

# PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CICLAMEN (*Cyclamen persicum* Mill.) EN SUSTRATOS BASADOS EN POLVO DE BONOTE DE COCO

R. Flores-Almaráz<sup>1</sup>; M. Livera-Muñoz<sup>1</sup>;  
M. T. Colinas-León<sup>2</sup>; E. A. Gaytán-Acuña<sup>1</sup>;  
A. Muratalla-Lúa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados.  
Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México, C. P. 56230, México.  
Correo-e: froberto@colpos.mx (<sup>1</sup>Autor responsable).

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.  
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México.

## RESUMEN

El ciclamen tarda unos 30 días después de la siembra (dds) para que emerja la plántula y suele presentar bajo porcentaje de emergencia. Como para muchos cultivos ornamentales, en México se utilizan principalmente tierra de monte y turba como sustratos para su producción, materiales para los que se requiere un sustituto para proteger los suelos forestales y evitar la importación de la turba. Con el objetivo de mejorar el porcentaje y tiempo de emergencia y probar el polvo de bonote de coco (PBC) como sustrato, se produjeron plántulas de ciclamen y se evaluaron los factores remojo de semilla (con y sin), sustrato (turba, PBC lavado, PBC sin lavar y PBC+turba) y genotipo (seis series), en un experimento factorial en bloques al azar con tres repeticiones. El remojo de la semilla durante 24 horas previas a la siembra no incrementa el porcentaje de emergencia de plántulas de ciclamen, pero disminuye el tiempo de emergencia de las mismas en 1.5 y 2.3 días, en promedio, para los sustratos basados en PBC lavado y sin lavar, respectivamente, y acorta el tiempo a la emergencia de las plántulas de las series Lugano gigante, Pannevis® y Halios® en 3.7, 1.0 y 1.1 días, respectivamente. Las plántulas que logran establecerse emergen antes de los 37 dds. El menor tiempo a la emergencia de las plántulas y el mayor porcentaje de establecimiento de las mismas se obtuvo en sustratos con una capacidad de retención de humedad de 75 y 82 %. El PBC tiene características físicas y químicas que permiten utilizarlo en la formulación de sustratos para producir plántulas de ciclamen con características similares o superiores a las obtenidas utilizando turba o sustratos comerciales que la contengan. Hay diferencias entre los genotipos de ciclamen estudiados en cuanto a la capacidad de emergencia y establecimiento de plántulas, velocidad de crecimiento y producción de biomasa.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** Remojo de semilla, crecimiento, materia seca, *Coccus nucifera*.

## PRODUCTION OF CYCLAMEN (*Cyclamen persicum* Mill.) SEEDLINGS IN COCONUT COIR DUST BASED SUBSTRATES

## ABSTRACT

As for many ornamental crops in Mexico, forest soil and peat moss are commonly used as substrates for cyclamen production. It is important to find substitutes for both to protect forests and to avoid imports of peat moss. Cyclamen seedlings emerge 30 days after sowing (das) and usually the percentage of emergence is low. To improve the percentage and time to emergence, this study was carried out to test coconut coir dust (CCD) as a substrate. Cyclamen seedlings were produced and the following factors were evaluated: seed soaking (with and without), substrates (peat moss, washed CCD, unwashed CCD and CCD+ peat moss) and genotype (six series) in a factorial treatment combination in a randomized complete blocks design with three replications. Soaking seeds 24 hours before sowing did not affect percentage of emergence but did shorten time to seedling emergence by 1.5 and 2.3 days on average in substrates composed of washed and not washed CCD, respectively, and shortens the time to seedling emergence for Giant Lugano, Pannevis® and Halios® by 3.7, 1.0 and 1.1 days, respectively. Those seedlings that reached establishment emerged before 37 days. The shortest period of time for seedling emergence and the highest percentage of seedling establishment were obtained with substrates having water retention capacity of 75 and 82 %. The physical and chemical characteristics of CCD

allows its use in formulating substrates for cyclamen seedlings since it has characteristics similar o superior to peat moss or commercial substrates that contain it. Differences were found among the studied genotypes in terms of seedling emergence and establishment, growth rate and biomass production.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** seed soaking, growth, dry matter, *Cocus nucifera*.

## INTRODUCCIÓN

El ciclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) es un cultivo ornamental de maceta apreciado por sus flores y follaje. Presenta numerosas flores y cada flor dura cuatro semanas (Widmer, 1992) y puede mantenerse en floración durante meses. Originario del Mediterráneo, es un cultivo importante en Europa (Grey-Wilson, 1997), Japón (Koshioka y Masayuki, 1998) y EE.UU. (Boodley, 1996).

Hierba perenne similar a una roseta, con poca elongación internodal, tuberosa, de unos 20 cm de altura, de la familia Primulaceae (Huxley, 1992); dicotiledónea con anisocotilia, germinación epigea y fotoblastismo negativo (Neveur *et al.*, 1986). La hoja cotiledonal tiene una función asimilatoria similar a la de las hojas verdaderas y es muy persistente (Grey-Wilson, 1997).

En México también se le conoce como violeta imperial. Se produce en el Distrito Federal y en los estados de México, Michoacán, Morelos y Puebla (Flores y Lagunes, 1998). En 2005, por el valor de la producción, se ubicó en quinceavo lugar entre los cultivos ornamentales en el ámbito nacional (SAGARPA, 2006). Actualmente se producen híbridos F1 y la semilla se comercializa en mezclas denominadas "series", compuestas de varios genotipos, que por lo general sólo difieren en el color de la flor. Su semilla se vende por pieza y es de las más caras. Su cultivo en maceta puede durar entre 8 y 16 meses a partir de la siembra, en función de la variedad y el manejo (Widmer, 1992). Existen esquemas de manejo para obtener plantas que inician su floración entre los 7 y 9 meses ("fast crop"), que utilizan híbridos F1 y tratamientos con ácido giberélico (Widmer *et al.*, 1991). El cultivo comercial implica una fase de plántula, que dura al menos 17 semanas (Widmer, 1992), antes de trasplantar a la maceta.

En visitas a productores y comerciantes de plantas de ciclamen de Xochimilco, Distrito Federal; Atlitxco, Puebla; Texcoco y Atlacomulco, Estado de México, se identificaron problemas como bajo porcentaje de germinación (entre 60 y 80 %), largo periodo entre la siembra y la emergencia (alrededor de 28 días) y uso de tierra de monte en la formulación de sustratos. Algunos productores informaron que acostumbran remojar la semilla antes de la siembra.

Para esta especie son comunes porcentajes de germinación de 80 a 85 %, pero deben desecharse las plántulas que toman más de 45 días para germinar porque normalmente son débiles, lo que resulta en 75 a 85 % máximo de plantas buenas (Widmer, 1992). En la

germinación las raíces emergen en 5 días y el hipocótilo es visible sobre el sustrato en alrededor de 28 días después de la siembra (dds) (Anderson y Widmer, 1975). En general, el remojo de las semillas antes de ponerlas a germinar puede acortar el tiempo a la emergencia (Hartmann *et al.*, 1990). Anderson y Widmer (1975) obtuvieron índices de germinación más altos al remojar las semillas de ciclamen durante 24 horas en agua a 21 °C y posterior desinfección con solución de hipoclorito de sodio al 5 %, sumergiéndolas de 20 a 60 segundos. En México se puede adquirir semilla tratada con productos fungicidas y envasada, pero también se vende a granel y sin algún tratamiento.

El sustrato para la siembra de ciclamen debe poseer buena capacidad de retención de agua y buen drenaje (Widmer *et al.*, 1991; Grey-Wilson, 1997). En México, el principal material usado para la formulación de sustratos para cultivos ornamentales, incluyendo ciclamen, es tierra de monte. En Europa y EE.UU. el material básico es turba. El uso de estos materiales tiene un impacto negativo en el ambiente por lo que es importante buscar sustitutos. La tierra de monte es un recurso forestal no maderable, que se origina por la acumulación de suelo y materia orgánica, principalmente en los bosques de coníferas (SEMARNAT, 2002). En el año 2000, en México se extrajeron 153 mil toneladas de tierra de monte (SEMARNAT, 2001), 82.4 % de zonas boscosas del Distrito Federal y de los estados de México y Morelos. La extracción, en muchos casos ilegal, precisamente en la región central del país, ha sido por mucho tiempo excesiva e intensiva, convirtiéndose en un factor de degradación de los terrenos forestales (Boyas y Reyes, 1997); por ello, se han establecido normas y plazos para sustituirla con otros sustratos (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2000). La turba se forma por la descomposición parcial de musgos, juncos y juncias; se encuentra principalmente en zonas pantanosas de Canadá, norte de Europa y Rusia. Su extracción causa degradación y pérdida de pantanos, pues se lleva a cabo a velocidades no sustentables (Stamps y Evans, 1997). En México la turba es de importación y de alto costo, otro motivo para buscar un sustituto.

Algunos estudios indican que el polvo de bonote de coco (PBC) puede ser adecuado para sustituir a la tierra de monte (Ayala, 1999) y a la turba (Petit, 2000). El PBC es el tejido medular que queda después de extraer las fibras (bonote) del mesocarpo del fruto del cocotero (*Cocus nucifera* L.). En 2005, México produjo 210 mil toneladas de copra (SAGARPA, 2006), lo que significa que potencialmente se pueden producir 157 mil toneladas de PBC anualmente, con lo que se podría abastecer en buena

medida la demanda de materiales orgánicos para elaborar sustratos para la horticultura ornamental nacional. Las características de aireación, drenaje y capacidad de retención de agua del PBC son semejantes a las de la turba (Fonteno, 1996), pero presenta altos contenidos de potasio, cloro y sodio (Noguera *et al.*, 2000). Sin embargo, la salinidad en un sustrato puede corregirse por medio de lixiviación controlada, por lavado con agua de manera preventiva o correctiva (Ansorena, 1994).

Ayala (1999) sembró seis especies ornamentales en charolas, usó PBC y turba como sustratos y evaluó el porcentaje de germinación, el porcentaje de plantas comerciales, peso fresco y seco, altura de plántula, vigor y color. Solamente encontró diferencias significativas para las últimas tres variables. La altura de plántula fue 10 % menor en el PBC; sin embargo, en ese sustrato presentaron mayor vigor y mejor color. El autor concluyó que las plántulas producidas en PBC igualan en comportamiento a las producidas en turba.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la producción de plántulas de seis series de ciclamen en función del remojo de la semilla y del uso de diferentes sustratos de germinación basados en PBC.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió el efecto de los factores sustrato, genotipo y remojo de la semilla (Cuadro 1), en un arreglo factorial 4 x 6 x 2. Los 48 tratamientos se alojaron en un Diseño de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones. Se utilizaron charolas de germinación de poliestireno con 200 cavidades cónicas de 22 ml de capacidad.

**CUADRO 1. Factores estudiados y sus niveles.**

Factor	Niveles	
Sustrato de Germinación (SG)	SG1	Turba <sup>z</sup>
	SG2	Polvo de bonote de coco (PBC) + Turba <sup>y</sup>
	SG3	PBC lavado <sup>x</sup>
	SG4	PBC sin lavar
Genotipo (G) Diploides, híbridos F1 en mezclas de colores	G1	Serie Lugano Supreme Liso (híbrido F2)
	G2	Serie Lugano micro
	G3	Serie Lugano Gigante del Mediterráneo (posiblemente tetraploide)
	G4	Serie Pannevis®
	G5	Serie Latinia®
	G6	Serie Halios®
Remojo (R)	R0	Sin remojo
	R1	Remojo de la semilla durante 24 horas en agua a 23±2 °C.

<sup>z</sup>Mezcla LAMBERT® LM-1. Sustrato comercial formulado con turba canadiense de *Sphagnum*, clara, grado fino; perlita grado fino, vermiculita grado fino. Adicionada con cal, cal dolomítica, nutrientes y un agente humectante. País de origen: Canadá.

<sup>y</sup>Mezcla Germimix®. Sustrato comercial formulado a base polvo de bonote de coco y turba de *Sphagnum*, adicionada con zeolitas, lombricomposta y macro y micronutrientes. País de origen: México.

<sup>x</sup>PBC. Polvo de bonote de coco. Producto originario del estado de Colima, México. CICATSA de C.V.

Por la cantidad disponible de semilla, la unidad experimental estuvo constituida por 20 cavidades (5 x 4) en el caso de las tres series Lugano y por 8 cavidades (4 x 2) en las otras series. Un bloque lo constituyeron cuatro charolas, una por sustrato y en cada una se sortearon al azar las 12 combinaciones serie-remojo. Las charolas se distribuyeron al azar en cada bloque y cada tercer día se cambiaron de posición dentro del bloque a fin de asegurar que las condiciones fuesen homogéneas y analizar el experimento como se ha expuesto (Dr. Ángel Martínez Garza, comunicación personal<sup>1</sup>).

Para lavar el PBC se desmenuzó y colocó en un recipiente, se le agregó agua de la red municipal ( $CE=0.51$  dS·m<sup>-1</sup>), litro por litro, y se dejó así por tres horas. Luego se escurrió, exprimió y pasteurizó con vapor de agua a 80 °C durante 30 minutos (Hartmann *et al.* 1990). Una vez frío, se formularon los sustratos (Cuadro 2). Las mezclas LAMBERT® LM-1 y Germimix®, se usaron tal como vienen en su envase.

La aplicación de fertilizantes se hizo con base en la recomendación de Widmer (1992) para turba, aunque para SG3 y SG4 fue mayor la de Osmocote® 14-14-14, porque de manera manual se puso una esfera del producto por cavidad, equivalente a 790 g·m<sup>-3</sup>.

**CUADRO 2. Composición de los sustratos usados.**

	Clave del sustrato			
	SG1	SG2	SG3	SG4
<b>Componente (% en volumen)</b>				
Mezcla Lambert® LM-1 <sup>z</sup>	100			
Mezcla Germimix® <sup>y</sup>		100		
Polvo de bonote de coco <sup>x</sup> lavado			80	
Polvo de bonote de coco sin lavar				80
Vermiculita			20	20
<b>Fertilizantes adicionados (kg·m<sup>-3</sup>)</b>				
Cal dolomítica			5.67	5.67
Sulfato de magnesio			0.57	0.57
Nitrato de potasio			0.20	0.20
Súper fosfato triple			0.15	0.15
Osmocote® 14-14-14 (lenta liberación)			0.79	0.79
Mezcla Petters® de elementos traza <sup>w</sup>			0.03	0.03

<sup>z</sup>Mezcla LAMBERT® LM-1. Sustrato comercial a base de turba canadiense de *Sphagnum* clara, grado fino; perlita grado fino, vermiculita grado fino. Adicionada con cal, cal dolomítica, nutrientes y un agente humectante. País de origen: Canadá.

<sup>y</sup>Mezcla Germimix®. Sustrato comercial a base polvo de bonote de coco y turba de *Sphagnum*, adicionada con zeolitas, lombricomposta y macro y micronutrientes. País de origen: México.

<sup>w</sup>Producto originario del estado de Colima, México. CICATSA de C.V.

<sup>x</sup>Peters Professional (Soluble trace Element Mix): S 15 %, B 1.35 %, Cu 2.3 %, Fe 7.5 %, Mn 8.0 %, Mo 0.04 %, Zn 4.5 %

<sup>1</sup>El Dr. Ángel Martínez Garza (QEPD) fue Profesor Investigador Emérito del Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México.

Antes de la siembra se determinaron las propiedades físicas para los sustratos de acuerdo a Ansorena (1994), para lo cual se utilizó una maceta de 15 cm de diámetro y 9 cm de alto. Se realizaron determinaciones químicas en el Laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados. A partir de extractos de saturación se determinó la conductividad eléctrica (**CE**), el **pH** y los iones solubles  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . Las mediciones del **pH** y **CE** se hicieron con un potenciómetro Orion modelo 520A. La capacidad de intercambio catiónico (**CIC**) se determinó con la técnica de acetato de amonio modificado para **pH**  $\geq 7$ . A 130 dds se midió el **pH** y la **CE** en el extracto de saturación del sustrato que rodeó la raíz y el tubérculo.

Las semillas bajo tratamiento de remojo se pusieron 24 h en agua a  $23 \pm 2$  °C. Inmediatamente antes de la siembra todas las semillas se sumergieron un minuto en hipoclorito de sodio al 5 % y se enjuagaron con agua destilada. Luego de la siembra se aplicó riego abundante en forma de lluvia fina. El experimento se desarrolló entre el 8 de noviembre de 2001 (siembra) y el 13 de marzo del 2002. Durante los primeros 80 días, el experimento se llevó a cabo en una bodega habilitada como cámara de germinación y posteriormente en un invernadero de vidrio ubicado en el Colegio de Postgraduados, en Texcoco, estado de México. Los primeros 28 dds las charolas se mantuvieron en completa oscuridad bajo un túnel de alambre y plástico negro de 50 cm de altura, sobre una mesa. Cuando fue necesario, se iluminó la habitación con luz verde. A 29 dds se retiró el túnel y se proporcionó luz artificial hasta el día 80. Del día 81 a 188 dds, las charolas se colocaron en el invernadero pero se mantuvo su disposición como en la cámara de germinación. La iluminación se midió con un luxómetro marca Digital Instrument modelo FX-200. La temperatura y la humedad relativa se registraron con un higrómetrografo OAKTON® modelo 37250 (Cuadro 3).

Para el riego se utilizó agua destilada. Se aplicó de 1 a 1.5 litros por charola, por la mañana, en forma de lluvia fina hasta que se observó salir agua drenando. El momento de riego se decidió cuando se estimó, por diferencia de peso, el contenido de humedad en alrededor de 30 % de la capacidad de contenedor, nivel que era alcanzado

primeramente por SG1, pero siempre se regaron simultáneamente todas las charolas.

La aplicación de fertilizante en el riego se inició 60 dds. Los dos primeros con 65 ppm de **N**, y los posteriores a 100 ppm de **N**. Se usó el fertilizante 15-5-30 (*Hakaphos naranja*®, BASF®) que contiene también **S**, **B**, **Cu**, **Fe**, **Mn**, **Mo** y **Zn**.

Se llevó a cabo un registro diario de plántulas emergidas. Se consideró emergida una plántula al ver la curvatura del pedicelo cotiledonal sobre la superficie del sustrato. Una hoja se consideró expandida cuando ambas mitades formaban un ángulo de 180 °. Una plántula se consideró establecida si presentaba al menos una hoja verdadera a los 104 dds. A 118 dds se contó el número de hojas de cada plántula y a 125 dds se realizó un muestreo destructivo en el que se tomaron al azar dos plántulas por unidad experimental, de las series G1 y G2 en los tres bloques y de G3, G4, G5 y G6 solamente en el bloque 1. Cada plántula se sacó de la charola, se le retiró el sustrato, se lavó con agua destilada y se seccionó en raíz, tubérculo y hojas. Con un integrador de área se midió el área foliar. Las plántulas se secaron en una estufa a 70 °C por tres días y se registró el peso seco. La materia seca de las plántulas de la serie G1 en cada sustrato, se llevó al Laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Postgraduados donde se molió y mezcló para analizar su contenido de **P**, **K**, **Ca**, **Mg**, **Na**, **Fe** y **Mn** por medio de digestión húmeda en matriz binaria. La determinación se hizo por espectrometría de emisión atómica con plasma secuencial acoplado inductivamente Varian Liberty II ICP-AES. Para el **N** total se hizo por el método de SemimicroKjeldhal.

Para cada unidad experimental se generaron las siguientes variables respuesta: Porcentaje de emergencia (**Pe**), porcentaje de plántulas establecidas (**Pest**), en relación a las semillas sembradas. Días a emergencia (**De**), días a emergencia de plántulas establecidas (**Depest**); número total de hojas por plántula (**Ht**) y total expandidas (**Htex**); área foliar por plántula, total (**Aft**), cotiledonal (**Afc**) y de hojas verdaderas (**Afhv**); materia seca subterránea (**MS\_Sub**), aérea (**MS\_Aer**) y total (**MS\_Tot**).

**CUADRO 3. Condiciones de luz, temperatura y humedad relativa durante el experimento.**

Etapa (dds²)	Lugar	Condiciones de luz (Lux)		Temperatura media (°C) <sup>y</sup>			Humedad relativa media (%)		
				Día	Noche	24 h	Día	Noche	24 h
1-28	Cámara	Oscuridad		17.3	17.1	17.2	94.8	94.1	94.4
29-80	Cámara	Luz artificial <sup>x</sup>	960	21.2	20.3	20.7	75.0	73.4	74.2
81-110	Invernadero	Malla sombra <sup>w</sup>	9,330	21.0	16.5	18.8	56.0	63.3	59.6
111-165	Invernadero		34,790	21.9	17.2	19.6	58.6	71.6	65.1

<sup>2</sup>dds: días después de la siembra.

<sup>y</sup> La temperatura y humedad relativa promedio del día se calcularon con base en las registradas a las 8, 10, 12, 14, 16 y 18 horas. Las correspondientes a la noche se calcularon con base en las registradas a las 20, 22, 24, 2, 4 y 6 horas.

<sup>x</sup> Luz artificial proporcionada con 6 lámparas de luz fluorescente de 22 W y 6 focos incandescentes de 100 W, alternados cada 50 cm en dos hileras. La iluminación se proporcionó durante 13 horas al día. La distancia entre lámparas y plántulas fue de 80 cm.

<sup>w</sup> Malla sombra al 60 %.



Las variables respuesta y los datos de los análisis físicos de los sustratos se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias por el método de Tukey a un nivel de significancia de 5 %. Se usó el paquete Statistical Analysis System de SAS Institute Inc.

Para la interpretación de la información del análisis químico del tejido vegetal se utilizó el Método Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) (Montané et al., 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de los sustratos

#### Propiedades físicas

El análisis de varianza para las variables correspondientes a las características físicas, muestra que son altamente significativas (Cuadro 4). El sustrato SG1 presenta la menor densidad aparente ( $d_a$ ) y los valores mayores de densidad real ( $d_r$ ), capacidad de contenedor ( $CC$ ), porosidad de aire ( $P_a$ ) y porosidad total ( $P_t$ ), estadísticamente diferentes a los otros sustratos, excepto en la  $CC$  que no es diferente a la de SG3. El sustrato SG2, presenta la mayor  $d_a$  y los valores menores de  $d_r$ ,  $CC$ ,  $P_a$  y  $P_t$ , aunque  $d_a$  y  $P_a$  no difieren con SG3. En cuanto a la granulometría, destaca que SG1 y SG2 sólo difieren en el

porcentaje de partículas grandes y estos dos a su vez difieren de SG3 y SG4, que no difieren entre sí y presentan los menores porcentajes de partículas grandes y medianas y el mayor porcentaje de partículas pequeñas. Considerando los intervalos óptimos (Cuadro 4), la  $d_a$  de los cuatro sustratos están dentro del óptimo; Solo SG3 y SG4 caen dentro del intervalo óptimo de  $d_r$ , SG1 queda por arriba y SG2 queda por abajo; los cuatro sustratos presentan una  $CC$  mayor que el óptimo y eso se refleja en una baja  $P_a$ , sobre todo en los sustratos que contienen PBC, por debajo de lo óptimo. Sólo SG2 se encuentra abajo de lo óptimo en  $P_t$ .

#### Propiedades químicas

El sustrato SG3 (PBC lavado), con respecto a SG4 (PBC sin lavar), presenta  $pH$  más alto, menor  $CE$  y  $CIC$ , así como contenidos menores de  $K$ ,  $Mg$ ,  $Na$  y  $Cl$  (Cuadro 5). La  $CE$  de SG1 y SG3 caen dentro del óptimo, en cambio SG2 y SG4 están fuera de lo ideal, con cifras que pueden causar reducción de crecimiento e incluso daño foliar. La  $CIC$ , en volumen, de SG1 y SG2 es mayor que en SG3 y SG4, en promedio 40 %.

El sustrato SG2 presenta el menor valor de  $SO_4$ , prácticamente una décima parte de los valores más altos presentados por SG3 y SG4. Los sustratos SG2 y SG4 presentan valores de  $K$  muy por arriba de lo óptimo, sobre todo SG4.

CUADRO 4. Características físicas de los sustratos.

Sustrato	Propiedad física					Tamaño de partículas (mm)		
	$d_a^z$	$d_r$	$CC$	$P_a$	$P_t$	>2.38	0.96 - 2.38	<0.96
	(g·cm <sup>-3</sup> )	(g·cm <sup>-3</sup> )	(%)	(%)	(%)		% en peso	
SG1 (Turba)	0.125 c <sup>v</sup>	3.361 a	83.6 a	12.6 a	96.3 a	2.5 b	27.6 a	69.8 b
SG2 (PBC+turba) <sup>y</sup>	0.154 a	0.877 c	75.7 c	6.7 c	82.4 c	5.5 a	23.9 a	70.6 b
SG3 (PBC lavado)	0.146 a	1.610 b	84.1 a	6.8 c	90.9 b	1.3 c	14.5 b	84.2 a
SG4 (PBC sin lavar)	0.137 b	1.538 b	82.1 b	9.0 b	91.1 b	1.7 c	15.7 b	82.6 a
DMS <sup>x</sup>	0.008	0.38	1.2	0.5	1.1	0.5	4.2	4.1
OPTIMO <sup>w</sup>	<0.4	1.45-2.65	55-70	10-30	> 85			

<sup>z</sup> $d_a$ : densidad aparente;  $d_r$ : densidad real;  $CC$ : capacidad de contenedor;  $P_a$ : porosidad de aire;  $P_t$ : porosidad total.

<sup>y</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

<sup>x</sup>DMS: Diferencia mínima significativa.

<sup>w</sup>Según Abad et al. (1992), citados por Ansorena (1994).

<sup>v</sup>Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con  $P \leq 0.05$ .

CUADRO 5. Algunas características químicas de los sustratos.

Sustratos	$pH$	$CE$	$CIC$ , meq en		$SO_4$	$K$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$Cl$
		(dS·m <sup>-1</sup> )	100 g	100 cm <sup>3</sup>			(mg·litro <sup>-1</sup> )			
SG1 (Turba)	6.6	1.81	67.17	8.40	35.55	93.13	48.10	117.27	34.03	83.31
SG2 (PBC+turba) <sup>z</sup>	5.5	3.77	64.12	9.86	5.22	334.29	84.17	94.79	240.94	631.01
SG3 (PBC lavado)	6.2	1.45	42.68	6.25	54.99	174.77	68.02	70.48	31.04	96.42
SG4 (PBC sin lavar)	5.7	5.18	50.43	6.91	55.70	876.58	68.14	101.47	98.63	709.00
OPTIMO <sup>y</sup>	5.2-6.3	0.75-3.49	>20	6-15		150-249	>200	>70		

<sup>z</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

<sup>y</sup>Según Abad et al. (1992), citados por Ansorena (1994).  $CIC$  en 100 cm<sup>3</sup> según Fonteno (1996).

Los cuatro sustratos muestran un contenido de **Ca** abajo del nivel óptimo, pero SG2 presenta el mayor valor. Estos resultados muestran que era necesario enmendarlos, en este caso con sulfato de calcio para no alterar el **pH**.

A 130 dds, los valores de **pH** fueron menores (Cuadro 6) pero el cambio fue menor en SG3 y SG4. La disminución del **pH** probablemente se debe al uso de agua destilada para riego y al fertilizante carente de **Ca** y **Mg**. Los suelos se van acidificando por la pérdida de **Ca** y **Mg** extraídos por las plantas y por la lixiviación (Ortíz, 1977).

La **CE** se incrementó en SG1 y SG3 y disminuyó en SG2 y SG4. El cambio parece tener relación con las características físicas. En SG1 y SG3, con mayor **CC** (Cuadro 4), se incrementó la **CE**, mientras que en SG2 y SG4 disminuyó. Se infiere que en los sustratos con menor **CC** drenó más agua y hubo más lixiviación, en particular SG2 con el mayor porcentaje de partículas grandes que registró a 130 dds el menor valor de **CE**, siendo que al inicio presentó un valor alto.

### Efecto del remojo de la semilla

Las variables que mostraron efecto del remojo de la semilla son las relacionadas con el tiempo a emergencia de las plántulas. La interacción sustrato x remojo fue estadísticamente significativa para **De**: Si se remoja la

semilla, en SG3 y SG4 la emergencia se da 1.5 y 2.3 días antes, respectivamente (Cuadro 7).

El tiempo que les llevó a las plántulas establecidas emerger (**Depest**) fue en promedio 33 días, con un coeficiente de variación (CV) de 12 %. Ese bajo CV indica que la emergencia de esas plántulas se concentró en unos pocos días alrededor de esa cifra, tal que las plántulas que logran establecerse emergen antes de los 37 dds. Lo anterior difiere con lo que dice Widmer (1992) en el sentido de que deben desecharse las plántulas que toman más de 45 días para germinar (emerger) pues no producen plantas de calidad. Tal intervalo de tiempo está determinado por el genotipo, pues mientras que las plántulas establecidas de G3 emergieron a los 40.4 días, las otras series emergieron en promedio a los 31.4 días. La interacción genotipo x remojo se manifiesta en que el remojo de las semillas de G3, G4 y G6 causó que disminuyera en 2.7, 1.0 y 1.1 días, respectivamente, el tiempo a la emergencia (**Depest**) (Cuadro 7).

### Efecto del sustrato

Para todas las variables el factor sustrato resultó ser altamente significativo, excepto para **Pe** y **Depest**. De las interacciones con otros factores, para **De** resultaron, altamente significativa sustrato x genotipo y significativa sustrato x remojo, ésta última ya revisada anteriormente.

**CUADRO 6.** Valores de pH y conductividad eléctrica de los sustratos, al inicio y 130 días después de la siembra.

Sustrato	pH			Conductividad eléctrica (dS·m <sup>-1</sup> )		
	Inicial	Cambio	130 dds	Inicial	Cambio	130 dds
SG1 (Turba)	6.6	-1.9	4.7	1.81	+1.07	2.88
SG2 (PBC+turba) <sup>2</sup>	5.5	-1.2	4.3	3.77	-2.06	1.71
SG3 (PBC lavado)	6.2	-0.5	5.7	1.45	+0.53	1.98
SG4 (PBC sin lavar)	5.7	-0.1	5.6	5.18	-2.37	2.81

<sup>2</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

**CUADRO 7.** Interacciones sustrato x remojo para días a emergencia y genotipo x remojo para días a emergencia de plántulas establecidas y comparación de medias.

Remojo	N	Días a emergencia en general ( <b>De</b> )						Días a emergencia de plántulas establecidas ( <b>Depest</b> )							
		Sustrato <sup>2</sup>						Genotipo <sup>3</sup>							
		SG1	SG2	SG3	SG4	Media	DMS	G1	G2	G3	G4	G5	G6	Media	DMS
Sin remojo	72	37.7	34.3	38.4	36.3	36.7 a <sup>w</sup>		31.4	30.8	42.3	33.1	30.3	31.7	33.2 a	
Con remojo	72	38.9	35.1	36.9	34.0	36.2 a		32.3	31.3	38.6	32.1	30.9	30.6	32.6 b	
Media		38.3	34.7	37.6	35.1		1.9	31.8	31.0	40.4	32.6	30.6	31.1		1.6
		a	b	a	b			bc	c	a	b	c	bc		
N		36	36	36	36			24	24	24	24	24	24		
DMS <sup>4</sup>						1.0								0.6	

<sup>2</sup>SG1: Turba; SG2: Polvo de bonote de coco (PBC)+Turba; SG3: PBC lavado; SG4: PBC sin lavar.

<sup>3</sup>G1: Lugano Supreme; G2: Lugano micro; G3: Lugano Gigante; G4: Pannevis®; G5: Latinia®; G6: Halios®.

<sup>4</sup>DMS: Diferencia mínima significativa.

<sup>w</sup>Valores con la misma letra dentro de un conjunto de medias son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con  $P \leq 0.05$ .

## Emergencia y establecimiento de plántulas

En los cuatro sustratos se obtienen similares **Pe**, pero el **Pest** es más bajo en SG1 y SG3 (Cuadro 8). En esos sustratos lleva más tiempo la emergencia (**De**) (Cuadro 7) y además al inicio del experimento su **pH** se encontraba un poco por arriba del considerado óptimo y presentan los mayores valores de **CC**, ambos por arriba de lo óptimo (Cuadro 4). Parece evidente que la mayor cantidad de agua en el sustrato no afectó el porcentaje de emergencia, y quizá tampoco el de la germinación, pero provocó que la emergencia llevara más tiempo (Figura 1a) y que el porcentaje de plántulas establecidas disminuyera en alrededor de 10 % (Figura 1b).

La media de **De** es 35, 32.7, 48.7, 36.4, 32.9 y 33, respectivamente para los genotipos G1, G2, G3, G4, G5 y G6. La interacción sustrato x genotipo en esa variable se manifiesta en que G1, G2, G3 y G4 presentan valores mayores en SG1 y SG3; el genotipo G5 en SG3 y SG4 y el genotipo G6 en los sustratos SG1 y SG4.

## Número de hojas y área foliar

Según Widmer (1992) a 119 dds la mayoría de los cultivares deben promediar alrededor de seis a siete hojas expandidas. Sin embargo, Lyons (1980), citado por Widmer (1992) reporta 3.3 y 3.7 hojas verdaderas expandidas a los 118 y 125 dds, respectivamente, para el híbrido F1 "Swan Lake". En este experimento, probablemente el número de hojas pueda considerarse bajo, y quizá se deba a que no se efectuó un trasplante a recipientes más grandes con mayor espaciado, como etapa previa al colocado en maceta (Widmer, 1992).

A 125 dds aún se hallaba presente la hoja cotiledonal y su aspecto era de una hoja sana, plenamente funcional. La media general de área foliar total por plántula alcanzó la cifra de 14 cm<sup>2</sup>, de la que correspondió una mitad a la lámina cotiledonal y la otra a las hojas verdaderas expandidas. El

**CUADRO 8. Emergencia y establecimiento de plántulas, con relación al sustrato.**

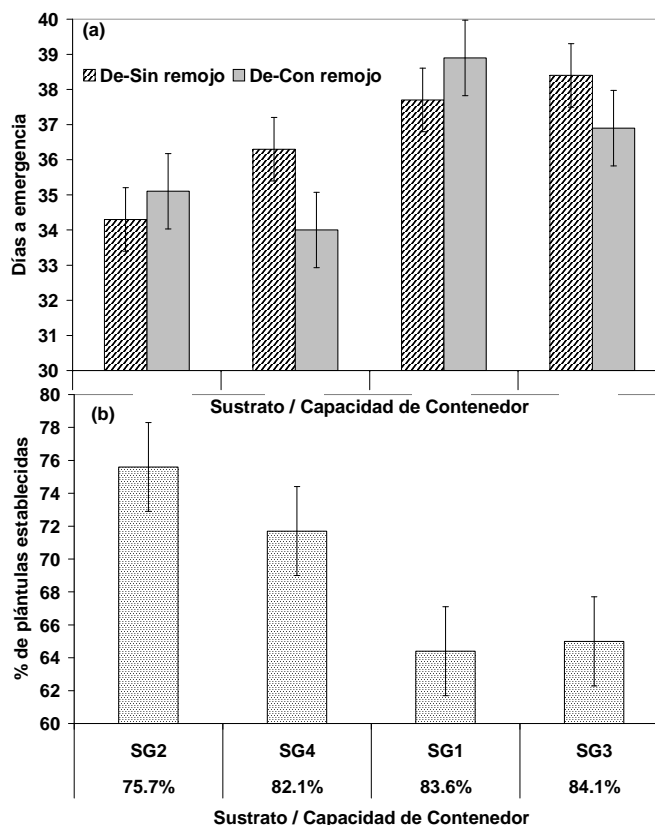
Sustrato	N	Pe <sup>a</sup> (%)	Pest (%)	Depest (días)
SG1 (Turba)	36	87.4 a <sup>w</sup>	64.4 b	32.3 a
SG2 (PBC+turba) <sup>y</sup>	36	83.3 a	75.6 a	32.8 a
SG3 (PBC lavado)	36	83.5 a	65.0 b	33.1 a
SG4 (PBC sin lavar)	36	81.7 a	71.7 ab	33.4 a
DMS <sup>x</sup>		6.4	8.8	1.1

<sup>a</sup>Pe: Porcentaje de emergencia; Pest: Porcentaje de plántulas establecidas; Depest: Días a emergencia de plántulas establecidas.

<sup>y</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

<sup>x</sup>DMS: Diferencia mínima significativa.

<sup>w</sup>Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con  $P \leq 0.05$ .



**FIGURA 1. Relación entre la Capacidad de Contenedor con a) los días a emergencia de las plántulas (De), con y sin remojo de semilla; y b) con el porcentaje de plántulas establecidas (Pest). SG2: Polvo de bonote de coco (PBC) + turba; SG4: PBC sin lavar; SG1: Turba; SG3: PBC lavado.**

mayor número de hojas y la mayor área foliar se produjeron en las plántulas del sustrato SG2, con cifras que difieren estadísticamente con los otros sustratos, que no difieren entre sí (Cuadro 9).

Las plántulas del sustrato SG2 produjeron en promedio 14 % más hojas expandidas y 39 % más área foliar total que las de los otros sustratos (Cuadro 9). El área foliar cotiledonal y de hojas verdaderas de las plántulas de SG2 fue en promedio 26 y 53 %, respectivamente, mayor que en las plántulas de los otros sustratos.

## Producción de materia seca

La media general de materia seca (**MS**) total (**MS\_Tot**) por plántula a los 125 dds fue de 95.3 mg, de los cuales 30% es **MS\_Sub** y 70 % **MS\_Aer**. De la **MS\_Sub**, 47 % corresponde a raíz y 53 % a tubérculo. De la **MS\_Aer**, la hoja cotiledonal integró 40.5 %, las hojas verdaderas expandidas 54.3% y las no expandidas 5.1 %.

En SG2 se produjo más **MS** y difiere estadísticamente de los otros sustratos (Cuadro 10). Las plántulas de SG2 produjeron 35% más **MS\_Tot** que el promedio de las

**CUADRO 9. Número de hojas y área foliar por plántula de ciclamen a los 118 y 125 días después de la siembra, respectivamente, con relación al sustrato.**

Sustrato	N	Ht <sup>e</sup> (hojas)	Htex (hojas)	Aft (cm <sup>2</sup> )	Afc (cm <sup>2</sup> )	Afhv (cm <sup>2</sup> )
SG1 (Turba)	36	3.97 b <sup>w</sup>	2.64 b	12.84 b	6.61 b	6.23 b
SG2 (PBC+turba) <sup>y</sup>	36	4.89 a	3.11 a	17.68 a	8.53 a	9.15 a
SG3 (PBC lavado)	36	4.18 b	2.82 b	13.42 b	7.03 b	6.39 b
SG4 (PBC sin lavar)	36	4.34 b	2.73 b	11.92 b	6.60 b	5.32 b
DMS <sup>x</sup>		0.37	0.27	2.36	0.94	1.74

<sup>e</sup>Ht: Número total de hojas, incluso la hoja cotiledonal; <sup>t</sup>Htex: Número total de hojas expandidas, incluso la hoja cotiledonal; <sup>f</sup>Aft: Área foliar total; <sup>f</sup>Afc: Área foliar cotiledonal; <sup>v</sup>Afhv: Área foliar de hojas verdaderas.

<sup>y</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

<sup>x</sup>DMS: Diferencia mínima significativa.

<sup>w</sup>Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una  $P \leq 0.05$ .

plántulas de SG1 y SG3, y 51 % más que el promedio de las de SG3 y SG4.

Otros autores también han obtenido mejor respuesta en sustratos que combinan PBC y turba. Noguera *et al.* (2000) usaron una mezcla turba:PBC 50:50 (v/v) y reportan 30 % más peso fresco de la parte aérea en *Calendula officinalis* y *Coleus blumei*, en comparación al sustrato basado únicamente en PBC.

### Contenido nutrimental en tejido vegetal

El contenido de **Cl** en el tejido vegetal fue 0.22, 0.46, 0.15 y 0.66 %, para las plántulas en los sustratos SG1, SG2, SG3 y SG4, respectivamente. El contenido correspondiente de **Na** fue 0.27, 0.52, 0.41 y 0.50 % respectivamente. La mayor concentración de esos elementos y de **K** (Cuadro 11), se registró en las plántulas de SG2 y SG4, sustratos que inicialmente presentaron alto contenido de ellos.

El **Mn** se presenta en la **MS** en concentraciones en promedio 360 % más altas en las plántulas de los sustratos SG3 y SG4. El intervalo de concentración adecuada de **Mn** en el tejido foliar de ciclamen, según Janice Chartrand del laboratorio J.R. Peters® de Allentown, Filadelfia, EE.UU. (Comunicación personal), es de 100 a 500 ppm, y se observa

que la concentración en las plántulas provenientes de SG3 y SG4 están dentro de ese intervalo, mientras que las de los otros sustratos están muy por abajo del mismo. El **Mn** es un nutrimento que acelera la germinación y el crecimiento de las plántulas (Loo y Tang, 1945), incluso se ha observado que incrementa la tasa relativa de crecimiento de plántulas bajo estrés salino (Pandya *et al.*, 2004), por lo que es posible que sea la causa de que en los sustratos SG3 y SG4 la emergencia de las plántulas (**De**) de semillas remojadas fuera más temprana (Cuadro 7 y Figura 1a).

A mayor índice de desbalance nutrimental (IDN) menor producción de **MS** (Cuadro 11). Los índices de desviación del óptimo porcentual (DOP) y el orden de requerimiento nutrimental indican que las deficiencias de **K** y **Fe** limitaron el crecimiento de las plántulas en SG1. Las plántulas en SG3 fueron afectadas por la deficiencia de **Ca** principalmente y en SG4 por las de **Ca** y **Fe**.

Destaca la gran magnitud positiva de los índices DOP para **Mn** en la **MS** de las plántulas de SG3 y SG4. La alta concentración de **Mn** y las deficiencias de **Ca** y **Fe** en la **MS** de plántulas de SG3 y SG4, muy probablemente son evidencia de una mayor cantidad de **Mn** disponible en el sustrato, que induce las deficiencias mencionadas (Marschner, 2002). Según Handreck (1993), el contenido de **Mn** en el PBC es 4 a 6 veces el de la turba, ello explicaría el mayor consumo de **Mn**, además de la disminución del **pH** que se dio en los sustratos, como anteriormente se discutió, sin dejar de considerar la posibilidad de que la pasteurización del PBC hubiera contribuido a una mayor disponibilidad de ese nutrimento (Jarvis, 1992).

### Efecto del genotipo

Se distinguen tres grupos de capacidad de emergencia (**Pe**) y establecimiento (**Pest**): las series G2, G5 y G6 con alta capacidad; G1 y G4 con mediana capacidad y G3 con baja capacidad. Tuvieron mayor proporción de fallas los genotipos G3 y G4 (Cuadro 12).

Por el número de hojas se distinguen tres grupos de

**CUADRO 10. Materia seca por plántula con relación al sustrato.**

Sustrato (mg)	N	MS_Sub <sup>z</sup> (mg)	MS_Aer (mg)	MS_Tot
SG1 (Turba)	20	29.2 b <sup>w</sup>	63.1 b	92.3 b
SG2 (PBC+turba) <sup>y</sup>	20	36.0 a	85.4 a	121.5 a
SG3 (PBC lavado)	20	25.8 bc	62.3 b	88.1 bc
SG4 (PBC sin lavar)	14	21.4 c	51.0 c	72.4 c
DMS <sup>x</sup>		6.5	10.5	16.0

<sup>z</sup>MS\_Sub: Materia seca subterránea; MS\_Aer: Materia seca aérea; MS\_Tot: Materia seca total.

<sup>y</sup>PBC: Polvo de bonote de coco.

<sup>x</sup>DMS: Diferencia mínima significativa.

<sup>w</sup>Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una  $P \leq 0.05$ .



**CUADRO 11. Índices de desviación del óptimo porcentual (DOP) e índices de desbalance nutricional (IDN), para la interpretación de los análisis químicos de tejido de plántulas de ciclamen cultivadas en cuatro sustratos.**

		Nutrimento							IDN <sup>z</sup>	MS <sup>y</sup> (mg)	Orden de requerimiento nutrimental
		N (%) 3.13	P (%) 0.47	K (%) 3.67	Ca (%) 0.62	Mg (%) 0.33	Fe (ppm) 299.19	Mn (ppm) 48.68			
Referencia <sup>x</sup>											
Sustrato											
SG1 <sup>w</sup>	Contenido	3.21	0.50	2.78	0.69	0.39	233.95	74.05		92.3	
	Índice DOP	2.6	6.4	-24.3	11.3	18.2	-21.8	52.1	136.6	-24.0	K>Fe
SG2	Contenido	3.13	0.47	3.67	0.62	0.33	299.19	48.68		121.5	
	Índice DOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SG3	Contenido	3.49	0.67	3.41	0.36	0.60	287.06	264.35		88.1	
	Índice DOP	11.5	42.6	-7.1	-41.9	81.8	-4.1	443.0	632.0	-27.5	Ca>K>Fe
SG4	Contenido	3.53	0.75	3.86	0.30	0.62	224.77	277.08		72.4	
	Índice DOP	12.8	59.6	5.2	-51.6	87.9	-24.9	469.2	711.1	-40.4	Ca>Fe

<sup>z</sup>IDN: Índice de desbalance nutricional, la suma de los valores absolutos de los índices DOP.

<sup>y</sup>MS: Materia seca por plántula.

<sup>x</sup>Los índices de desviación del óptimo porcentual (índice DOP) para cada uno de los nutrientes se calcularon tomando como valores de referencia los de las plántulas provenientes del sustrato SG2, ya que en ese sustrato las plántulas presentaron mayor número de hojas, área foliar y materia seca.

<sup>w</sup>Sustrato a base de turba de *Sphagnum* (SG1); Turba y polvo de bonote de coco (SG2); PBC lavado (SG3) y PBC sin lavar (SG4).

**CUADRO 12. Emergencia, establecimiento, número de hojas, área foliar y materia seca de plántulas de ciclamen, con relación al genotipo.**

Genotipo	N	Pe <sup>z</sup> (%)	Pest (%)	Ht (hojas)	N	Aft (cm <sup>2</sup> )	MS_Tot (mg)
G1 (Lugano Supreme)	24	80.8 b <sup>x</sup>	66.4 b	4.45 b	24	16.62 ab	106.2 b
G2 (Lugano micro)	24	90.4 a	78.5 a	4.14 b	24	11.83 cd	76.6 cd
G3 (Lugano gigante)	24	67.1 c	42.9 c	3.19 c	8	8.93 d	67.0 d
G4 (Pannevis®)	24	80.2 b	62.5 b	4.18 b	6	17.61 a	133.0 a
G5 (Halios®)	24	93.7 a	84.9 a	5.01 a	6	13.02 bc	101.4 bc
G6 (Latinia®)	24	91.7 a	79.7 a	5.11 a	6	17.94 a	120.0 ab
DMS <sup>y</sup>		8.7	12.0	0.50		3.86	26.1

<sup>z</sup>Pe: Porcentaje de emergencia; Pest: Porcentaje de plántulas establecidas; Ht: Número total de hojas por plántula, incluso la hoja cotiledonal; Aft: Área foliar total por plántula; MS\_Tot: Materia seca total por plántula.

<sup>y</sup>DMS = Diferencia mínima significativa.

<sup>x</sup>Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una  $P \leq 0.05$ .

genotipos: G5 y G6 con alrededor de 5; G1, G2 y G4 con alrededor de 4.25; y G3 con 3.2 hojas en total. Por el área foliar y la materia seca totales, se distinguen tres grupos: Plántulas grandes, G4 y G6; plántulas medianas, G1 y G5; y plántulas chicas, G2 y G3. Los dos últimos genotipos presentan la menor cantidad de área foliar y MS, pero por diferentes razones: G2 es una serie de las llamadas “mini”, por lo tanto su porte es pequeño, en cambio G3 es una serie “gigante” pero, por lo que se ha visto, más lenta en su crecimiento inicial.

## CONCLUSIONES

El remojo de la semilla durante 24 horas previas a la siembra no incrementa el porcentaje de emergencia de plántulas de ciclamen, pero sí causa que disminuya el tiempo de emergencia de las mismas en 1.5 y 2.3 días en promedio para los sustratos basados en polvo de bonote de

coco lavado y no-lavado, respectivamente, y acorta el tiempo a la emergencia de las plántulas de las series Lugano gigante, Pannevis® y Halios® en 3.7, 1.0 y 1.1 días, respectivamente.

Las plántulas que logran establecerse emergen antes de los 37 días después de la siembra.

El menor tiempo a la emergencia de las plántulas y el mayor porcentaje de establecimiento de las mismas se obtiene en sustratos con una capacidad de retención de humedad (capacidad de contenedor) de 75 y 82 %.

El polvo de bonote de coco tiene características físicas y químicas que permiten utilizarlo en la formulación de sustratos para producir plántulas de ciclamen con características similares o superiores a las obtenidas utilizando turba o sustratos comerciales que la contengan.

Hay diversidad en los genotipos de ciclamen en cuanto a la capacidad de emergencia y establecimiento de plántulas, así como en la velocidad de crecimiento y la producción de biomasa.

### LITERATURA CITADA

- ANDERSON, R. G.; WIDMER, R. E. 1975. Improving vigor expression of cyclamen seed germination with surface desinfestation and gibberellin treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(6): 597-601.
- ANSORENA M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 171 p.
- ASAMBLEA LEGISLATIVA DEL DISTRITO FEDERAL. 2000. Decreto de Programa general de ordenamiento ecológico del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal. Décima Época. 1 de agosto de 2000. No. 139.
- AYALA S., A. 1999. Evaluación del polvo de coco como sustrato para la germinación y desarrollo inicial de plántulas de seis especies ornamentales. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 68 p.
- BOODLEY, J.W. 1996. The Commercial Greenhouse. 2da. edición. Ed. Delmar Publishers. New York. 612 p.
- BOYAS D., J.C.; REYES C., R. 1997. Instructivo técnico para regular los aprovechamientos de tierra de monte y de hoja, en suelos forestales de la región central de México. Boletín técnico No. 119. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. D. F, México. 29 p.
- FLORES A., R.; LAGUNES T., A. 1998. La Horticultura Ornamental en México. Ed. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - Colegio de Postgraduados. Aguascalientes, Ags. México. 88 p.
- FONTENO, W.C. 1996. Growing media: Types and physical/chemical properties, pp. 93-122. *In: Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops: A Grower's Guide.* Reed, D.W. (ed.). Ed. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA.
- GREY-WILSON, C. 1997. Cyclamen. A Guide for Gardeners, Horticulturists and Botanists. Ed. B.T. Batsford Ltd. Londres. 192 p.
- HANDRECK, K.A. 1993. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24(3-4): 349-363.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIS, JR., F.T. 1990. Plant Propagation. Principles and Practices. 5ta. edición. Ed. Regents/Prentice Hall. New Jersey. 647 p.
- HUXLEY, A. (editor). 1992. The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening. Vol. 1. Ed. The Macmillan Press Limited, Londres. pp. 792.
- JARVIS, W.R. 1992. Managing Diseases in Greenhouse Crops. Ed. APS Press. Minnesota. pp. 89-100.
- KOSHIOKA, M.; MASAYUKI, A. 1998. World trends and requirements: Japan. Proceedings of the Third International Symposium on New Floricultural Crops, Perth, Western Australia, 1-4 Octubre 1996. *Acta Horticulturae* No. 454. pp. 19-28.
- LOO, T. L. ; Y. W. TANG. 1945. Growth stimulation by manganese sulphate, indole-3-acetic acid, and colchicine in the seed germination and early growth of several cultivate plants. *American Journal of Botany* 32(3): 106-114.
- MARSCHNER, H. 2002. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2da. Edición. Ed. Academic Press.
- MONTAÑÉS, L.; HERAS, L; SANZ, M. 1991. Desviación del óptimo porcentual (DOP): nuevo índice para la interpretación del análisis vegetal. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza)* 20(3-4): 93-107.
- NEVEUR, N.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. 1986. Some characteristics of *Cyclamen persicum* L. seed germination. *Journal of Horticultural Science* 61(3): 379-387.
- NOGUERA, P.; ABAD, M.; NOGUERA, V. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. *Acta Horticulturae* No. 517. pp. 279-286.
- ORTÍZ V., B. 1977. Fertilidad de Suelos. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 48
- PANDYA, D.H.; R.K. MER; P.K. PRAJITH; A.N. PANDEY. 2004. Effect of salt stress and manganese supply on growth of barley seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 27(8): 1361-1379.
- PETIT E., F. 2000. Cultivo en fibra de coco Parte I. *En: Manual de Cultivos sin Suelo.* M. Urrestarazu G. (Coord.). Ed. Universidad de Almería-Grupo Mundi-Prensa. Almería, España. pp. 517-536.
- SAGARPA. 2006. Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON). Versión 1.1. Información Agrícola y pecuaria de los años 1980 a 2005. Programa para computadora. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Centro de Estadística Agropecuaria. México.
- SEMARNAT. 2001. Anuario estadístico de la producción forestal 2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 154 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-003-RECNAT-1996. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx).
- STAMPS, R.H.; EVANS, M.R. 1997. Growth of *Dieffenbachia maculata* "camille" in growing media containing sphagnum peat or coconut coir dust. *HortScience* 32(5): 844-847.
- WIDMER, R.E. 1992. Cyclamen, pp. 385-407. *In: Introduction to Floriculture.* R.E. Larson (ed.). 2o. ed. Ed. Academic Press.
- WIDMER, R.E.; STUART, M.C.; LYONS, R.E. 1991. Seven month 4" cyclamen – Widmer plan. pp. 477-480. *In: Ball RedBook 15° edición.* V. Ball (ed). Ed. Geo. J. Ball Publishing. Chicago.