

# Propagación vegetativa y sexual de mayito (*Zephyranthes fosteri* Traub y *Zephyranthes lindleyana* Herb.) (Amaryllidaceae)

Vegetative and sexual propagation of mayito (*Zephyranthes fosteri* Traub y *Zephyranthes lindleyana* Herb.) (Amaryllidaceae)

Adalberto Padilla-Sánchez<sup>1</sup>, María Andrade-Rodríguez<sup>1\*</sup>, Irán Alia-Tejaca<sup>1</sup>, Oscar Gabriel Villegas-Torres<sup>1</sup>, Dagoberto Guillén-Sánchez<sup>1</sup>

## RESUMEN

Las plantas de *Zephyranthes* (Amaryllidaceae) son, en su mayoría, silvestres y no se cuenta con información que permita la producción comercial. En el presente estudio se evaluó la propagación vegetativa y por semilla de plantas de mayito (*Zephyranthes fosteri* Traub y *Z. lindleyana* Herb.) mediante diferentes métodos de inducción para producción de bulbillos a partir de bulbos madre. Se utilizaron bulbos de 2.1 a 2.3 cm de diámetro, cortados en seis formas: 1) bulbo completo; 2) corte transversal; 3) corte longitudinal; 4) corte en forma de "A"; 5) corte transversal y longitudinal, y 6) corte transversal y longitudinal separando las escamas en dos grupos. La cantidad de bulbillos varió de 1.2 a 9.1 y resultó mayor conforme el número de cortes de la sección basal aumentó. Cuando se obtuvieron más bulbillos por bulbo, éstos fueron de menor peso (0.208 g) y diámetro (0.48 cm). Los bulbillos de *Z. fosteri* fueron los más grandes (0.186 g, 2.45 cm de longitud, 4 mm de diámetro). La propagación por semillas permitió mayor cantidad de bulbillos, pero con la vegetativa éstos resultaron más grandes.

## PALABRAS CLAVE

división de bulbos, multiplicación, formación de bulbillos, semillas de *Zephyranthes*

## ABSTRACT

*Zephyranthes* plants (Amaryllidaceae) are mostly wild and there is no information to enable its commercial production. Vegetative and sexual propagation of mayito plants (*Zephyranthes fosteri* Traub and *Z. lindleyana* Herb.) was evaluated using different induction methods for formation of bulblets from mother bulbs. Bulbs 2.1 to 2.3 cm in diameter were used, those were cut in six ways to induce shoots: 1) full bulb; 2) cross-sectional cut; 3) longitudinal cut; 4) cut in the shape of an "A" cut; 5) cross-sectional and longitudinal cut, and 6) cross-sectional and longitudinal cut splitting the scales of the basal sections into two parts. The bulblets ranged from 1.2 to 9.1, increasing as the number of cuts of the basal section increased. They were lower weight (0.208 g) and diameter (0.48 cm), when more bulblets were obtained by bulb. *Z. fosteri* bulblets were the largest (0.186 g, 2.45 cm long, 4 mm diameter). Propagation by seeds allowed a larger amount of bulblets; on the other hand, bulblets were larger by vegetative multiplication.

## KEYWORDS

bulb division, plant propagation, bulblets formation, seeds of *Zephyranthes*

Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

\* Autor para correspondencia. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

Correo electrónico: maria.andrade@uaem.mx

Recibido: 17 de septiembre de 2016

Aceptado: 10 de octubre de 2016

## INTRODUCCIÓN

En México existen plantas silvestres con potencial ornamental que, por diversas razones (desconocimiento, falta de interés, poca difusión), no se han mejorado para su producción y comercialización. Dentro de estas especies están las monocotiledóneas bulbosas de los géneros *Zephyranthes*, *Sprekelia*, *Hymenocallis* y *Crinum*, de la familia Amaryllidaceae, que se encuentran como malezas en el centro y sur del país (Leszczyńska-Borys y Borys, 2001). Se tienen registradas 33 especies silvestres de *Zephyranthes* (Espejo y López-Ferrari, 1992); se trata de plantas herbáceas perennes, de bulbo pequeño y cubierto con una túnica, hojas fasciculadas, lineares y erguidas, de color verde brillante, tallo floral alargado y hueco. El color de las flores varía entre blanco, rosa, rosa mexicano y amarillo (Zhanhe y Meerow, 2000). Ofrecen un atractivo de valor único para el visitante de México, similar al de los tulipanes y narcisos de Holanda. Se recomienda usarlas para formar tapices, agrupaciones de plantas o bordos de camellones; para adornar los laterales de caminos, balcones y jardines rocosos (Seyidoglu *et al.*, 2009) o como planta en maceta. Asimismo, las flores de tallos largos podrían usarse como flor de corte para pequeños arreglos de mesa (Leszczyńska-Borys y Borys, 2001). Las flores duran entre dos y cuatro días antes de ser polinizadas y de un bulbo es posible obtener hasta cuatro flores en diferentes momentos del periodo de floración (Ward, 2000).

Durante el ciclo biológico de las plantas bulbosas, ocurre la formación de bulbos que son el medio de reproducción clonal; también existe producción de flores donde se forman las cápsulas que contienen semillas y propician la reproducción sexual. Ambos tipos de reproducción son de interés para el productor. La reproducción clonal se utiliza cuando se desea mantener las características de la planta madre, en tanto que la reproducción por semilla se usa cuando se busca la segregación de caracteres (Leszczyńska-Borys y Borys, 2001) para mejoramiento genético. No obstante, en México no es posible adquirir bulbos o semillas porque no hay quien los produzca y venda.

Como ya se mencionó, las plantas bulbosas se multiplican por sí mismas o bien pueden dividirse manualmente (Rockwell y Grayson 1953). Al respecto, Hartmann *et al.* (1990) describen el método de hijuelos y estacas de bulbo e indican que la propagación mediante bulbillos o hijuelos es lenta, ya que, desde el inicio de formación del bulbillo hasta la floración, transcurren entre 4 y 5 años aproximadamente. Los

hijuelos se pueden cosechar y plantar en camas o surcos en vivero para que crezcan hasta tener el tamaño para florecer. La propagación de *Zephyranthes* emplea bulbos, semillas o cultivo de tejidos (Smith *et al.*, 1999). Thoibi y Borua (1997) reportan que *Z. candida* (Lindl.) Herb. y *Z. minuta* Lindl. se propagan sólo vegetativamente, mientras que *Pyrolirion flavum* Herb. (= *Z. flava* (Herb.) Baker) también se propaga por semilla. El número de hijuelos producidos por bulbo madre varía en función de la especie; los bulbillos se forman alrededor del bulbo generativo (Leszczyńska-Borys y Borys, 2001). Quistián (2005) observó que se pueden llegar a formar grupos de bulbos en *Habranthus longifolius* (Hemsl.) Flagg, G.LomSm. & Meerow (= *Z. longifolia* Hemsl.) y que, al separar éstos, es posible obtener nuevos individuos; sin embargo, no indica qué cantidad de bulbos se forman a partir de cada bulbo madre.

Cuando la multiplicación natural no es suficiente, es posible recurrir a la inducción para generar nuevos bulbillos con algún estímulo artificial, por ejemplo, hacer incisiones de diversos modos en el bulbo, hacer corte basal, extirpar una porción de bulbo, dividir por la mitad, etc. Las heridas causadas al bulbo inducen la reacción de las yemas axilares a través de un mecanismo hormonal y forman mayor cantidad de bulbillos hijos, que se robustecen durante el periodo de reposo del bulbo madre (Sganzerla, 1973).

Leszczyńska-Borys y Borys (2001) indican que las semillas de *Zephyranthes* presentan poca variabilidad y que es posible sembrarlas en camas con acolchado para reducir la variación de humedad del sustrato. Quistián (2005) señala que las semillas de *Zephyranthes* germinan pocos días después de haberse sembrado; sin embargo, pierden la viabilidad en poco tiempo.

Debido al interés que despiertan estas plantas y a la poca información existente respecto a su multiplicación, la presente investigación tiene el objetivo general de evaluar la propagación vegetativa y por semilla de plantas de mayito (*Zephyranthes fosteri* Traub), utilizando diferentes métodos de inducción para formación de bulbillos a partir de bulbos madre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos (18° 58' 54.71" N, 99° 13' 59.14" O, 1,876 msnm), en un invernadero tipo túnel, cubierto con plástico lechoso (con condiciones ambientales variables en función del ambiente exterior). El clima

es semi-cálido semi-húmedo A (C) w2; presenta un régimen de lluvias de 1,200 mm anuales en promedio y una temperatura media anual de 21.5 °C (García, 1981).

### Material biológico

Se usaron bulbos y semillas de *Z. fosteri* colectadas en áreas de vegetación natural de Cuernavaca, Morelos, México (18° 98' 36.51" N, 99° 23'78.81" O) y semillas de plantas cultivadas de *Z. lindleyana* Herb. de la colección de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, en San Pedro Cholula, Puebla. Se efectuaron dos experimentos: uno de propagación vegetativa y otro por semilla, durante los meses de junio y noviembre.

### Propagación vegetativa

Se usaron bulbos de *Z. fosteri* de 2.1 a 2.3 cm de diámetro, que se lavaron y desinfectaron con Captan® (2 g L<sup>-1</sup>) para evitar incidencia de hongos durante el experimento. Posteriormente, se procedió a dividirlos de acuerdo con seis tratamientos de inducción: 1) bulbo completo (testigo); 2) corte transversal, plantando la parte basal; 3) corte longitudinal, plantando ambas partes; 4) corte en forma de "A", plantando la parte basal; 5) corte transversal y longitudinal, obteniendo cuatro partes de las cuales sólo se plantaron las porciones basales, y 6) corte transversal y longitudinal, separando en dos partes las escamas de las dos secciones basales, con lo que se obtuvieron cuatro secciones para plantar (figura 1). Esta metodología de corte de los bulbos no tiene antecedentes.

Para la plantación de bulbos y secciones de éstos, se usó suelo con textura limo-arenosa, similar al del lugar donde crecen estas plantas en forma natural, en macetas de 6" de diámetro que se llenaron con el suelo señalado anteriormente. Por cada maceta, se plantó un bulbo o bien las secciones obtenidas de él, a una profundidad de dos veces su longitud.

Al terminar de plantar, se aplicó riego a saturación con solución fungicida (Captan® 2 g L<sup>-1</sup>). Esto se repitió las primeras dos semanas después de la plantación realizada en junio. Se regó dos veces a la semana con agua de pozo durante los meses de junio a noviembre.

### Diseño experimental

La investigación se estableció en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por cada uno de



Figura 1. Formas de corte del bulbo para la inducción de formación de nuevos bulbillos en *Z. fosteri*: 1) bulbo completo; 2) corte transversal; 3) corte longitudinal; 4) corte en "A"; 5) corte transversal y longitudinal; 6) corte transversal y longitudinal, separando en dos partes las escamas de las secciones basales.

los seis tratamientos de corte. La unidad experimental estuvo constituida por una maceta de 6" de diámetro, en la cual se plantó un bulbo o bien las secciones obtenidas de él. La evaluación se realizó cuando las plantas presentaron indicios de inicio de senescencia de hojas (noviembre).

### Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron: número de hojas, longitud de hoja, número de bulbillos, longitud y diámetro del bulbillo, número de raíces y longitud de raíz con un vernier digital marca Truper®. Asimismo, se determinó el peso fresco total y del bulbillo con una balanza analítica (FA2204B®). Los datos obtenidos fueron estudiados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mediante el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

### Propagación sexual

Se usaron semillas de *Z. fosteri* y *Z. lindleyana* colectadas de frutos maduros, sembradas tres semanas después de ser cosechadas. Antes de la siembra se hicieron cuatro lotes de 100 semillas en cada especie y se evaluó la masa de la semilla, la longitud y el diámetro.

Para la siembra se utilizó una mezcla que contenía 40% de agrolita y 60% de tierra de monte, con la cual se llenaron ocho charolas de poliestireno de 200 cavidades. Se sembraron 400 semillas de cada especie, que se depositaron a 0.5 cm de profundidad. Al terminar la siembra, se aplicó riego a saturación;

los riegos posteriores se realizaron cada tercer día con agua de pozo.

### Diseño experimental

El experimento fue conducido en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. La evaluación se efectuó la primera semana de noviembre, cuando las plantas presentaron indicios de senescencia de hojas.

### Variables de estudio

Las variables evaluadas fueron: peso fresco total y del bulbillo, para lo cual se usó una balanza analítica (FA2204B®); hojas por planta; longitud de la hoja; bulbillos por semilla; longitud y diámetro del bulbillo, medidos con un vernier digital Truper®, y longitud de la raíz del bulbillo. Los datos obtenidos fueron estudiados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ), mediante el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propagación vegetativa

La forma de corte en el bulbo tuvo un efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) en la mayoría de las variables evaluadas, con excepción del peso fresco total, cuyo efecto fue significativo.

### Bulbillos por bulbo

El número de bulbillos fue mayor cuando el bulbo madre se cortó transversal y longitudinalmente, y cada sección basal se dividió en dos partes, con lo que se obtuvieron cuatro secciones con escamas gemelas (cuadro 1; figura 2). Esto se debe al número de secciones (cortes) del bulbo, lo que estimula la activación de las yemas localizadas en la base de la escama (hoja modificada). Hanks (1993) obtuvo mayor producción de bulbillos en *Habranthus tubispatus* (L'Hérb.) Traub. al realizar mayor número de cortes longitudinales y obtener escamas gemelas; Zhu *et al.* (2005) obtuvieron 38 bulbillos al fraccionar el bulbo madre de *Hippeastrum* en 48 segmentos de escamas gemelas.

También se generaron buenos resultados cuando el bulbo madre se cortó transversal y longitudinalmente (plantando dos secciones), ya que se formaron 7.4



**Figura 2. Bulbillos por bulbo, obtenidos en la propagación clonal de *Z. fosteri* al cortar el bulbo transversal y longitudinalmente, separando las secciones basales en dos grupos de escamas.**

bulbillos (cuadro 1). Las otras cuatro formas de corte formaron bajo número de bulbillos. El menor número de nuevas estructuras vegetativas se emitió cuando el bulbo se plantó intacto (cuadro 1), lo que se debió a que se tuvo menor cantidad de secciones de bulbo. Estos resultados concuerdan con los observados por Ephrath *et al.* (2001), quienes señalan que en *Hippeastrum* se obtuvo mayor número de bulbillos (33) al aumentar la cantidad de secciones en que se dividió el bulbo madre (48 secciones de escamas gemelas). La cantidad de bulbillos está relacionada también con el tamaño del bulbo de la especie: así, para *Hymenocallis sp.*, se obtuvieron de 21 a 40 bulbillos por bulbo durante la propagación clonal (Leszczynska-Borys *et al.*, 2005).

El número de bulbillos fue mayor conforme se incrementaron los cortes de la sección basal, ya que se estimuló el crecimiento de las yemas basales de las escamas; además, facilitó el crecimiento y la emergencia de los bulbillos, ya que el daño provocado al cortar el bulbo y la eliminación de la yema principal estimularon la activación de las yemas que están entre las escamas del plato basal. Esto concuerda con lo reportado por Sganzerla (1973), quien señala que hacer alguna incisión de diversos modos en el bulbo, hacer un corte basal, extirpar una porción de bulbo o dividir por la mitad, entre otros, induce la reacción de las yemas a través de un mecanismo hormonal y se forma mayor o menor cantidad de bulbillos hijos. La yema principal permaneció intacta en tres de los seis tratamientos: bulbo completo, corte transversal y corte en "A", ocasionando menor número de nuevos bulbillos por efecto de dominancia de la yema principal (cuadro 1). Al respecto, Azcón-Bieto y Talón (2008) indican que se ha comprobado que la yema apical puede inhibir el transporte polar de la auxina endógena hacia las yemas laterales, transporte



**Cuadro 1. Características de las plantas de *Z. fosteri*, producidas por bulbos madre por efecto del tipo de corte en el bulbo.**

CORTE EN EL BULBO	BULBILLOS POR BULBO	PESO DEL BULBILLO (g)	PESO FRESCO TOTAL (g)	DIÁMETRO DEL BULBILLO (cm)	LONGITUD DE BULBILLO (cm)	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE HOJAS (cm)	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
1) Bulbo completo	1.2 <sup>d</sup>	1.220 <sup>a</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.77 <sup>a</sup>	1.25 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	1.54 <sup>bc</sup>	0.814 <sup>b</sup>
2) Corte transversal	2.4 <sup>d</sup>	0.289 <sup>b</sup>	0.39 <sup>b</sup>	0.65 <sup>ab</sup>	1.90 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	5.33 <sup>ab</sup>	3.80 <sup>a</sup>
3) Corte longitudinal	4.1 <sup>c</sup>	0.271 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.51 <sup>bc</sup>	1.92 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	5.72 <sup>ab</sup>	4.50 <sup>a</sup>
4) Corte en "A"	1.2 <sup>d</sup>	0.063 <sup>b</sup>	0.06 <sup>b</sup>	0.42 <sup>c</sup>	1.28 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.77 <sup>c</sup>	0.82 <sup>b</sup>
5) Corte transversal y longitudinal	7.4 <sup>b</sup>	0.245 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.49 <sup>c</sup>	2.23 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>	7.16 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>
6) Corte transversal y longitudinal*	9.1 <sup>a</sup>	0.208 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.48 <sup>c</sup>	1.90 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	4.40 <sup>a</sup>
DMSH (p≤0.05)	1.41	0.427	0.561	0.14	0.59	0.85	4.29	2.13

DMSH: diferencia mínima significativa honesta. Valores con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

\* Las escamas de las dos partes basales fueron divididas en dos grupos, procurando que llevaran plato basal.

que sería indispensable para su crecimiento, ya que estos reguladores estimulan el crecimiento del tallo e inhiben el crecimiento de las yemas laterales. Por lo anterior, en los bulbos de *Zephyranthes* en los que no se eliminó la yema principal del bulbo, no hubo crecimiento de las yemas presentes entre los catafilos y, como consecuencia, no hubo formación de nuevos bulbillos. Esto concuerda con Schiappacasse *et al.* (2003), quienes indican que los bulbos no divididos de *Phycella australis* Ravenna aumentaron de tamaño, pero escasamente dieron origen a bulbillos hijos. Por el contrario, Kariuki (2008) reporta que, al eliminar la yema principal del bulbo de *Ornithogalum*, se obtuvo un mayor número de bulbillos.

### Peso de bulbillo

El mayor peso del bulbillo se obtuvo cuando el bulbo madre se plantó sin hacer algún tipo de corte; en cambio, cuando se hizo corte transversal, longitudinal, transversal más longitudinal, y transversal más longitudinal separando en escamas gemelas la parte basal, el peso promedio varió de 0.208 a 0.289 g (cuadro 1). Los resultados anteriores están relacionados con el tamaño de la sección de bulbo y la cantidad de bulbillos formados. El mayor peso se

tuvo cuando el bulbo madre generó menor cantidad de bulbillos porque, al formar menor cantidad, los bulbillos tuvieron posibilidad de obtener mayor cantidad de reservas provenientes del bulbo madre y, por tanto, mayor crecimiento. Por el contrario, cuando produjo más bulbillos, las reservas almacenadas en las escamas tuvieron que ser compartidas entre más bulbillos, lo que ocasionó menor peso de cada uno de ellos. Al respecto, Hanks (1993) menciona que existe relación inversa entre tamaño y número de bulbillos por bulbo madre.

Al realizar el corte en "A" se formaron bulbillos de menor peso debido a que se obtuvo menos de 50% de las reservas. Al respecto, Ephrath *et al.* (2001) indican que el menor tamaño de segmentos del bulbo resulta en pequeña cantidad de nutrientes para el crecimiento de los bulbillos. A su vez, Stancato *et al.* (1995) reportan que la reserva nutritiva de los bulbos madre usada para el crecimiento de los bulbillos de *Hippeastrum* fue el almidón, pues determinaron que el contenido disminuyó 85% durante 125 días de crecimiento de los nuevos bulbillos.

### Peso fresco total

Las plantas de mayor peso se obtuvieron cuando el bulbo madre se cortó transversal y longitudinalmente (cuatro partes) y se plantaron sólo las dos porciones basales. Las plantas de los bulbos con corte transversal, con corte longitudinal y con corte transversal más longitudinal (cuatro partes basales) tuvieron pesos promedio similares; las obtenidas del corte en forma de "A" tuvieron menor peso (cuadro 1). Lo anterior puede deberse a que la porción de escamas plantada fue menor a 50%, por lo cual se tuvieron pocas reservas para el crecimiento de las nuevas plantas. Esto concuerda con lo reportado por Ephrath *et al.* (2001), quienes indican que el menor tamaño de segmentos del bulbo resulta en una pequeña cantidad de nutrientes para el crecimiento de los bulbillos.

### Diámetro de bulbillo

Los bulbillos generados de los bulbos con corte en "A", con corte transversal y longitudinal, y con corte transversal y longitudinal con separación en dos partes de escamas mostraron valores similares (cuadro 1) y menores en diámetro que los bulbillos de los demás tratamientos de corte. Conforme se obtuvieron más bulbillos por bulbo, éstos fueron de menor diámetro. Los bulbillos obtenidos al plantar el bulbo completo fueron los de mayor diámetro (cuadro 1). Al respecto, Hanks (1993) menciona que existe relación inversa entre tamaño y número de bulbillos. A su vez, Ephrath *et al.* (2001) indican que, al desarrollarse menos bulbillos de *Hippeastrum*, hubo mayor cantidad de reservas disponibles para que los nuevos bulbillos pudieran lograr un mayor crecimiento.

### Longitud de bulbillo

La longitud promedio de los bulbillos varió de 1.25 a 2.23 cm. Los de menor longitud se observaron cuando los bulbos fueron plantados completos, o bien cuando se cortaron en forma de "A", ya que midieron 1.25 y 1.28 cm, respectivamente. Cuando los bulbos se cortaron de las otras cuatro formas, las longitudes fueron similares entre ellas; no obstante, se registró mayor valor para aquellos generados por el corte transversal y longitudinal de los bulbos (cuadro 1).

### Número de hojas por planta

Se observó que los bulbillos con mayor cantidad de hojas se generaron cuando los bulbos fueron cortados

de alguna de las formas descritas. El número varió de 1.09 a 1.70 hojas, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. El menor número de hojas por bulbillo se obtuvo cuando el bulbo se plantó completo y cuando se hizo corte en forma de "A" (cuadro 1). Lo anterior pudo deberse a que, cuando el bulbo se plantó completo, se manifestó el efecto de dominancia de la yema principal del bulbo y no se enviaron nutrientes suficientes para el crecimiento de los nuevos bulbillos; mientras que, cuando se cortó en forma de "A", no hubo reservas suficientes para el crecimiento de los bulbillos producidos.

### Longitud de hojas

Las hojas de los bulbillos tuvieron una longitud que varió de 0.77 a 7.16 cm. El menor tamaño de hoja correspondió a los bulbillos generados por el bulbo completo y cuando éste fue cortado en forma de "A". Lo contrario ocurrió en los bulbillos formados cuando se implementaron las otras cuatro formas de corte (cuadro 1).

### Longitud de la raíz

La longitud de raíz fue menor (0.81 y 0.82 cm) en los bulbillos formados por el bulbo completo y cuando se hizo corte en forma de "A"; por su parte, las raíces de mayor longitud se tuvieron en los bulbillos desarrollados a partir de los bulbos en los que se hicieron las otras cuatro formas de corte (cuadro 1).

El análisis general de todas las variables indicó que las dos mejores formas de cortar los bulbos para inducir la propagación clonal de *Z. fosteri* fueron el corte transversal, el corte longitudinal y el corte transversal y longitudinal separando las escamas en dos grupos, lo que resultó en el mayor número de cortes.

### Propagación sexual

Las características de las semillas tienen efecto en el crecimiento inicial de las plántulas. En este caso se encontró que las semillas de *Z. fosteri* (silvestre) tuvieron mayor peso que las de plantas de *Z. lindleyana*. Lo anterior puede haberse debido a que, durante el periodo de crecimiento y maduración de las semillas de las plantas silvestres, se tuvo mayor disponibilidad de humedad ya que la precipitación pluvial es mayor en Cuernavaca que en San Pedro Cholula (Puebla), en donde se cosecharon las semillas de *Z. lindleyana*. Sin embargo, el largo de las semillas fue mayor en

*Z. lindleyana* (cuadro 2). Borys y Leszczyńska (1997) reportan que las semillas de *Z. lindleyana* tuvieron 2.21 mg de peso promedio, aunque en otro año fueron de 6.29 mg y de 5 a 6 mm de longitud.

El análisis de varianza indicó efecto altamente significativo de la especie ( $p \leq 0.01$ ) en peso de bulbillo,

**Cuadro 2. Características de las semillas de *Zephyranthes* en función de la especie.**

ESPECIE Y PROCEDENCIA	PESO (mg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)
<i>Zephyranthes fosteri</i> silvestre	2.63 <sup>a</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.24 <sup>a</sup>
<i>Zephyranthes lindleyana</i> cultivada	2.22 <sup>b</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
Promedio	2.43	0.47	0.25
DMSH ( $p \leq 0.05$ )	0.17	0.014	0.011

DMS: diferencia mínima significativa honesta. Valores con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

del bulbillo y el número de hojas por planta fueron similares entre ambas especies (cuadro 3).

Al analizar las siete variables presentadas, se puede decir que los bulbillos formados a partir de las semillas de plantas silvestres fueron de mejores características. Esto indica que las plantas silvestres tienen mayor crecimiento inicial como una estrategia para poder establecerse y asegurar su sobrevivencia en campo. Del mismo modo, la diferencia en el tamaño del bulbillo puede deberse a características propias de la especie, ya que en la madurez los bulbos de *Z. fosteri* pueden ser de 2.5 cm de diámetro, en tanto que los de *Z. lindleyana* son de 3.5 cm.

La comparación de las características de los bulbillos obtenidos por los dos métodos de propagación de *Z. fosteri* indica que los bulbillos generados por semillas fueron similares a los producidos durante la propagación clonal, cuando se obtuvieron más de siete bulbillos por bulbo madre. Es importante señalar que, cuando los bulbos madre produjeron de 2 a 4 bulbillos, éstos tuvieron la capacidad de florecer en el año siguiente. En este sentido, se reporta que el tamaño de los bulbillos afectará el tiempo necesario

**Cuadro 3. Características de los bulbillos producidos por las semillas de dos especies de *Zephyranthes*.**

ESPECIE Y PROCEDENCIA	PESO DE BULBILLO (g)	PESO FRESCO TOTAL (g)	DIÁMETRO DE BULBILLO (cm)	LONGITUD DE BULBILLO (cm)	NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE HOJAS (cm)	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
<i>Zephyranthes fosteri</i> silvestre	0.18 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	2.45 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>
<i>Zephyranthes lindleyana</i> cultivada	0.15 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.39 <sup>a</sup>	2.11 <sup>b</sup>	2.02 <sup>a</sup>	5.02 <sup>b</sup>	2.90 <sup>b</sup>
Promedio	0.16	0.23	0.40	2.28	2.07	5.38	3.13
DMSH ( $p \leq 0.05$ )	0.025	0.041	0.0303	0.224	0.263	0.582	0.357

DMS: diferencia mínima significativa honesta. Valores con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

planta completa y longitud del bulbillo; el efecto fue significativo ( $p \leq 0.05$ ) para longitud de las hojas y raíz; para diámetro de bulbillo y hojas por planta no hubo efecto de la especie.

Las semillas de *Z. fosteri* generaron bulbillos con 17% más peso que *Z. lindleyana*. El peso fresco total también fue mayor, al igual que la longitud del bulbillo, de las hojas y de la raíz resultaron mayores que en los bulbillos formados por las semillas de *Z. lindleyana* cultivada. Sin embargo, el diámetro

para lograr un bulbo maduro: Borys y Leszczyńska (1997) informaron que los bulbos provenientes de semillas iniciaron la floración a los tres años.

Tras los resultados obtenidos en ambos métodos de propagación, se puede decir que, para tener mayor cantidad de bulbillos, es conveniente la propagación por semillas. No obstante, si el objetivo es que las plantas nuevas florezcan pronto, lo más conveniente es la propagación clonal derivada del corte transversal y longitudinal a los bulbos. Cabe señalar que no fue

posible contrastar los resultados obtenidos con más antecedentes, dado que no se tienen trabajos respecto a estas formas de propagación de *Zephyranthes*.

## **CONCLUSIONES**

Con base en los resultados obtenidos y las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, se concluye que el mejor método de inducción de nuevos bulbillos fue la combinación de corte transversal y longitudinal separando las escamas basales en dos grupos y procurando que llevaran plato basal. Los bulbillos de propagación vegetativa fueron de mayor peso que los producidos por las semillas; sin embargo, las demás características fueron similares entre ambos métodos. Para el aprovechamiento comercial, es recomendable la multiplicación vegetativa, mientras que para conservación de recursos genéticos y mejoramiento genético, la propagación por semillas será más conveniente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y del Prodep, por el financiamiento brindado a través del Cuerpo Académico Producción Agrícola UAEMOR-CA-74.



## LITERATURA CITADA

- Azcón-Bieto, J., M. Talón. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. MC Graw Hill-Interamericana. Madrid. 656 pp.
- Borys, M. W., H. Leszczyńska-Borys. 1997. Generative reproduction of *Zephyranthes lindleyana* Herbert. Proceedings of the Inter American Society of Tropical Horticulture 41: 88-91.
- Ephrath, J. E., J. Ben-Asher, F. Baruchin, C. Alekperov, E. Dayan, M. Silberbush. 2001. Various cutting methods for the propagation of hippeastrum bulbs. Biotronics 30: 75-83.
- Espejo, A., A. R. López-Ferrari. 1992. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística I. Parte 1. Agavaceae, Alismaceae, Alliaceae, Alstroemeriaceae y Amaryllidaceae. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F. 76 pp.
- García, E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México, D. F., 1981. 246 pp.
- Hanks, G. 1993. Narcissus. In: De Hertogh, A., M. Le Nard (Eds.). The physiology of flower bulbs. Elsevier. Amsterdam. 811 pp.
- Hartmann, T. H., E. D. Kester, F. T. Jr. Davis. 1990. Plant propagation principles and practices. Prentice-Hall. New Jersey. 760 pp.
- Kariuki, W. 2008. Rapid multiplication of *Ornithogalum saundersiae* Bak. Through bulblet production in vivo. Acta Horticulturae 766: 135-141.
- Leszczyńska-Borys, H., W. M. Borys. 2001. Plantas bulbosas para flor de corte, macetas, jardines y parques. SI-ZA-CONACYT-UPAEP-FUPPUE. México. 85 pp.
- Leszczyńska-Borys, H., W. M. Borys, S. J. L. Galván. 2005. Cloning of the *Hymenocallis*. Acta Horticulturae 673: 691-697.
- Quistián, R.L. 2005. Cultivo de *Zephyranthes*. Biología Scripta 2: 63-69.
- Rockwell, F. F., E. C. Grayson. 1953. The Complete Book of Bulbs. Doubleday & Company Inc. Garden City, N. Y., USA.
- SAS. 2002. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. Proprietary Software Version 9.00 (TS M0).
- Schiappacasse, F., P. Peñailillo, P. Yañez. 2003. Propagación de bulbosas chilenas ornamentales. Editorial Universidad de Talca. Chile. 65 pp.
- Seyidoglu, N., M. Zencirikiran, Y. Ayasligil. 2009. Position and application areas of geophytes within landscape design. Journal of Agricultural Research 4: 1351-1357.
- Sganzerla, M. 1973. Flores de bulbo, cómo cultivarlas. Editorial Vecchi. Barcelona, España. 166 p.
- Smith, R.H., J. Burrows, K. Kurten. 1999. Challenges associated with micropropagation of *Zephyranthes* and *Hippesatrum* sp. (Amaryllidaceae). In Vitro Cellular & Development Biology-Plant 35: 281-282.
- Stancato, G. C., P. Mazzafera, A. C. Magalhães. 1995. Dry matter partitioning during the propagation of *Hippeastrum hybridum* as affected by light. Scientia horticulturae 62: 81-87.
- Thoibi, D. T., P. K. Borua. 1997. Meiotic behaviour and pollen fertility in three species of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). Biologia Plantarum 39: 355-360.
- Ward, B. J. 2000. Flowers of the West Wind: Rain Lilies. East Carolina University. USA.
- Zhanhe, J., A. W. Meerow. 2000. Amaryllidaceae. Flora of China 24: 264-273.
- Zhu, Y., K. S. Liu, J. C. Yiu. 2005. Effect of cutting method on bulb production of *Hippeastrum hybridum* in Taiwan. Acta Horticulturae 673: 531-535.