ambientales específicas que controlan la formación de flores. Pero, Salisbury y Ross (1994) mencionan que también las Citoquininas han estimulado la formación de flores en algunas variedades de crisantemo (*Dedranthema sp.*) con el empleo de una combinación de Citoquininas (Benziladenina) y AG<sub>5</sub>.

A pesar de que en el Perú no se han hecho formalmente pruebas con reguladores de crecimiento en *Zantedeschia aethiopica*, en otras partes del mundo han demostrado ser útiles. Ngamau (2001) probó aplicaciones de BAP (Benzilaminopurina) y/o AG<sub>3</sub> sobre plantas de la variedad 'Green Goddess' de *Z. aethiopica*. Estas promovieron la emergencia temprana e incrementaron el número de brotes visibles y el desarrollo de estos. De Pascale *et al.* (2003) demostró que la Giberelina adelantó floración en aproximadamente 100 días respecto al testigo. También se obtuvo una mayor cantidad de tallos. Luria y Weiss (2005) concluyeron que se incrementó el número de brotes y se obtuvo hasta cinco veces más flores con tratamientos combinados de BA y AG<sub>3</sub>. Reiser (1998) reportó que aplicaciones de AG<sub>3</sub> en *Z. aethiopica* y *Z. 'Green Goddess'* incrementó el número de flores por planta de 1.3 a 3.4 y de 1.3 a 3.8 respectivamente.

La presente investigación se centró en la experimentación y análisis sobre plantas de *Z. aethiopica* para ver el efecto del Ácido Giberélico (AG<sub>3</sub>) y Bencialdenina (BA), aplicados antes de la siembra, sobre tres tamaños de rizoma, en la producción de flores de Cala Blanca, medido en la inducción floral y número de flores producidas, y en la calidad final

de la floración. Los objetivos generales fueron estudiar los efectos de los tratamientos en toda la fenología del cultivo y determinar la interacción más adecuada de estos.

## **Materiales y Métodos**

El ensayo se inicio en febrero del 2008 y culminó en agosto del mismo año, luego de 29 semanas. Los rizomas empleados fueron divididos, según su peso, en tres rangos: Grandes (130 – 60cm), Medianos (59.9 – 25cm) y Pequeños (24.9 – 15cm). Los tres tamaños fueron tratados con AG<sub>3</sub> (Activol) y Citoquinina (BA) a tres dosis diferentes (0, 350 y 450 ppm)

La siembra se realizó en dos camas (9 x 1 m) que previamente fueron abonadas con 0.6 m<sup>3</sup> de estiércol seco de caballo. Los tres tamaños de rizoma fueron primero desinfectados (Captan 2%) y luego tratados con AG<sub>3</sub> o BA a 0, 350 y 450 ppm, para un total 15 tratamientos (Cuadro 1). La densidad de siembra empleada fue de 16.6 plantas por m<sup>2</sup>.

Las variables evaluadas fueron las siguientes: Fecha de Emergencia, Número de Brotes en semana 17 y semana 21, Porcentaje de Inducción Floral, Velocidad de Inducción Floral, Número de Flores por Planta, Peso de Escapo y Espata, Longitud de Escapo Floral, Longitud de la Espata y Coloración de la Espata.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Para las variables cuantitativas discretas o las que no cumplieron con los supuestos de normalidad u homogeneidad de varianzas se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un  $\alpha$  de 0.05 y comparaciones múltiples de ALS. La inducción floral, por ser una variable cualitativa con respuesta sí o no, se evaluó comparando con una prueba de diferencias de proporciones por pares.

## **Resultados y Discusión**

Ninguno de los tratamientos evaluados tuvo influencia sobre el adelanto de brotación en los rizomas.

Sobre la variable *Número de Brotes por Planta*, las evaluaciones hechas en las semanas 17 y 21, mostraron que las plantas testigo (sin hormonas) tuvieron un menor número de brotes que el resto de tratamientos. También se observó una tendencia en las plantas tratadas con AG<sub>3</sub> a un mayor número de brotes (rizoma grande + AG<sub>3</sub> 450 ppm hasta 2.11 veces más brotes que los testigos). Esto puede deberse a lo descrito por Sachs (1965) y citado por Mastalerz (1977), que las giberelinas estimulan la división celular y su expansión. Estos resultados confirman los datos presentados por Ngamau (2001) y De Pascale *et al.* (2003) donde las aplicaciones de AG<sub>3</sub> sobre rizomas de *Z. aethiopica* aumentaron el número de brotes. Sin embargo, no se observó un efecto de la BA como lo describen Luria y Weiss (2005) y Naor *et al.* (2005) (el primer caso sobre *Z. aethiopica* y el segundo en híbridos de color de *Zantedeschia sp.*), quienes afirman que de la misma forma que el AG<sub>3</sub>, la BA aumentó el número de brotes.

En la variable *Porcentaje de Inducción Floral*, los resultados muestran que todos los tratamientos con rizoma grande tuvieron un alto porcentaje de inducción floral. En plantas con rizoma mediano, solo se observó inducción en las que tuvieron alguna aplicación hormonal, mientras que en las de rizoma pequeño solo las que recibieron Ácido Giberélico (Cuadro 1).

Los resultados en rizomas grandes evidencian la importancia de las reservas del rizoma para inducir floración. En el caso de los rizomas medianos y pequeños, el AG<sub>3</sub> fue determinante para lograr una mayor inducción floral.

El efecto del AG<sub>3</sub>, en rizomas pequeños es muy evidente y esto podría deberse, como lo establece Funnell y Go (1993), citado en la investigación de Bahamonde (2006), a que el AG<sub>3</sub> aumenta el metabolismo de los carbohidratos, lo cual genera un incremento de la cantidad de sacarosa en los ápices preformados del tubero e induce a las yemas axilares a florear, sin la aplicación del tratamiento estas permanecen vegetativas. Por resultados como este es que las referencias bibliográficas suelen recomendar solo el uso de rizomas grandes, sin embargo, como lo podemos observar en esta investigación, los rizomas pequeños también podrían ser recomendados si es que se les hace una aplicación de AG<sub>3</sub>.

No hubo un efecto de mejora con el uso de Benciladenina. Contrario es lo que manifiestan Luria y Weiss (2005) y Naor *et al.* (2005) quienes mencionan que los tratamientos con BA influyeron en la floración.

Sobre la variable *Velocidad de Inducción Floral* se puede decir que todos los tratamientos que recibieron AG<sub>3</sub> iniciaron su floración en menos tiempo (adelanto de hasta ocho semanas). Estos resultados confirman los obtenidos por De Pascale *et al.* (2003) en los que, las aplicaciones de giberelinas, produjeron un adelanto de hasta 14 semanas, aproximadamente.

Los tratamientos con aplicación de AG<sub>3</sub> tuvieron mayor número de flores, sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al resto de tratamientos (Cuadro 1). Estos presentaron mayor número de flores cuando fueron aplicados con AG<sub>3</sub> sin importar el tamaño del rizoma.

El tratamiento que combinó rizoma pequeño + AG a 350 ppm y el de rizoma grande + AG 450 ppm tuvieron hasta 3.25 veces más flores con respecto a los testigos. Similar fue lo ocurrido en la investigación de Reiser (1998) y Luria y Weiss (2005), donde plantas de *Z. aethiopica* con aplicaciones de AG<sub>3</sub> aumentaron las flores producidas y en el segundo caso también sucedió esto con aplicaciones de BA.

En las variables *Longitud de Escapo*, *Longitud de la Espata* y *Peso de la Inflorescencia* no se consideró a cuatro tratamientos que no alcanzaron la cantidad de muestras significativas, estos tratamientos, T<sub>6</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>14</sub> y T<sub>15</sub>, son también los que presentaron menor inducción floral en el período evaluado, 41.67%, 29.41%, 41.67% y 23.53%, respectivamente.

Los tratamientos que mostraron mejores resultados en las tres variables fueron T<sub>1</sub> (rizoma grande sin hormona), T<sub>4</sub> (rizoma grande + BA a 350 ppm), T<sub>9</sub> (rizoma mediano + BA a 350 ppm) y T<sub>10</sub> (rizoma mediano + BA a 450). Sin embargo estas cualidades parecen ser inversamente proporcionales a las características de inducción floral y número de flores

por planta ya que, los mejores tratamientos en calidad de flor fueron los que menor cantidad de flores produjeron.

Estos resultados sugieren que la mayor generación de flores desgasta a la planta, lo que se ve reflejado en el deterioro de ciertas características de la calidad. Por ejemplo los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> (ambos con AG<sub>3</sub>) tuvieron 76.92 y 84.62% de inducción floral, y 2.7 y 3 flores/planta respectivamente, estos resultados ubican a esos tratamientos dentro de los mejores para esas variables, pero su longitud de vara, espata y peso son bajas en comparación con los testigos y tratamientos con BA (flores con longitud de vara menor hasta en 29 cm, espata de hasta 7 cm más pequeña y hasta 80 gr menos de peso). Sin embargo, hay que tener en claro que en la presente investigación no se realizó ninguna fertilización posterior a la siembra que pudiera potenciar estas características.

Los resultados de esta investigación difieren un poco con los presentados por De Pascale *et al.* (2003) donde los tratamientos con giberelina modificaron ligeramente solo la longitud de la espata. Luria y Weiss (2005) mencionan que ninguno de los tratamientos (AG<sub>3</sub> y/o BA a 250 y 350 ppm) afectó la longitud de las varas florales.

En cuanto a la variable *Color*, esta fue evaluada bajo un parámetro cualitativo creado para esta investigación (del 1 al 7, siendo 1 verde y 7 blanco) y fue diseñada para determinar si la diferencia de coloración se debía a un efecto de los reguladores de crecimiento. El análisis arrojó que estas anomalías se distribuyen uniformemente en todos los tratamientos. Estos resultados contradicen los expuestos por Luria y Weiss (2005), quienes afirman el AG<sub>3</sub> y BA causaron malformaciones y verdeamientos.

**Cuadro 1: Promedio de Número de Flores por Planta**

Tratamiento	Calibre	Producto	# Semana en que Aparece la Primera Flor		Plantas con Inducción Floral (%)		Número de Flores/Planta	
T <sub>1</sub>	Grande	Testigo	23.8	c	66.67	ab	1.25	ef
T <sub>2</sub>		AG 350 ppm	17.9	ab	76.92	ab	2.70	ab
T <sub>3</sub>		AG 450 ppm	16.2	a	84.62	a	3.00	a
T <sub>4</sub>		BA 350 ppm	24.9	c	90.91	a	1.20	ef
T <sub>5</sub>		BA 450 ppm	23.2	c	55.56	abcd	1.70	cde
T <sub>6</sub>	Mediano	Testigo	24.6	c	41.67	bcd	1.00	f
T <sub>7</sub>		AG 350 ppm	19.6	b	66.67	abc	1.88	bcd
T <sub>8</sub>		AG 450 ppm	19.1	ab	75.00	ab	2.44	ab
T <sub>9</sub>		BA 350 ppm	24.3	c	60.00	abcd	1.17	ef
T <sub>10</sub>		BA 450 ppm	24.9	c	53.85	abcd	1.29	def
T <sub>11</sub>	Pequeño	Testigo	24.6	c	29.41	cd	1.00	f
T <sub>12</sub>		AG 350 ppm	18.3	ab	80.00	ab	3.25	a
T <sub>13</sub>		AG 450 ppm	18.8	ab	50.00	abcd	2.50	abc
T <sub>14</sub>		BA 350 ppm	20.2	c	41.67	bcd	1.60	cdef
T <sub>15</sub>		BA 450 ppm	25.5	c	23.53	d	1.25	def

Letras distintas en la columna de número de flores por planta representa diferencias significativas con un prueba de Kruskal-Wallis, un  $\alpha = 0.05$  y una prueba de comparaciones múltiples.

## Conclusiones

Para las variables *Fecha de la Brotación* de los rizomas y *Color*, no hay evidencias de que el AG<sub>3</sub> o la BA, en las concentraciones evaluadas, hayan modificado los resultados.

Se observó mayor *Número de Brotes*, y más que en los testigos, en plantas que fueron aplicadas con Ácido Giberélico y con aplicación de BA sólo en plantas de rizomas grandes. En las plantas testigo, se observó que a mayor tamaño, mayor número de brotes. Con el uso de AG<sub>3</sub>, los resultados de las plantas de rizomas pequeños se hacen semejantes a los resultados de rizomas grandes.

Sobre la variable *Inducción Floral*, en los tratamientos de rizomas grandes, ninguna de las aplicaciones de los reguladores de crecimiento mejoró esta característica con respecto al testigo. En los rizomas medianos, cualquiera de las concentraciones de AG<sub>3</sub> y BA (sin diferencias entre ellas) dieron mejores resultados que las plantas testigo. En los rizomas pequeños, el AG<sub>3</sub> logró el mayor porcentaje y fue mejor que el testigo. La BA no tuvo efectos mejorando esta cualidad. En todas las plantas testigos, a menor calibre menor porcentaje de plantas con inducción floral.

El AG<sub>3</sub> adelantó la *Fecha de Floración* en cerca de ocho semanas con respecto a los testigos. Además, las plantas aplicadas con este regulador de crecimiento tuvieron resultados semejantes en los tres calibres. La aplicación de BA no tuvo efectos en el adelanto de la floración.

El AG<sub>3</sub> aumentó 3.25 veces el número de flores por planta con respecto a los testigos. Además, logró que los resultados de las plantas aplicadas en los tres calibres sea similar sin importar la diferencia en cantidad de reservas de carbohidratos de estas. Las aplicaciones de BA no tuvieron efecto en el aumento de número de flores.

Sobre la calidad (*Longitud de Espata, de Vara y Peso de la Inflorescencia*) no se puede decir que algún tratamiento mejoró esta característica con respecto a los testigos pero sí que los tratamientos con AG<sub>3</sub> presentaron hasta 80 gr menos que los demás tratamientos, longitud de espata menor hasta en 7 cm y longitud de vara menor hasta en 29 cm.

Las plantas que tuvieron mayor número de flores y los índices más altos de inducción floral, todos tratamientos con AG<sub>3</sub>, son los que más baja calidad han presentado. Evidentemente estas plantas han sufrido un desgaste por la mayor generación de brotes florales.

No hubo diferencias significativas entre las dosis probadas.

## Literatura Citada

1. BAHAMONDE, P. V. 2006. Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre híbridos de cala (*Zantedeschia spp.*). Tesis para optar el grado de licenciada en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
2. CBI. 2009. Market survey: The cut Flowers and Foliage Market in the EU. Publication November 2009.
3. CORR, B. E. y WIDMER, R. E. 1991. Paclobutrazol, Gibberellic Acid and Rhizome Size Affect Growth and Flowering of *Zantedeschia*. HortScience 26 (2): 133-135.
4. DE PASCALE, S., FIORENZA S., MARTINO, A. TAMBURRINO y R., PARADISO, R. 2003. Con GA<sub>3</sub> si allunga il calendario di produzione della calla bianca. Dipartimento di Ingegneria agraria e Agronomia del territorio, Università degli Studi di Napoli Federico II. Colture protette-N.9
5. KUEHNY, J. 2000. Crop Reports. Hort Technology. Abril-junio 2000 10 (2).
6. LURIA, G. y WEISS, D. 2005. Effect of planting depth and density, leaf removal, cytokinin and gibberellic acid treatments on flowering and rhizome production in *Zantedeschia aethiopica*. Proc. IX<sup>th</sup> Intl. Symp. On Flower bulbs. Eds.: H. Okubo, Miller and G.A. Chastagner. Acta Hort. 673, ISHS 2005.
7. MASTALERZ, J. W. 1977. The Green House Environment: The effect of Environmental Factors on the Growth and Development of Flower Crops. W.B.
8. NAOR, V., KIGEL, J. y ZIV, M. 2005. The effect of Gibberellin and Cytokinin on Floral Development in *Zantedeschia spp.* In Vivo and In Vitro. Proc. IXth Intl. Symp. On Flower Bulbs. Eds.: H. Okubo, W. B. Miller and G. A. chastagner. Acta Hort. 673, ISHS 2005.
9. NGAMAU, K. 2001. Promoting Side shoot development in *Zantedeschia aethiopica* 'Green Goddess'. Gartenbauwissenschaft, 66(2). S. 85-92.
10. PERTWEE, J. 1999, International Cut Flower Manual 1999. Pathfast Publishing. Frinton on Sea, Essex, Uk.
11. REISER, R. A. 1998. *Zantedeschia aethiopica* and Z. 'Green Goddess' Responses to GA<sub>3</sub> and Bonzi for cut flower Calla Lily production in Florida. HortScience 33: 443-558.
12. ROJAS, M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V. México.
13. SALISBURY, F. B. y ROSS, C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. México

14. SEEMANN, F. P., HOFFENS, W. K. 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
15. WEAVER, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Universidad de California, Davis. Editorial Trillas. Impreso en México 31-34, 68-87, 96-106, 119-126.