

EFFECTOS DE LA LUZ EN LA EMERGENCIA DE LA VINCA [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don] EN DIFERENTES SUSTRATOS ¹

Federico Ignacio Guerrero López²
Hugo Nicasio Rodríguez Espínola³

ABSTRACT

Inside the group of the ornamental plants, it is present the vinca [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]. In they were identified it ninety medicinal alkaloids, 2 with anticancerigen effects. With the objective of studying the influence of the light induction in the vinca seed and the substrates washed sand, Plantmax-H and scum of coal + I am accustomed to in the emergency of vinca seedlings, it was implanted, in may of 2004, a factorial experiment 5x3 in randomized blocks with four repetitions. The factors in study interaccionan among if; being obtained bigger emergency percentage with 4 hours light and Plantmax-H like substrate. The light induction had a puntual effect in the emergency of vinca seedlings, being observed alternation in the emergency percentage with the increase of the light induction on the seeds: an increase exists then up to 4 hours light light it falls with 6 hours it stops later on to increase again with 8 hours light.

Key words: Vinca, *Catharanthus roseus* L, substrate; luminic induction; seed; emergency

RESUMEN

Dentro del grupo de las plantas ornamentales, está presente la vinca [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don] en la que fueron identificadas noventa alcaloides medicinales, 2 son anticancerígenos. Con el objetivo de estudiar la influencia de la inducción lumínica en semillas de vinca y los sustratos arena lavada, Plantmax-H y escoria de carbón + suelo en la emergencia de plántulas de vinca, fue implantado, en mayo de 2004, un experimento factorial 5x3 en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los factores en estudio interaccionan entre sí; obteniéndose mayor porcentaje de emergencia con 4 horas luz y Plantmax-H como sustrato. La inducción lumínica tuvo un efecto puntual en la emergencia de plántulas de vinca, observándose alternancia en el porcentaje de emergencia con el aumento de la inducción lumínica sobre las semillas: existe un aumento hasta 4 horas luz luego decrece con 6 horas luz para posteriormente aumentar de nuevo con 8 horas luz.

Palabras clave: Vinca, *Catharanthus roseus* L, sustrato; inducción lumínica. semillas, emergencia

¹ Tesis de grado presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro, de la Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

² Alumno del Décimo semestre de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro de la Universidad Nacional de Asunción.

³ Ingeniero Agrónomo M. Sc. Profesor de la Carrera Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro de la Universidad Nacional de Asunción.

INTRODUCCIÓN

La explotación de plantas ornamentales en el Paraguay tiene perspectivas favorables debido a una mayor demanda de este rubro en los últimos tiempos: este factor hace que la producción se incentive para satisfacer la demanda del mercado. Además varias de estas plantas tienen otro beneficio a parte de su condición estética que es la de sus propiedades medicinales.

Dentro del grupo de las plantas ornamentales se encuentra la vinca [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.] que pertenece a la familia Apocynaceae, orden Gentianales, sub-clase Sympetalae, clase Dicotyledoneae, sub-división Angiospermae, división Fanerógamas (Marzocca, 1985; Joly, 1998, Lorenzi & Moreira de Souza, 1999) la cual es una especie muy apreciada por presentar flores de coloraciones diversas, alta rusticidad y floración continua. En otros países, la vinca es utilizada en la industria farmacéutica para la extracción de los más de noventa alcaloides presentes en ella, siendo la vincristina y la vinblastina dos de las más importantes por sus aplicaciones anticancerígenas (Lewis, 1982).

Las condiciones ambientales que se presentan en el municipio de San Pedro de Ycuamandyyú son ideales para encarar la producción comercial de este cultivo.

La producción de mudas de la vinca es una de las etapas más importantes por que de ello depende el posterior desarrollo de la planta y principalmente una aceleración en el ciclo del cultivo para su más rápida comercialización.

La multiplicación de la planta se realiza generalmente por semillas, las cuales germinan aproximadamente 10 días luego de la siembra, necesitándose 400 g de semilla para obtener plantas necesarias para cubrir una hectárea con un espaciamiento de 0,30 m x 0,90 m, lográndose una densidad de 37.000 plantas por hectárea

En los viveros ornamentales la siembra de la vinca se realiza en almácigo, con un promedio muy bajo de emergencia de plántulas. Esta deficiencia se puede superar mediante técnicas sencillas como la inducción lumínica y el tipo de sustrato utilizado.

La inducción lumínica favorece la emergencia ya que induce la activación de los fitocromos interrumpiendo la latencia de la semilla (Barceló Coll et al., 1992). El tipo de sustrato tiene influencia por las variaciones que presenta en cuanto a retención de agua y temperatura, factores determinantes para la germinación y emergencia de las plántulas.

En tal sentido en este trabajo fue estudiada la influencia de la inducción lumínica sobre semillas de vinca sembradas en diferentes sustratos, de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la inducción lumínica sobre el porcentaje de emergencia de plántulas de vinca.
- Evaluar la influencia del tipo de sustrato sobre la emergencia de plántulas de vinca.

MATERIALES Y METODOS

Localización, período experimental y características climáticas del lugar

El experimento fue implantado en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro (FCA-SP), distrito de San Pedro de Ycuamandyyú, Departamento de San Pedro, Paraguay (latitud: 24° 04' S, longitud 57° 05' W, y altura: 90 m s.n.m.).

Material vegetal

En el experimento se utilizó semillas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.), cosechadas en la Sección de Jardinería de la FCA-SP, 15 días antes de la implantación del experimento y mantenidas en refrigeradora a una temperatura de 8-10 °C.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos consistieron en la combinación de dos variables: inducción lumínica y sustrato, en un sistema factorial 5x3, distribuido en un diseño experimental de bloques al azar, totalizando 15 tratamientos con 4 repeticiones.

Los factores utilizados, junto con los niveles de cada uno, se presentan en la Tabla 1 y la descripción de los tratamientos, en la Tabla 2.

Tabla 1. Factores y niveles de cada factor utilizados en el experimento. San Pedro Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Concepto	Descripción	Símbolo
Factor 1	Inducción lumínica	0 Horas Luz	L ₁
		2 Horas Luz	L ₂
		4 Horas Luz	L ₃
		6 Horas Luz	L ₄
		8 Horas Luz	L ₅
Factor 2	Tipo de sustrato	Arena lavada	S ₁
		Plantmax-H	S ₂
		EC + Suelo (*)	S ₃
(*) Escoria de Carbón + Suelo (1:3)			

La unidad experimental consistió en un conjunto de 30 vasos de polietileno de 4 cm de diámetro interno y 5 cm de altura, con un orificio central en el fondo, conteniendo 1 semilla cada vaso.

Tabla 2. Descripción de las combinaciones utilizadas como tratamientos en el experimento. San Pedro Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Tratamientos	Combinación	Descripción
T1	L ₁ S ₁	0 Horas Luz + Arena lavada
T2	L ₁ S ₂	0 Horas Luz + Plantmax-H
T3	L ₁ S ₃	0 Horas Luz + EC+Suelo (*)
T4	L ₂ S ₁	2 Horas Luz + Arena lavada
T5	L ₂ S ₂	2 Horas Luz + Plantmax-H
T6	L ₂ S ₃	2 Horas Luz + EC+Suelo (*)
T7	L ₃ S ₁	4 Horas Luz + Arena lavada
T8	L ₃ S ₂	4 Horas Luz + Plantmax-H
T9	L ₃ S ₃	4 Horas Luz + EC+Suelo (*)
T10	L ₄ S ₁	6 Horas Luz + Arena lavada
T11	L ₄ S ₂	6 Horas Luz + Plantmax-H
T12	L ₄ S ₃	6 Horas Luz + EC+Suelo (*)
T13	L ₅ S ₁	8 Horas Luz + Arena lavada
T14	L ₅ S ₂	8 Horas Luz + Plantmax-H
T15	L ₅ S ₃	8 Horas Luz + EC+Suelo (*)

* Escoria de Carbón + Suelo (1:3)

Implantación del experimento

Los grupos de semillas fueron colocados en placas de Petri con H₂O o semillas secas y sometidos a inducción lumínica de acuerdo al número de horas luz indicados en la Tabla 1: Factor 1, mediante una lámpara fluorescente de 40 W ubicada a 1 m de altura (Sosa, 2003). Una vez completado el tiempo señalado, las placas fueron llevadas al refrigerador hasta el momento de la siembra, la cual se efectuó inmediatamente después de completarse la inducción correspondiente a L₅: 8 horas luz.

La siembra se efectuó en los vasos correspondientes a la combinación detallada en la Tabla 2, a una profundidad de 0,2 cm, aproximadamente. Una vez sembradas todas las semillas se procedió al riego, mediante pulverizaciones con agua destilada, hasta observarse drenaje en los vasos. El riego fue repetido diariamente según la necesidad para todos los tratamientos.

Los vasos fueron cubiertos con polietileno negro de baja densidad de tal forma que no tengan incidencia de la luz sobre los sustratos según lo recomendado por Sosa (2003).

La arena lavada fue tamizada y secada al sol por espacio de 8 horas y con la misma fueron cargados los vasos hasta completar su volumen.

La escoria de carbón fue tamizada de manera a obtener un diámetro menor a 5 mm y mayor a 2 mm, para luego ser mezclada con suelo en una proporción volumétrica

1:3, procediéndose al cargado de los vasos de la misma forma descrita para la arena lavada.

El sustrato Plantmax-H fue utilizado tal y como fue proveído por el fabricante, empleándose el mismo volumen indicado precedentemente.

En relación a las condiciones ambientales, las mismas no fueron modificadas, realizándose un monitoreo para caracterizar el ambiente en cuanto temperatura y humedad relativa del aire. La temperatura media del aire osciló entre 17,83 y 21,88 °C y la humedad relativa media se mantuvo entre 84,39 y 94,49 %; las mediciones de los parámetros meteorológicos se realizaron tres veces al día (08:00, 14:00 y 20:00) mediante un psicrómetro ventilado instalado a 1,50 m del piso; los valores medios fueron calculados mediante el método de las cuatro lecturas descrito por Heldwein (1998):

$$T_{\text{media}}: [T_{8:00} + T_{14:00} + (2 \cdot T_{20:00})]/4 \quad (1)$$

$$H^{\circ}R^{\circ} \text{ media}: [H^{\circ}R^{\circ}_{8:00} + H^{\circ}R^{\circ}_{14:00} + (2 \cdot H^{\circ}R^{\circ}_{20:00})]/4 \quad (2)$$

donde: T media: Temperatura media

T_{8:00}; T_{14:00} y T_{20:00}: Temperatura bulbo seco a las 08:00, 14:00 y 20:00.

H^oR^o media: Humedad relativa media.

H^oR^o_{8:00}; H^oR^o_{14:00} y H^oR^o_{20:00}: Humedad relativa a las 08:00, 14:00 y 20:00.

Análisis de los datos

Para evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos se contabilizó el número de plántulas emergidas por cada unidad experimental a los 7, 9, 11, 13 y 15 días después de la siembra (DDS), determinándose el porcentaje de plántulas emergidas mediante:

$$\% \text{ Plántula emergidas} = (\text{Número de plántulas} \cdot 100)/30 \quad (1)$$

Se consideró plántula emergida cuando se observó la aparición de la plántula sobre la superficie del sustrato según lo señalado por Carambula (s/f).

Los datos obtenidos para cada uno de los días indicados fueron sometidos al análisis de varianza mediante el Test F al 1 % y las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 1 % de probabilidad. Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias de la Universidad Estadual de São Paulo (Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la descripción de los resultados y en la discusión, los términos inducción lumínica y horas luz fueron considerados como sinónimos.

Porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 7 DDS.

La Tabla 3 contiene el porcentaje de emergencia de plántulas de vinca por efecto de los factores por separado a los 7 DDS y la Tabla 4, las medias por efecto de la interacción. En ambas tablas también se presentan los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %). El Test de F al 1 % no detectó diferencia significativa en la inducción lumínica, pero sí en el factor sustrato y en la interacción

Tabla 3. Medias del porcentaje de emergencia de semillas de *Catharanthus roseus* a los 7 DDS sometidas a diferentes tiempos de inducción térmica y tipos de sustratos por efecto de los factores en estudio por separado. San Pedro de Ycuamandiyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción		Emergencia (%)	TT (*)	
	Concepto	Unidad			
Inducción lumínica	4	h	21		A
	2	h	19		A
	8	h	17		A
	6	h	17		A
	0	h	13		A
Sustrato	Plantmax H		27	a	
	Escoria de carbon + suelo		18		b
	Arena lavada		7		c
DMS Tukey para inducción:		8,76	Coeficiente de variación:	24,19 %	
DMS Tukey para sustrato:		5,78			

(*) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para la inducción lumínica y minúscula para sustrato, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

Tabla 4. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 7 DDS por efecto de la interacción de los factores en estudio. San Pedro de Ycuamandiyú, Paraguay, 2004.

Inducción lumínica (hs)	Sustrato												DMS F (***)	
	S ₁ (*)			TT (**)			S ₂ (*)			S ₃ (*)				
0	14	a	A	**		17	a	BC		8	a	C	12,92	
2	5	b	A			36	a	A		14	b	BC	12,92	
4	5	b	A			30	a	AB		28	a	AB	12,92	
6	5	b	A			10	b	C		35	a	A	12,92	
8	5	b	A			41	a	A		7	b	C	12,92	
DMS C (***)		15,17			15,17			15,17						
Coeficiente de variación: 24,19 %														

(*) S₁: Arena lavada; S₂: Plantmax - H; S₃: Escoria de carbón + suelo

(**) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula, y en las filas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

(***) DMS: Diferencia media significativa de Tukey (1%) F: Fila C: Columna

Al analizarse los factores en forma independiente (Tabla 4), no se observó efecto de la inducción lumínica en el porcentaje de emergencia a los 7 DDS aunque las semillas que permanecieron iluminadas durante 4 horas presentaron mayor porcentaje de emergencia (21 %), no siendo suficiente para marcar diferencia significativa con los demás tratamientos. En el factor sustrato, las semillas que fueron sembradas en Plantmax H, fueron las que presentaron mayor porcentaje de emergencia a los 7 DDS (27 %), siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Las que se sembraron en Escoria de carbón + suelo se ubicaron en segundo lugar (18 %) y las sembradas en arena lavada solo tuvieron 6,74 % de emergencia.

Cuando se consideró el efecto de la interacción a los 7 DDS (Tabla 5), la inducción lumínica tuvo efecto diferenciado en los tres sustratos evaluados: en el sustrato S₁ (arena lavada), las horas luz no influyeron en la emergencia de las plántulas, mientras que para S₂ (Plantmax H) los mayores valores se obtuvieron con 8, 2 y 4 horas luz (41 y 36 %, respectivamente), siendo diferentes estadísticamente a los demás tratamientos y para S₃ (escoria de carbón + suelo), las semillas que recibieron 6 horas luz fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (35 %), observándose diferencia significativa con los otras horas luz. En relación a los sustratos, las semillas sembradas en S₂ (Plantmax H) dieron lugar a la mayor emergencia de plántulas para todas las horas luz, salvo para 6 horas, en donde fue superado por S₃ (escoria de carbón + suelo: 35 %), aunque no se observó diferencia significativa en 0 horas luz (entre todos los sustratos) ni en 4 horas luz (entre S₂ y S₃).

Porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus*

En la Tabla 5 están representados los porcentajes de emergencias de plántulas de vinca a los 9 DDS por efecto de los factores por separado y en la Tabla 6, las medias por efecto de la interacción. En ambas tablas también se presentan los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %). El Test de F al 1 % detectó diferencia significativa para la inducción lumínica, el factor sustrato y la interacción.

Al analizarse los factores en forma independiente (Tabla 6), los 9 DDS, las semillas que recibieron 4 horas de luz presentaron mejor emergencia (41,10 %) marcando diferencia significativa con relación a los restantes tratamientos. En el factor sustrato, se observó comportamiento similar al de los 7 DDS: las semillas de vinca sembradas en Plantmax H, fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (48,66 %), seguidas de las sembradas en Escoria de carbón + suelo (26,05 %) y en arena lavada (17,66 %).

Tabla 5. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 9 DDS por efecto de los factores en estudio por separado. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción		Emergencia (%)	TT (*)	
	Concepto	Unidad			
Inducción lumínica	4	Hs	41,10		A
	8	Hs	29,33		B
	2	Hs	28,88		B
	6	Hs	28,70		B
	0	Hs	25,92		B
Sustrato	Plantmax H		48,66	a	
	Escoria de carbon + suelo		26,05		b
	Arena lavada		17,66		c
DMS Tukey para inducción lumínica:		8,54	Coeficiente de variación:	15,07 %	
DMS Tukey para sustrato:		5,63			

(*) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para la inducción lumínica y minúscula para sustrato, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

Tabla 6. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 9 DDS por efecto de la interacción de los factores en estudio. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Inducción lumínica (hs)	Sustrato							
	S ₁ (*)	TT (**)	S ₂ (*)	TT (**)	S ₃ (*)	TT (**)	DMS F (***)	
0	28,88	a A	35,55	a C	13,33	b C	12,60	
2	14,44	b AB	51,11	a B	21,11	b BC	12,60	
4	22,22	b AB	67,77	a A	33,33	b AB	12,60	
6	11,11	c B	29,99	b C	44,99	a A	12,60	
8	11,66	b B	58,88	a AB	17,49	b C	12,60	
DMS C (***)		14,79			14,79			
Coeficiente de variación: 15,07 %								

(*) S₁: Arena lavada; S₂: Plantmax - H; S₃: Escoria de carbón + suelo
 (**) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula, y en las filas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.
 (***) DMS: Diferencia media significativa de Tukey (1%)
 F: Fila C: Columna

Al analizarse los factores en forma independiente (Tabla 6), los 9 DDS, las semillas que recibieron 4 horas de luz presentaron mejor emergencia (41,10 %) marcando diferencia significativa con relación a los restantes tratamientos. En el factor sustrato, se observó comportamiento similar al de los 7 DDS: las semillas de vinca sembradas en Plantmax H, fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (48,66 %), seguidas de las sembradas en Escoria de carbón + suelo (26,05 %) y en arena lavada (17,66 %).

Cuando se consideró el efecto de la interacción a los 9 DDS (Tabla 7), la inducción lumínica tuvo efectos diferentes en los tres sustratos: en el sustrato S₁ (Arena lavada), las que recibieron 0 horas luz (28,88 %), fueron la que superaron estadísticamente a los demás tratamien-

tos, mientras que para S₂ (Plantmax H) el mayor valor se obtuvo con 4 horas luz (67,77 %) y para S₃ (escoria de carbón + suelo), las semillas que recibieron 6 horas luz fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (44,99 %). En relación a los sustratos, se observó el siguiente comportamiento: las semillas sembradas en S₂ (Plantmax H) dieron lugar a la mayor emergencia de plántulas para todas las horas luz, salvo para 6 horas, en donde fue superado por S₃ (escoria de carbón + suelo: 44,99 %). En 0 horas luz, S₂ superó a S₁ numéricamente pero sin observarse diferencia significativa entre ambos sustratos.

Porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus*
 Los porcentajes de emergencia de las plántulas de vinca por efecto de los factores por separado a los 11 DDS son presentados en la Tabla 7 y en la Tabla 8, las medias por efecto de la interacción. Junto con las medias, también se pueden observar los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %). El Test de F al 1 % detectó efecto de los factores en forma separada y de la interacción de los mismos.

Tabla 7. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 11 DDS por efecto de los factores en estudio por separado. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción		Emergencia (%)	TT (*)	
	Concepto	Unidad			
Inducción lumínica	4	Hs	56,79		A
	8	Hs	52,55		A
	0	Hs	40,73		B
	2	Hs	40,18		B
	6	Hs	36,02		B
Sustrato	Plantmax H		60,99	a	
	Escoria de carbon + suelo		37,83		b
	Arena lavada		36,94		b
DMS Tukey para inducción lumínica:		9,01	Coeficiente de variación:	11,23 %	
DMS Tukey para sustrato:		5,94			

(*) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para la inducción lumínica y minúscula para sustrato, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

Tabla 8. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 11 DDS por efecto de la interacción de los factores en estudio.

Inducción lumínica (hs)	Sustrato							
	S ₁ (*)	TT (**)	S ₂ (*)	TT (**)	S ₃ (*)	TT (**)	DMS F (***)	
0	54,44	a A	47,77	a B	19,99	b B	13,29	
2	24,44	c B	54,99	a B	41,11	b A	13,29	
4	44,83	b A	79,99	a A	45,55	b A	13,29	
6	17,77	b B	44,44	a B	45,85	a A	13,29	
8	43,22	b A	77,77	a A	36,66	b A	13,29	
DMS C (***)		15,60			15,60			
Coeficiente de variación: 11,23 %								

(*) S₁: Arena lavada; S₂: Plantmax - H; S₃: Escoria de carbón + suelo
 (**) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula, y en las filas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.
 (***) DMS: Diferencia media significativa de Tukey (1%), F: Fila; C: Columna

A los 11 DDS, el análisis de los efectos de los factores por separado (Tabla 8), verificó que las semillas sometidas a 4 y 8 horas luz (56,79 % y 52,55 %, respectivamente), fueron las que presentaron una diferencia significativa sobre los demás tratamientos. En el análisis del factor sustrato se demostró que Plantmax H, con 60,99 % de emergencia fue el que presentó mayor porcentaje de emergencia a los 11 DDS, siendo estadísticamente superior a los demás sustratos. Mientras que las semillas sembradas en Escoria de carbón + suelo y arena lavada dieron un porcentaje de emergencia de plántulas de 37,83 y 36,94 %, respectivamente.

Al considerarse el efecto de la interacción a los 11 DDS (Tabla 9), se observó que la inducción lumínica tuvo efecto diferenciado en los tres sustratos evaluados: en el sustrato S_1 (arena lavada), las semillas de vinca que recibieron 0, 4 y 8 horas luz, con un promedio de 47,70 % de emergencia, obtuvieron un mayor porcentaje de emergencia siendo estadísticamente superiores a 2 y 6 horas luz; para S_2 (Plantmax H) los mayores valores se obtuvieron con 4 y 8 horas luz (79,99 y 77,77 %, respectivamente), con diferencias significativas sobre los demás tratamientos y para S_3 (escoria de carbón + suelo), las semillas que recibieron 6, 4, 2 y 8 horas luz alcanzaron un promedio de 42,29 %, obteniendo el mayor porcentaje de emergencia de plántulas de vinca en relación a aquellas que no fueron iluminadas. En relación a los sustratos, las semillas sembradas en S_2 (Plantmax-H) dieron lugar a la mayor emergencia de plántulas para todas las horas luz, salvo para 6 horas, en donde S_3 (escoria de carbón + suelo: 45,85 %) fue superior significativamente. En tanto que en 0 horas luz S_1 (Arena lavada) y S_2 (Plantmax-H) alcanzaron valor similares entre sí.

Porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus*.

El porcentaje de emergencia de plántulas de vinca los 13 DDS, por efecto de los factores por separado están presentados en la Tabla 9, mientras que en la Tabla 10, las medias por efecto de la interacción. En ambas tablas se presentan además, los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %). El Test de F al 1 % detectó diferencia significativa en todas las situaciones (factores por separado e interacción)

Al analizarse los factores en forma independiente (Tabla 10), se observó que a los 13 DDS, las semillas que recibieron 4 y 8 horas luz inducción (65,92 % y 62,95 % de emergencia respectivamente), fueron estadísticamente superiores a los otros tratamientos. En el factor sustrato a los 13 DDS, el que marcó una diferencia significativa fue el sustrato Plantmax-H: las semillas de vincas sembradas en este sustrato tuvieron 68,27 % de emergencia de plántulas, siendo superior a las sembradas en Arena lavada y Escoria de carbón + suelo (44,99 % y 43,55 %, respectivamente).

Tabla 9. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 13 DDS por efecto de los factores en estudio por separado. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción		Emergencia (%)	TT (*)	
	Concepto	Unidad			
Inducción lumínica	4	Hs	65,92		A
	8	Hs	62,95		A
	0	Hs	46,17		B
	2	Hs	44,71		B
	6	Hs	41,47		B
Sustrato	Plantmax-H		68,27	a	
	Arena lavada		44,92		b
	Escoria de carbon + suelo		43,55		b
DMS Tukey para inducción lumínica:		7,99	Coeficiente de variación:	9,09 %	
DMS Tukey para sustrato:		5,27			

(*) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para la inducción lumínica y minúscula para sustrato, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

Tabla 10. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 13 DDS por efecto de la interacción de los factores en estudio. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Inducción lumínica (hs)	Sustrato						DMS F (***)
	S_1 (*)	TT (**)	S_2 (*)	TT (**)	S_3 (*)	TT (**)	
0	55,18	a A	59,99	a B	23,33	b C	11,79
2	34,99	b B	62,49	a B	56,66	b BC	11,79
4	56,66	b A	84,44	a A	56,66	b A	11,79
6	23,33	b B	51,10	a B	49,99	a AB	11,79
8	54,44	b A	83,32	a A	51,10	a A	11,79
DMS C (***)	13,84		13,84		13,84		

(*) S_1 : Arena lavada; S_2 : Plantmax-H; S_3 : Escoria de carbón + suelo
 (**) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula, y en las filas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

(***) DMS: Diferencia media significativa de Tukey (1%)

F: Fila C: Columna

Cuando se consideró el efecto de la interacción a los 13 DDS (Tabla 10), la inducción lumínica tuvo efecto diferenciado en los tres sustratos evaluados: en el sustrato S_1 (Arena lavada), las que recibieron 0 horas luz (55,18 %), fueron diferentes estadísticamente las sometidas a otras horas luz, mientras que en el S_2 (Plantmax H) las semillas de vinca que recibieron 4 y 8 horas luz (84,44 y 83,32 % respectivamente) marcaron una diferencia significativa sobre los demás tratamientos y para S_3 (escoria de carbón + suelo), las semillas que recibieron 8 horas luz fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (51,10 %), observándose diferencia significativa con los otras horas luz. En relación a los sustratos, las semillas sembradas en S_2 (Plantmax H) dieron lugar a la mayor emergencia de plántulas para todas las horas luz sin embargo no se observó diferencia significativa en 0 horas luz entre S_1 y S_2 .

Porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 15 DDS.

En la Tabla 11 se muestran los porcentajes de emergencia de plántulas de vinca por efecto de los factores por separado a los 15 DDS y la Tabla 12, las medias por efecto de la interacción. En ambas tablas también se presentan los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %). El Test de F al 1 % reveló diferencia significativa en la inducción lumínica, y en factor sustrato como también en la interacción de los factores.

Tabla 11. Medias del porcentaje de emergencia de *Catharanthus roseus* a los 15 DDS por efecto de los factores en estudio por separado. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción		Emergencia (%)	TT (*)
	Concepto	Unidad		
Inducción lumínica	4	h	71	A
	8	h	71	A
	0	h	53	B
	2	h	49	B C
	6	h	45	C
Sustrato	Plantmax-H		75,19	a
	Arena lavada		50,94	b
	Escoria de carbon + suelo		47,99	b
DMS Tukey para inducción lumínica:		7,75	Coeficiente de variación: 8,45 %	
DMS Tukey para sustrato:		5,11		

(*) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para la inducción lumínica y minúscula para sustrato, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 1 %.

Al examinarse los factores en forma separada (Tabla 12) se observó diferencias en el efecto de la inducción lumínica en el porcentaje de emergencia a los 15 DDS: las semillas sometidas a 4 y 8 horas (71,47 y 71,10 % respectivamente), fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos. En relación al sustrato, Plantmax-H, con 75,19% de emergencia a los 15 DDS, marcó diferencia estadística, con relación a las semillas sembradas en Arena lavada y Escoria de carbón + suelo que obtuvieron valores de 50,94 y 47,99 % de emergencia plántulas, respectivamente.

Cuando se consideró el efecto de la interacción a los 15 DDS, la inducción lumínica tuvo efecto diferenciado en los tres sustratos evaluados: en el sustrato S₁ (Arena lavada), las plántulas que recibieron 8, 4, y 0 horas luz con un promedio de 63,79 % de emergencia, fueron similares entre sí, superando significativamente a los demás tratamientos, mientras que en S₂ (Plantmax-H), las semillas de vinca que recibieron 4 y 8 horas luz (87,77 y 87,77 % respectivamente) fueron las que lograron una diferencia estadística sobre las demás horas luz y para S₃ (escoria de carbón + suelo), las semillas iluminadas durante 8 horas fueron las que presentaron mayor emergencia de plántulas (56,66 %), observándose diferencia significativa con relación a los demás tratamientos. En relación a los sustratos, las semillas de vinca sembradas en S₂ (Plantmax H) dieron lugar a la mayor emergen-

cia de plántulas para todas las horas luz. Entre tanto no se detectó diferencia significativa en 6 horas luz entre S₂ y S₃.

Tabla 12. Medias del porcentaje de emergencia semillas de *Catharanthus roseus* a los 15 DDS sometidas a efecto de la interacción de los factores en estudio. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Inducción lumínica (hs)	Sustrato									DMS F (***)
	S ₁ (*)	TT (**)	S ₂ (*)		S ₃ (*)					
0	59,16	b A **	74,44	a AB	26,66	c C				11,43
2	36,66	b B	71,10	a B	39,99	b BC				11,43
4	63,33	b A	87,77	a A	63,33	b A				11,43
6	26,66	b B	54,44	a C	53,33	a AB				11,43
8	68,88	b A	87,77	a A	56,66	c A				11,43
DMS C (***)	13,42		13,42		13,42					
Coeficiente de variación: 24,19 %										

(*) S₁: Arena lavada; S₂: Plantmax-H; S₃: Escoria de carbón + suelo
 (***) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula, y en las filas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre si en el nivel de significancia del 1 %.

(***) DMS: Diferencia media significativa de Tukey (1%)

F: Fila C: Columna

Discusiones

Los resultados logrados indican que los factores en estudio tienen efecto tanto en forma individual como combinada sobre el porcentaje de emergencia de plántulas de vinca.

Las semillas de vinca sometidas a 4 horas luz tuvieron mayor porcentaje de emergencia para todas las fechas de evaluación (considerando que a los 7 DDS no presentó diferencia significativa con las demás horas luz y que de 15 DDS ocurrió lo mismo con respecto a las semillas sometidas a 8 horas de inducción lumínica).

Al analizarse los datos de la tabla, se observó una alterancia en el porcentaje de emergencia con el aumento de la inducción lumínica sobre las semillas, existe un aumento hasta 4 horas luz luego decrece con 6 horas luz para posteriormente aumentar de nuevo con 8 horas luz.

Estos resultados indican que existe efecto puntual de la inducción lumínica sobre el porcentaje de emergencia de la vinca; la iluminación directa de las semillas por periodos de 4 y 8 horas luz induce aumento en el porcentaje de emergencia pero no fue observada relación lineal ni cuadrática entre el número de horas luz aplicados y el porcentaje de emergencia de plántulas.

La variación en el porcentaje de emergencia logrado con ciertas horas de inducción lumínica de las semillas de vinca permiten ubicar a esta especie entre aquellas que necesitan requerimientos especiales de luz para superar su dormencia (Barceló Coll et al., 1992; Rojas

Garcidueñas, 1993; García-Agustín & Primo-Millo, 1993; Pérez & Martínez-Laborde, 1994). Esto confirma lo expresado por Sosa (2003).

Sosa (2003) demostró que existe una relación lineal inversa del porcentaje de germinación con el aumento de las horas luz sobre las semillas. Lo logrado en este trabajo no contradice lo expresado por aquel autor, debido a que el mismo evaluó el efecto de las horas luz sobre las semillas colocadas directamente sobre sustratos, mientras que aquí, la luz fue aplicada sobre las semillas antes de la siembra. Es decir, que para lograr un efecto positivo de la luz sobre la dormencia de las semillas hay que aplicarla directamente sobre ellas, antes de iniciar el proceso de germinación.

En las cinco fechas de evaluación realizadas, el sustrato Plantmax H indujo mayor porcentaje de emergencia de plántulas, seguidas por Arena lavada y ubicándose en último lugar la Escoria de carbón + suelo. Dicho resultado no concuerda con lo obtenido por Sosa (2003) en donde en condiciones *in vitro* las semillas de vinca sembradas en arena lavada obtuvieron un porcentaje de emergencia muy superior sobre los demás materiales utilizados (Plantmax-H y papel de filtro).

El hecho de que Plantmax-H fuese superior en este trabajo puede ser explicado porque la arena lavada presenta inconvenientes en cuanto a temperatura: cuando la temperatura del aire es baja, como la registrada en el periodo experimental, la temperatura de la arena lavada disminuye, afectando el proceso de germinación pues, por ser una planta de origen tropical, la vinca germina mejor con temperaturas superiores a 25 °C (Pérez & Martínez-Laborde, 1994). El sustrato Plantmax-H por su composición (cortezas procesadas y enriquecidas, vermiculita y turfa) y sus propiedades coloidales hacen que su comportamiento sea estable con respecto a las bajas temperaturas.

CONCLUSIONES

Los datos presentados dan lugar a las siguientes conclusiones, teniendo en consideración las condiciones en que fue desarrollado el experimento:

- ◆ La inducción lumínica tiene efecto puntual sobre la emergencia de plántulas de vinca, observándose alternancia en el porcentaje de emergencia con el aumento de la inducción lumínica sobre las semillas: existe un aumento hasta 4 horas luz luego decrece con 6 horas luz para posteriormente aumentar de nuevo con 8 horas luz.

- ◆ El porcentaje de emergencia de la vinca varía con el tipo de sustrato utilizado, siendo Plantmax-H el que indujo mayor porcentaje de emergencia de plántulas.

- ◆ Los factores en estudio interaccionan entre sí,

obteniéndose un mayor porcentaje de emergencia de plántulas en la combinación inducción lumínica de 4 horas luz y sustrato Plantmax-H.

LITERATURA CITADA

ACOSTA, L. 1991. Estudio de caso para la producción de vinblastina y vincristina a partir de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. La Habana, Cu: Estación Experimental de Plantas Medicinales «Dr Juan Tomás Roig». 45 p.

ACOSTA, L. 1995. Proporciónese salud: cultive plantas medicinales. La Habana, Cu, Científico-Técnica. 227 p.

ACOSTA, L.; RODRÍGUEZ, C. 2002. Principales características del cultivo de la vinca *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Revista de la Estación Experimental de Plantas Medicinales «Dr Juan Tomás Roig» (Cu). 5: 254-259.

ANDRIOLO, J. L. 1999. Fisiología das culturas protegidas. Santa María, Brasil, UFSM. 142 p.

APRENDE FÁCIL. 1992. Cultivos hidropónicos: los sustratos. Bogotá, Colombia, Culturales Ver. 56p.

BARCELÓ COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B.; SÁNCHEZ TAMÉS, R. 1992. Fisiología vegetal. 6ª ed. Madrid, Pirámide. 662 p.

BELLÉ, S. 1990. Uso da turfa «Lagoa dos Patos» (Viamão/RS) como sustrato hortícola. Tesis (Mestrado). Porto Alegre, Br: UFRGS. 143 p.

BERJON, M. A.; MARTÍNEZ, D. M. 1989. Los sustratos en la horticultura ornamental. Valencia. p 146-151.

BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. 1991. Naturaleza y propiedades de los suelos. 4ta. ed. México D.F.: Limusa. 590 p.

CARAMBULA, M. s/f. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 464p.

CAZETTA, J.O.; SADER, R.; IKEDA, M. 1995. Efeito do tamanho no desempenho germinativo de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Científica (Br). 23 (1): 65-71.

CUELLAR, A.; LORINCZ, C. 1975. *Catharanthus roseus* (L.) G. Don que crece en Cuba: aislamiento y caracterización de vinblastina y leurosina, dos alcaloides con propiedades citostáticas. Revista Cubana de Farmacología (Cu). 9 (3):183-199.

DE BOODT, M; VERDONK, O. 1972. The Physical properties of the sustrates in horticultura. Acta Hort. 37-40

- DIONELLO-BASTA, S. B.; BASTA, F. 1984. Inibidores de germinação e de crescimento em plantas usadas na medicina popular. *Ciência Cultural* (Br). 36:1602-1606.
- ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA, 1999. Barcelona, Es: Océano. p 252 - 255.
- FACULDADE DE CIENCIAS AGRARIAS E VETERINARIAS. 1996. ESTAT: Sistema para análises estatísticas: versão 2.0. São Paulo, FCAV-UNESP (Bra).
- FERNÁNDEZ, G.; JOHNSTON, M. 1986. Fisiología vegetal experimental. San José, CR: IICA. p. 339-386.
- FUENTES, V; GRANDA, M. 1997. Conozca las plantas medicinales. La Habana, Cu, Científico-Técnica. 244 p.
- FULLER, H. J; RITCHIE, D. D. 1972. Botánica general. México 5ª ed. México D. F. Continental. 271 p
- GARCÍA-AGUSTÍN, P.; PRIMO-MILLO, E. 1993. Germinación de las semillas. In: AZCON-BIETO, J.; TALON, M. (Coord). Fisiología y Bioquímica vegetal. Madrid, Es: McGraw-Hill-Interamericana. p. 419-433.
- GUTTERMAN, Y. 1987. Flowering, seed development and the influences during seed maturation on seed germination of annual weeds. In: DUKE, S. (Ed). *Weed Physiology: reproduction and ecophysiology*. Florida, USA, CRC. v.1, 165 p.
- HELDWEIN, A. 1998. Apuntes de agrometeorología. Santa Maria, Br: UFSM. 120 p.
- IYER, S.R.; WILLIANSO, D. 1991. Effects de some plant extracts to inhibit the protease activity of *Trichphyton* especies. *Geobios* (US). 18:3-6.
- JOLY, A. B. 1998. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 12ª ed. São Paulo, Br: CEN. 777 p.
- LEWIS, W. H. 1982. Plants for man: their potential in human health. *Can J. Botany* (US). 60 (4):310-315.
- LORENZI, H.; MOREIRA de SOUZA, H. 1999. Plantas ornamentales no Brasil : arbustivas, herbáceas e trepadeiras. São Paulo, Br: Plantarum. 1087 p.
- MALAVOLTA, E. 1981. Manual de química agrícola: adubos y adubação. 3ra ed. São Paulo, Br: Agronômica Ceres. 606p.
- MARZOCCA, A. 1985. Nociones básicas de taxonomía vegetal. San José, CR: IICA. 263 p.
- PATEL, H. R.; THAKAR, N. A. MURALIDHARAN, C. M. 1987. Periwinkle in management of root-knot nematode disease. *Madras Agriculture Journal* (MG). 74:230.
- PEREZ GARCIA, F.; MARTINEZ-LABORDE, J. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Madrid, Es: Mundi-Prensa. 218 p.
- PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. Buenos Aires, Ar: El Ateneo. 499 p.
- RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. 1984. Weed ecology: implications for vegetation management. New York, US: John Wiley & sons. 261 p.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1993. Fisiología vegetal aplicada. 4a. ed. México D.F.: Interamericana-McGraw-Hill. 275 p.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M.; ROVALO, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. México D.F.: McGraw-Hill. 302 p.
- SOSA, A. 2003. Influencia del fotoperiodo artificial en la germinación *in vitro* de la vinca [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.] en diferentes sustratos. Tesis (Ing. Agr.). San Pedro de Ycuamandyyú, Py: FCA-SP/UNA. 32 p.
- SOUSA, MM. 1991. Efeito de sutrato en diferentes proporcoes no cultivo en vaso de *Crisantemos morofoluun Ramat*, Vicoso UFV. 69p.
- TEBET, M.S.; DEMATTÊ, M. E.; BASTOS, J. K; SARTI, S. J.; CHURATA-MASCA, M. 1996. Crescimento de *Catharanthus roseus* e concentração foliar do alcalóide vincristina sob influência de adubação nitrogenada, quantidade de luz e idade da planta. *Científica* (Br). 24 (2):407-418.
- WAIZEL, B. 1979. Cultivo, aislamiento y variación de principios activos de tres especies de plantas con propiedades anticancerígenas. Tesis (Doctor). México D.F., México, UFM. 90 p.
- WILSON, C.L.; LOOMIS, W. E. 1992. Botánica. México, D.F.: UTEMA. 682p
- ZINDAHL, R. L. 1993. Fundamentals of weed science. San Diego, US: Academic Press. 450 p.