

EDAD DE LA PLANTA MADRE Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CICLAMEN cv LUGANO SUPREME

O. J. Ayala-Garay¹; J. A. Estrada-Gómez;
M. Livera-Muñoz; T. Rivero-Belmonte

Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados.
Km 36.5 Carretera México-Texcoco. C. P. 56230.
Montecillo, Estado de México. MÉXICO.
Tel. 01 (595) 952-0200 Ext. 1594.
Correo-E: oayala@colpos.mx (¹Autor responsable).

RESUMEN

En la última década en México se ha incrementado la demanda de ciclamen como planta ornamental, pero existe déficit de semilla barata de alta calidad. En este trabajo se estudió la influencia que tiene la edad de la planta madre sobre la producción y calidad de semillas de esta especie. Plantas de la variedad Lugano Supreme mezcla especial se sembraron en un invernadero con temperatura entre 5.4 y 34.0 con promedio de 17.8 °C. Los tratamientos consistieron en plantas de uno (T1), dos (T2) y tres años (T3) de edad. Las etapas fenológicas consideradas fueron: EF1, botón de 1.0 a 2.0 mm de diámetro; EF2, botón de 2.0 a 3.0 cm de longitud y EF3, apertura floral inicial. Las plantas del T2 tuvieron un desarrollo más rápido: entre EF1 y EF2 hubo 30 días, lo que es más corto estadísticamente que lo observado en los otros dos tratamientos; entre EF1 y EF3 fueron 38 días, estadísticamente similar al T1 (42 días), y de EF1 a cosecha fueron 120 días, estadísticamente similar a T3 (123 días). En prendimiento de cápsulas, el T1 (83 %) fue significativamente superior a T3, 66.4 %, pero similar a T2 (75 %). T2 y T3 produjeron rendimientos de semilla superiores (1.93 y 2.16 g-planta⁻¹). En cuanto a las características de calidad de semilla, en todos los tratamientos la germinación fue inferior a 60 %, la viabilidad inferior a 65 % y peso de 1000 semillas inferior a 6 g. Todos ellos por debajo de los estándares indicados para certificación.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Cyclamen persicum*, edad de la planta, fenología, calidad de semilla, rendimiento.

PLANT MOTHERAGE AND SEED PRODUCTION OF CYCLAMEN cv LUGANO SUPREME

ABSTRACT

During the last decade there has been an increased demand for cyclamen as a potted ornamental plant in Mexico. It is needed to produce high quality seed at low cost. The objective in this work was to investigate if there is any influence of the age of the mother plants on phenology, seed production and quality. The cv. Lugano Supreme special mix was used and plants were grown in a plastic greenhouse where air temperature varied between 5.4 and 34.0 °C, with an average of 17.8 °C. The treatments were three plant ages: one (T1), two (T2) and three (T3) years respectively. The phenological stages considered were: PS1: when floral button had from 1.0 to 2.0 cm of diameter, PS2, floral button with 2.0 to 3.0 cm of length, and PS3, initial flower opening. T2 had the fastest development: time from PE1 to PE2 was of 30 days, statistically shorter than in the other treatments; from PE1 to PE3 was 38, statistically similar to T1 with 42 days, and from

PE1 to harvest was of 120, statistically similar to T3 with 123 days. Regarding capsule setting, T1 was significantly superior (83 %) to T3 (66%) but similar to T2 (75 %). T3 and T2 had a seed yield (2.16 and 1.92 g plant⁻¹, respectively) superior to that of T1 (1.02 g plant⁻¹). Ratings for seed quality characteristics for all treatments were: % germination, lower than 60 %; viability, lower than 65 %, and weight of 1000 seeds lower than 6 g. All of them below standards required for certification process.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Cyclamen persicum*, plant age, phenological stages, seed production, seed quality.

INTRODUCCIÓN

Las especies ornamentales registran un mayor valor de la producción por hectárea y significan una derrama económica más grande debido a la infraestructura, insumos y mano de obra que se necesitan para su cultivo (Flores y Lagunes, 1998). Un ejemplo de esas especies es el ciclamen (*Cyclamen persicum* Mill.), especie tuberosa de la familia Primulaceae, nativa de Palestina, Asia Menor e islas en los mares Egeo y Mediterráneo del este (Larson, 1992). Esta planta es explotada como ornamental por sus flores de colores diversos, muy popular e importante en Europa.

En México se conoce desde mediados del siglo pasado (Cuevas, 1954) y en años recientes la superficie con su cultivo se ha incrementado de manera importante. En el Estado de México, principal productor de ciclamen, se cosechan 4 ha con una producción de 1,440,000 plantas y un precio medio rural de \$ 15.00 por planta y un valor total de \$ 21.6 millones (Anónimo, 2005). Sin embargo, el progreso de este cultivo es difícil porque la semilla comercializada en el país, que en general procede de Europa y Estados Unidos, es de baja calidad y cara, con un precio que varía entre 1 y 6 pesos por unidad. La utilización de esta semilla encarece los costos de producción, reduciendo el margen de ganancia de los productores nacionales. Además, la baja calidad se refleja en bajos porcentajes de germinación (inferiores a 50 %) y a una tasa excesivamente lenta (hasta 60 días, de acuerdo a observaciones empíricas), lo cual resulta en una población heterogénea de plántulas y en un pobre desarrollo de la planta (Flores *et al.*, 2007).

Con un manejo agronómico adecuado, las plantas de ciclamen pueden durar muchos años produciendo flores y comportarse como plantas perennes (Grey-Wilson, 1997), lo que permite suponer que se podría obtener semilla continuamente. Sin embargo, existe poca información científica sobre el manejo para la producción de semillas (Corbineau y Côme, 1989) y prácticamente ninguna información que indique la importancia de la edad de la planta para producción de semillas con mayor calidad y eficiencia, ni siquiera en especies de la misma familia del ciclamen. El efecto de la edad de la planta madre sobre la producción de semillas se ha estudiado en otras plantas herbáceas como *Rhodiola rosea* L. (Crasulaceae), donde se encontró que plantas de cuatro y cinco años produjeron mayor peso de semilla, rendimiento y germinación que plantas de seis años (Przybyl *et al.*, 2005). Asimismo, en alcachofa (*Cynara scolymus* L. Asteraceae) se encontró que plantas jóvenes, de un año de edad, produjeron menor rendimiento de semilla y germinación que plantas de dos y tres años (Damato *et al.*, 2007).

Para tratar de solucionar la problemática que aqueja al cultivo de ciclamen, es necesario producir semilla de alta calidad a bajo costo, usando genotipos de libre acceso. Para lograrlo, es imprescindible conocer la ecofisiología del desarrollo floral y aspectos de la producción de la semilla relacionados con factores del ambiente y de la planta. Por

ello, el objetivo de este trabajo fue cuantificar el efecto de tres edades de planta madre sobre el desarrollo fenológico, el rendimiento y calidad de la semilla de ciclamen.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un invernadero cubierto con plástico blanco lechoso calibre 600 con un 50 % de sombreado, ventilación a los costados, y control de la temperatura mediante cañones de ventilación y nebulizadores (a 1.60 m de altura) en primavera-verano y calefacción con gas en época invernal. La temperatura osciló entre 5.4 y 34.0 °C, con un promedio de 17.8 °C. Se utilizó semilla de la variedad Lugano Supreme mezcla especial (Semillas Tinajero, S.A. de C.V.; Calle Violeta #81, Barrio de Belén, Delegación Xochimilco, D.F), la cual es una variedad de tipo diploide, cuyo porte de planta es considerado normal, que presenta una mezcla de colores de flores y su periodo principal de producción abarca los meses de enero a mayo.

En los meses de marzo de los años 2001, 2002 y 2003, se pusieron a germinar semillas durante 40 días en una bandeja de almacigo de 200 cavidades, rellenas con turba (Premier PRO-MIX® PGX, Canadá) como sustrato, dentro de una germinadora SD8900 (Seedburo Inc., EE. UU.), en oscuridad, a temperatura de 20 °C y 90 % de humedad relativa. El trasplante a macetas de plástico de 15 cm de diámetro se realizó cuando las plantas tenían de 3 a 5 hojas con su lámina foliar totalmente expandida; como sustrato se usó la mezcla 1:1 de turba y tezontle rojo (6 mm). Se aplicó fertirrigación, dos riegos por semana con la solución de Steiner y el resto de la semana se regó con agua una o dos veces dependiendo de la condiciones dentro del invernadero.

Los tratamientos consistieron en plantas de tres edades: un año (T1), dos años (T2) y tres años (T3), distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con 15 repeticiones (macetas) cada uno.

El 15 de marzo de 2004 se inició el registro del número de hojas (NH), con lámina foliar expandida. En esta misma fecha se inició el registro de las siguientes etapas fenológicas: EF1, inicio del botón floral, cuando el botón tenía de 1 a 2 mm de diámetro y parecía "cabeza de alfiler" y con peciolo de 1.5 a 2.0 cm de longitud; EF2, botón de 1.5 a 2.0 cm de longitud mostrando pétalos con color, y EF3, apertura floral inicial. Se etiquetaron tres botones florales por planta en la EF1 (Figura 1) y dicha etapa se consideró como el inicio de la cuenta de los días a las etapas EF2 y EF3, que se ilustran en las Figuras 2 y 3. Para la producción de semillas se realizaron polinizaciones manuales en todas las flores emitidas en un periodo de 30 días. El diámetro del fruto (cápsula) se midió semanalmente a partir del día en que se polinizó a la flor etiquetada (Figura 4). De igual manera se contabilizaron los días a cosecha de la semilla (DC).

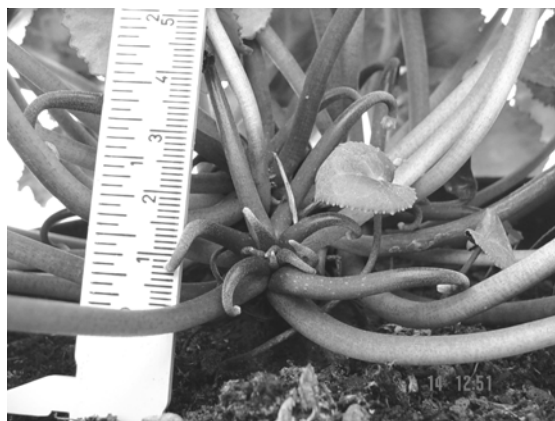


FIGURA 1. EF1, Inicio de botón floral, los botones, mostrados por las flechas, tienen de 1.0 a 2.0 mm de diámetro y parecen "cabezas de alfiler", con longitud del peciolo de 1.5-2.0 cm. Los botones se etiquetaron en esta fase.



FIGURA 2. EF2. Botón de 1.5 a 2.0 cm de longitud mostrando pétalos con color.

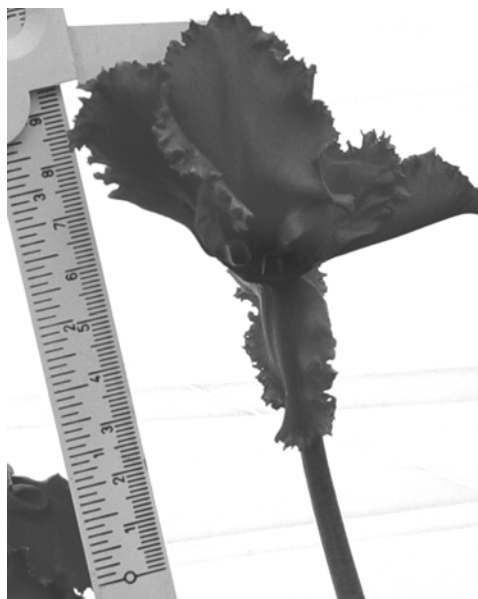


FIGURA 3. EF3. Apertura floral inicial, cuando los pétalos se encontraban totalmente extendidos y su color brillante.

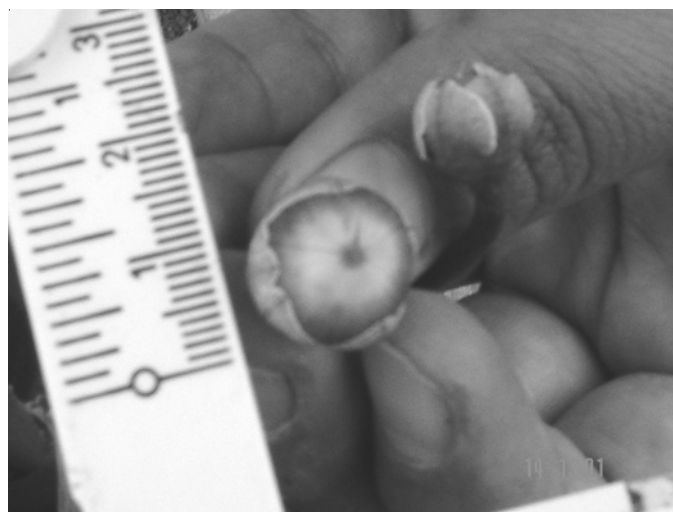


FIGURA 4. Medición del diámetro de cápsula.

Como componentes del rendimiento de semilla se consideraron: el número total de flores (NTF) emergidas y polinizadas durante el periodo considerado de 30 días, prendimiento o cantidad de flores que produjeron cápsulas (PREN) respecto al total de flores polinizadas, expresado en porcentaje y el rendimiento promedio de semilla (RTO) de tres cápsulas tomadas al azar en cada planta, expresado en gramos.

La semilla obtenida de las repeticiones de cada tratamiento se mezcló para manejar únicamente tres lotes de semilla, en los que se evaluó: el peso hectolítrico (PH) expresado en $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$, en una muestra, la semilla que se dejó caer desde una altura de 10 cm en la parte central de un recipiente de 5 ml y sin tasar o acomodar, se pesó en una balanza de precisión (ISTA, 2004). El peso de mil semillas (P1000S)

expresado en g, se obtuvo, de acuerdo a las normas del ISTA (2004) en 16 repeticiones de 100 semillas y el promedio se multiplicó por diez. Las pruebas de viabilidad con tetrazolio y de germinación, se realizaron de acuerdo con las reglas de la ISTA (2004); se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas en un diseño experimental completamente al azar. Las semillas se remojaron previamente durante 24 h en cada caso y la viabilidad se evaluó en porcentaje (%) considerando el grado de tinción de los embriones. Para evaluar la germinación, las semillas se colocaron en cajas *petri* con papel filtro humedecido con KNO_3 al 2 % en la germinadora a 20 °C, en oscuridad. Los conteos se realizaron a los 21, 35 y 45 días después de la siembra, determinando el porcentaje de germinación con base en la suma de plántulas normales observadas en cada conteo.

Los datos se analizaron con el procedimiento PROC ANOVA del programa estadístico SAS versión 6.03 (SAS Institute, 1993) y en los casos donde se detectaron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de medias (Tukey).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo fenológico

En todas las variables fenológicas y de rendimiento se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) atribuibles a las tres edades de las "plantas madre" (Cuadro 1), lo que indicó que por lo menos alguna de las tres edades de planta mostró variación en las características evaluadas.

Las plantas de dos años de edad (T2) mostraron mayor número de hojas desarrolladas (36) (Cuadro 2), que las plantas de un año de edad (T1) con 15 hojas menos, lo que podría ser lógico porque son plantas que sólo han tenido un año de crecimiento; en este tratamiento se produjeron 10.6 flores en un periodo de 30 días, con sólo 21 hojas desarrolladas, información contrastante con la reportada por Grey-Wilson (1997) en cuanto a que en la mayoría de variedades de ciclamen los primeros botones se producen en plantas que tienen 35 hojas o más. La posibilidad de que existieran hojas muertas durante el primer año de vida es muy baja. En esta investigación, tampoco las plantas del T3 tenían 35 hojas al ser evaluado, en este caso es probable que las hojas hayan muerto por senectud.

En cuanto a los días transcurridos entre las etapas EF1 y EF2, las plantas del T2 tuvieron un desarrollo estadísticamente más corto con 30 días respecto a las plantas de los otros dos tratamientos (Cuadro 2). Entre EF1 y EF3, las plantas del T2 tuvieron 38 días, lo cual fue estadísticamente similar al T1 (42 días) y estadísticamente inferior al T3 (43 días). De EF1 a cosecha las plantas del T2 presentaron 120 días, valor estadísticamente similar al de T3 (123 días) y ambos inferiores estadísticamente, al de T1 (128 días). Por lo anterior se considera que el T2 tuvo un desarrollo más rápido que los otros tratamientos, lo que probablemente sea resultado de su mayor aparato fotosintético en el momento de la floración (Cuadro 2) que aportó una mayor cantidad de fotoasimilados utilizados en los procesos de crecimiento y desarrollo.

La cosecha de semilla en las plantas madre de dos años (T2) y de un año (T1) de edad, fue en promedio a las 12 semanas después de la polinización (84 días) y en las plantas del T3 ocurrió una semana antes (a los 77 días). Estos periodos para cosecha de semilla se encuentran cercanos al límite inferior de lo reportado por Ewald y Schwenkel (1999) quienes observaron un periodo de madurez de cápsulas de 79.6 a 101.2 días después de la polinización en el cultivar Sylvia.

Componentes de rendimiento

El efecto de la edad de la planta madre fue altamente significativo ($P \leq 0.01$) para el número de flores polinizadas o número total de flores (NTF), el porcentaje de prendimiento

CUADRO 1. Cuadrados medios y niveles de significancia de los análisis de varianza de variables de fenología de la floración, rendimiento y calidad de semilla de plantas de ciclamen de tres edades.

FV	GL	Variables						
		Fenológicas				Rendimiento		
		NH	DEF2F	DEF3	DC	NTF	PREN (%)	RTO (g planta ⁻¹)
TRAT	2	908.8**	343.4**	285.0**	648.0**	54.9**	654.9**	5.4**
Error	42	199.0	51.8	52.3	52.8	5.0	93.3	0.2
CV (%)		48.2	21.4	17.5	5.8	18.2	15.7	30.4
Calidad Física de Semilla								
P1000S (g)								
TRAT	2	0.19496**						
Error	45	0.00035						
CV (%)		3.7						
Calidad Fisiológica de Semilla								
		G (%)		V (%)				
TRAT	2	33.1 ^{NS}		72.6 ^{NS}				
Error	9	9.9		75.1				
CV (%)		11.7		16.9				

**Significativo a una $P \leq 0.01$; NS: no significativo.

FV: Fuentes de variación; GL: Grados de libertad; CV: coeficiente de variación; TRAT: Tratamientos; NH: Número de hojas; DEF2: Días a la etapa fenológica 2 (botón de 1.5 a 2.0 cm de longitud mostrando pétalos con color); DEF3: Días a la etapa fenológica 3 (apertura floral inicial); DC: Días a cosecha después de polinización; NTF: Número total de flores; PREN: Prendimiento; RTO: Rendimiento de semilla; P1000S: Peso de mil semillas; G: Germinación; V: Viabilidad.

CUADRO 2. Comparaciones de medias (Tukey) del efecto de las edades de planta de ciclamen en las variables fenológicas y de rendimiento de semilla.

TRAT	Variables						
	Fenológicas				de Rendimiento		
	NH	DEF2	DEF3	DC	NTF	PREN (%)	RTO (g/planta ⁻¹)
T1 ^z	20.8 b ^z	34.9 a	41.7 ab	127.6 a	10.7 b	83.1 a	1.02 b
T2	36.1 a	30.4 b	38.4 b	120.1 b	11.8 b	75.2 ab	1.93 a
T3	30.8 ab	35.3 a	43.3 a	123.2 b	14.4 a	66.4 b	2.16 a
DMS	12.5	3.6	3.6	3.9	1.9	9.2	0.44

^zMedias con las mismas letras, dentro de columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

TRAT: Tratamientos; T1: Plantas de un año, T2: Plantas de dos años y T3: Plantas de tres años; NH: Número de hojas; DEF2: Días a la etapa fenológica 2 (botón de 1.5 a 2.0 cm de longitud mostrando pétalos con color); DEF3: Días a la etapa fenológica 3 (apertura floral inicial) DC: Días a cosecha después de polinización; NTF: Número total de flores; PREN: Prendimiento; RTO: Rendimiento. DMS: Diferencia mínima significativa.

(PREN) y el rendimiento promedio de semilla de tres cápsulas por planta (Cuadro 1).

Las plantas de tres años de edad (T3) presentaron el mayor NTF con dos y tres flores más que en las plantas de dos y un año (Cuadro 2). En promedio se tuvo una emisión floral de 0.44, 0.36 y 0.32 flores·día⁻¹, en las plantas de tres, dos y un año de edad, respectivamente. Contrario a la tendencia anterior, el prendimiento o desarrollo de cápsulas con semilla (PREN) fue mayor en las plantas de un año de edad (T1) y disminuyendo en plantas de dos y tres años. Hay que considerar que en plantas de un año hubo una cantidad mínima de frutos abortados, posiblemente debido a una menor emisión de flores (NTF=10.7 y 0.32 flores·día⁻¹), lo que probablemente significó menos competencia por nutrientes en la planta, en consecuencia, un mejor equilibrio en sus relaciones de fuente y demanda, ya que esas plantas al tener pocas hojas (20.8) produjeron pocas flores (10.7); pero se aseguró el desarrollo de más cápsulas (83.1 %) (Cuadro 2).

En cuanto al crecimiento del diámetro de las cápsulas, la tendencia fue ascendente para las tres edades de plantas madre, hasta el periodo de la semana diez (Figura 5), momento en que el diámetro comenzó a disminuir, probablemente por la pérdida gradual de la humedad en los frutos. Dicho comportamiento marcó el tiempo en que se llegó a la madurez fisiológica ya que se inició la dehiscencia de cápsula, es decir el momento de cosechar la semilla con mejor calidad. Corbineau *et al.* (1989) mencionan que la maduración de la semilla se caracteriza por una disminución en el contenido de humedad y un incremento progresivo en la capacidad germinativa de la semilla.

El rendimiento de semilla fue estadísticamente mayor en los tratamientos T1 y T2, que, igualmente fueron similares estadísticamente en la variable NH (Cuadro 2), por lo que es probable que una mayor superficie fotosintética haya

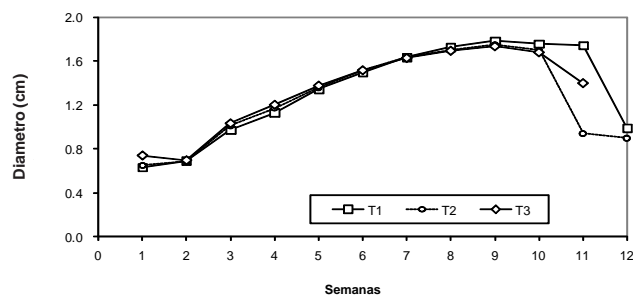


FIGURA 5. Crecimiento semanal del diámetro de la cápsula después de la polinización y hasta la dehiscencia de la cápsula, en las tres edades de planta de ciclamen. Cada punto representa el promedio de tres repeticiones.

provocado mayores rendimientos en ambos tratamientos.

Calidad física de semilla

La edad de las plantas madre tuvo un efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) en la variable peso de mil semillas (P1000S) (Cuadro 1); las plantas de dos años de edad tuvieron el mayor valor (Cuadro 3). Tanto los valores correspondientes a cada edad de la planta como su promedio general (4.9 g) fueron bajos respecto a los reportados para ciclamen para Ball (1995) (11.3 g), Grey-Wilson (1997) (11 y 14 g) e ISTA (2003) (4 y 12 g). El mayor peso de semillas de T2 pudo ser el resultado de un mayor aporte de fotosintatos a la semilla por una superficie foliar más grande (5 hojas más respecto a T3 y 15 más respecto a T1) (Cuadro 2).

En general, el bajo peso de la semilla producida por las plantas madre de los tratamientos, podría atribuirse a las condiciones ambientales y de producción que prevalecieron durante el desarrollo de este estudio las cuales fueron similares a las que se tendrían para la producción comercial de flores; es decir, en este trabajo se aplicó, por ejemplo, el mismo régimen nutritivo que el usado para la producción de flores y es posible que se requiera uno diferente para la producción de semillas, dado que es un proceso que requiere mucho más tiempo. Por consiguiente, se propone que se estudien regímenes de nutrición de las

CUADRO 3. Valores del peso de mil semillas (P1000S) y el peso volumétrico (PV) de semillas de ciclamen producidas por plantas madre de diferente edad.

Tratamientos	P1000S (g)	PV (kg·hL ⁻¹) ^y
T1	3.8 c ^z	55.5
T2	6.0 a	61.3
T3	4.8 b	58.9
DMS	0.99	

^zMedias con las mismas letras son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

^yLos valores de PV son resultado de una sola observación por lo que no son comparables estadísticamente T1=plantas madre de un año, T2= dos años y T3= tres años de edad. DMS= Diferencia mínima significativa.

plantas madre que incluyan fertilizaciones foliares de micronutrientes. Otra posible causa de la pobre calidad física de la semilla sería que las condiciones ambientales en el invernadero no fueron las adecuadas para la producción de semilla, ya que la variación observada de temperatura pudo haber sido inadecuada para el desarrollo de las semillas sin que hubiese afectado la producción de flores. Por ejemplo, Ewald y Schwenkel (1999), al estudiar el efecto de la edad de las flores del cv Sylvia polinizadas en la calidad de semilla, encontraron valores de P1000S que variaron entre 5.8 y 12.4 g, es decir superiores a los encontrados en esta investigación, usando condiciones de crecimiento constantes de irradiancia (12 h de luz) temperatura diurna (18 °C), temperatura nocturna (16 °C) y humedad relativa (60 %).

Para el peso volumétrico de la semilla producida por las plantas de uno (T1), dos (T2) y tres (T3) años de edad, se obtuvieron 55.5, 61.3 y 58.9 kg·hl⁻¹ respectivamente (Cuadro 3), lo que indica que la semilla cosechada de las plantas del T2 fue la de mayor densidad y que las plantas de un año de edad se produjo la semilla de menor tamaño. Cabe señalar que los pesos volumétricos en este experimento correspondieron a una sola muestra, por lo que, para tener mejor evidencia sobre si esta variable es o no afectada por la edad de las plantas madres y el medio en que se produce la semilla, posiblemente se requiera un mayor número de observaciones para tener mayor evidencia de que la edad de la planta madre y el ambiente de crecimiento pueden influir en el peso volumétrico de la semilla de ciclamen. Como Przybyl *et al.* (2005) lo observaron en *Rhodiola rosea* L. donde plantas de cuatro y cinco años de edad produjeron semillas con un mayor peso volumétrico que plantas de seis.

Calidad fisiológica de la semilla

No se detectó efecto significativo en la capacidad germinativa de las semillas de ciclamen producidas por semillas de diferente edad (Figura 6), sólo la semilla de las plantas madre del T3 presentó un 2 % menos de germinación respecto a la de plantas del T1 que tendió numéricamente a germinar un poco más, no obstante que las semillas recibieron el pretratamiento que marca la ISTA (2004). En general esos valores obtenidos (50 a 60 % de germinación) se pueden considerar bajos en un 22 a 26 % respecto a lo señalado por las normas de la ISTA (2004) para la certificación de un lote de semillas de ciclamen que debe de ser de un mínimo de 80 % de germinación.

Para explicar ese bajo porcentaje de germinación de la semilla producida con las plantas de las tres edades, se pueden dar varias razones, en primer lugar la semilla se puso a germinar sin un manejo poscosecha (beneficio) completo, únicamente se limpió de basura e impurezas. Es decir, las semillas no se pasaron previamente por una máquina (de tamaño o peso), lo que significa que indudablemente en cada lote estaban presentes semillas

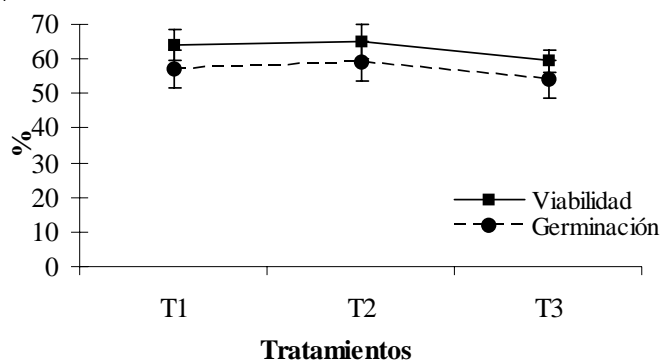


FIGURA 6. Porcentajes de germinación y viabilidad de semillas de ciclamen. T1 = plantas de una año, T2 = plantas de dos años y T3 = plantas de tres años. Cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones \pm error estándar.

inmaduras o con pocas reservas, las que les confirieron heterogeneidad y características de mala calidad a cada lote. Esa puede ser también la razón por la que los valores encontrados de la variable P1000S en esta investigación se encuentren cerca del límite más bajo reportado en la literatura, como se discutió anteriormente. Una segunda razón plausible es que, evidentemente, no toda la semilla cosechada maduró al mismo tiempo, puesto que se tomó una muestra al azar de tres cápsulas por planta y su semilla se almacenó sin control de temperatura y de humedad, durante periodos que variaron de uno a cuatro meses, por lo que es posible que esas condiciones hayan propiciado deterioro de la semilla. Es necesario que se coseche la semilla conforme se vaya produciendo y se almacene en condiciones de baja temperatura y baja humedad relativa para verificar si con ello se asegura una mayor germinación.

Finalmente, durante la prueba de germinación no se tuvo un control de las condiciones de oxígeno, lo que también pudo afectar el porcentaje de germinación de la semilla de cada uno de los tres lotes considerados, ya que de acuerdo a Corbineau *et al.* (1989) la semilla de ciclamen es muy sensible a la falta de oxígeno, sobre todo si se germina a 20 y no a 15 °C. Según esos autores, esto se debe a que hay un efecto combinado del incremento en la tasa metabólica y una reducción en la solubilidad de oxígeno al incrementar la temperatura. Otro aspecto que puede ser importante fue la falta de control del nivel de agua agregada a las cajas donde se colocó la semilla y un posible exceso de agua pudo provocar falta de oxígeno; se recomienda que en pruebas futuras se mida con precisión el agua.

Por otra parte, para los tres lotes de semilla, los valores máximos de germinación se alcanzaron a los 45 días de iniciada la prueba, por lo que se considera que la germinación fue lenta si se compara con las indicaciones de la ISTA (2004), de que el último conteo se debe realizar a los 35 días. Sin embargo, en una evaluación sobre la prueba de germinación para ciclamen, el Comité de Semillas de

Ornamentales de la propia ISTA (2003), consideró que 35 días no son suficientes y que se deben adicionar al menos 7 días más a la prueba, por lo que los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con dicha indicación.

Tampoco hubo un efecto estadísticamente significativo de la edad de las plantas sobre la viabilidad de las semillas producidas. Semillas de plantas de dos años de edad tuvieron numéricamente 1 y 5.5 % más de embriones vivos que la semilla de las plantas de uno y tres años de edad, respectivamente (Figura 6). Los valores de viabilidad de 60-70 % (Figura 6) no se aproximan al valor de 80 % indicado por la ISTA (2004) para certificar un lote de semillas.

Si se comparan los resultados de viabilidad con los de germinación para cada edad de la planta (Figura 6), se puede observar que en la prueba de viabilidad se obtuvieron valores mayores en 5.5 a 6.7 %. Esta diferencia puede deberse a la posible existencia de un mecanismo de latencia en algunas semillas, que impidió un mayor número de plántulas germinadas, por lo que una opción para mejorar los resultados podría ser el estudio de concentraciones de sustancias que eliminen latencia durante la germinación.

Por otra parte, una semilla viva puede tener tanto tejido vivo como muerto y puede no germinar (Copeland y MacDonald, 2001), aunque ISTA (2004) indica que la viabilidad en una prueba de germinación estándar corresponde al total de las semillas que germinaron, independientemente de las plántulas normales o anormales que contenga la muestra.

CONCLUSIONES

Las plantas de dos años de edad tuvieron un desarrollo fenológico más precoz que las de uno y tres años. En plantas de un año ocurrió mayor prendimiento de flores polinizadas.

Las plantas de dos y tres años de edad produjeron rendimientos de semilla superiores al de las plantas de un año de edad. La calidad física y fisiológica de la semilla obtenida en las plantas de las tres edades estudiadas fue menor que la reportada en la literatura y en las normas del ISTA.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 2005. ANUARIO DEL SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PECUARIA SAGARPA (SIAP). www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeanuadin.html
- BALL, V. 1995. Ball Seed Catalog 1995-1996. Seed and Plug Catalog. Ed. Geo. J. Ball Publishing. Chicago. USA. 40 p.
- COPELAND, O. L.; MCDONALD, M. B. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Third edition. Chapman and Hall. New York, U.S.A. 409 p.
- CORBINEAU, F.; NEVEUR N.; CÔME, D. 1989. Seed germination and seedling development in *Cyclamen persicum*. Annals of Botany 63: 87-96.
- CUEVAS, A. B. 1954. Cultivo del *Cyclamen*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 17: 35-36.
- DAMATO, G.; SARLI, G.; CALABRESE, N. 2007. Age of mother plant, head removal, GA₃, yield and quality of artichoke achenes. Acta Horticulturae 730: 337-344.
- EWALD, A.; SCHWENKEL, H. G. 1999. The influence of flower age and genotype on the seed set of *Cyclamen persicum* cv "Sylvia". Gartenbauwissenschaft 4: 49-53.
- FLORES A., F.; LIVERA M., M.; COLINAS L., M. T.; GAYTÁN A., A.; MURATALLA L., A. 2007. Producción de *cyclamen* (*Cyclamen persicum* Mill.) en sustratos basados en polvo de bonote de coco. Revista Chapingo Serie Horticultura (Aceptado para publicación).
- FLORES A., F.; LAGUNES T., A. 1998. La horticultura ornamental en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Colegio de Postgraduados. Aguascalientes, Ags. México. 88 p.
- GREY-WILSON, C. 1997. *Cyclamen*. A Guide for Gardeners, Horticulturists and Botanists. B. T. Batsford Ltd. London, Great Britain. 192 p.
- ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 2003. Report of ISTA Flower Seed Committee. ISTA News Bulletin 125: 33-35.
- ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 2004. International Rules for Seed Testing. Rules 2004. ISTA editions, Zurich, Switzerland. 243 p.
- LARSON. R. A. 1992. Introduction to Floriculture. 2nd Edition. Academic Press, Inc. San Diego, California, USA. 407 p.
- PRZYBYL, J.; WEGLARZ, Z.; GESZPRYCH, A.; PELC, M. 2005. Effect of mother plant age and environmental factors on the yield and quality of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) seeds. Herba Polonica 51: 5-12.
- SAS INSTITUTE INC. (1993). SAS/STAT User's Guide Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA. 164 p.