

EFECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN Y DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN RUGOSO (*Citrus jambhiri* LUHC.).¹

Francisco Arévalos Trubger²

Hugo Nicasio Rodríguez Espinola³

ABSTRACT

The rough lemon (*Citrus jambhiri* Luhc.) it is one of the rootstocks more used in Paraguay. To study the effect of the stratification and seed's size in rough lemon's seedlings, a 3 x 2 factorial experiment was implanted 3 x 2, in blocks in randomized bocks with 4 repetitions, between July-September 2004 in the FCA-SP. Percentage, beginning and emergency uniformity, height, fresh and dry mass of seedlings and poliembrion percentage were determined. Interaction doesn't exist among the studied factors. The seed's size medium (between 5 x 9 mm and 4 x 8 mm) presented bigger percentage and emergency uniformity, while the big (> 5 x 9 mm) were superior in fresh mass, dry mass, height seedlings and poliembrion percentage. The stratification had significant effect in the emergency uniformity and in the fresh mass of seedlings.

Key Words: lemon, *Citrus jambhiri* Luhc., stratification, seed's size, percentage and uniformity emergency, poliembrion

RESUMEN

El limón rugoso (*Citrus jambhiri* Luhc.) es uno de los porta-injertos más utilizados en Paraguay. Para estudiar el efecto de la estratificación y el tamaño de la semilla en la producción de plántulas, fue implantado un experimento factorial 3 x 2, en bloques al azar con cuatro repeticiones, entre julio y setiembre 2004 en la FCA-SP. Fueron determinados porcentaje, inicio y uniformidad de emergencia, altura, masa fresca y seca de las plántulas y porcentaje de poliembrionía. No existe interacción entre los factores estudiados. Las semillas de tamaño mediano (entre 5 x 9 mm y 4 x 8 mm) presentaron mayor porcentaje y uniformidad de emergencia, mientras que las grandes (> 5 x 9 mm) fueron superiores en masa fresca, masa seca, altura de la plantula y poliembrionía. La estratificación solo tuvo efecto significativo en la uniformidad de emergencia y en la masa fresca de plántulas.

Palabras Clave: Limón, *Citrus jambhiri* Luhc. Estratificación, Tamaño de semillas, Uniformidad y Porcentaje de Emergencia, Poliembrionía

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

² Alumno del décimo Semestre de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Sede San Pedro.

³ Profesor Ing. Agr. M.Sc. Docente a Tiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrarias - UNA. Sede San Pedro.

INTRODUCCIÓN

En el Paraguay los cítricos ocupan una superficie cultivada de 16.663 ha, siendo los departamentos con mayor área plantada de Itapúa, Alto Paraná, y San Pedro (Armadans, 2003).

La propagación vegetativa a través del injerto es la utilizada para la implantación de los cultivos comerciales de los cítricos. En este caso la muda está constituida por el portainjerto y la copa, Para obtener porta-injertos se debe recurrir a la producción de plántulas de pie franco, es decir a partir de semilla botánica (Enciso, 1998). Entre los porta-injertos, el de mayor utilización en Paraguay es el limón rugoso (*Citrus jambhiri*. Luch.), (Armadans, 2003).

La germinación de la semilla comprende la recuperación de la actividad biológica de la semilla, constituyendo un proceso secuenciado y sincronizado, donde los procesos catabólicos y anabólicos son simultáneos, comienza con la imbibición con agua y culmina, generalmente, cuando la testa de la semilla se rompe y emite la radícula (Azcon-Bieto & Talon, 1993; Willan, 1991; Barceló Coll et al., 1992; Perez & Martinez-Laborde, 1994).

La emergencia consiste en la aparición de las plántulas sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante desde que no esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de las semillas, siendo a la vez expuesta a infinidad de factores desfavorables (Carámbula, s/f). La emergencia de las plántulas de cítricos lleva un periodo prolongado: de 30 a 40 días después de la siembra, debido a que presenta cierto tipo de latencia (Murayama, 1991; Rodríguez 2004)

El tamaño de semilla es uno de los factores que influyen en la germinación y el vigor de las plántulas (Cazetta et al., 1995). Según Carvalho & Nakagawa (1988) las semillas de mayor tamaño son la que fueron mejor nutridas durante su desarrollo, éste es mas evidentes en las plantas en que las semillas no se forman todas al mismo tiempo, de manera que las ultimas en formarse son las menores, por este motivo, las mayores son las que posee generalmente, embriones bien formados, con mayores cantidades de reservas y potencialmente las más vigorosas.

Cardoso et al., (2002) observaron que semillas pequeñas originan plántulas de menor desarrollo, principalmente cuando están en competencia con plántulas originadas de semillas mayores, de acuerdo con los resultados alcanzados en estudios con repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*). El tamaño de las semillas tiene influencia en la acumulación de masa seca de las

plántulas, es decir en el contenido de material vegetal exento de agua (Nunes, 1998).

Según Hartmann & Kester (1981) los frutos carnosos o sus jugos inhiben de una manera poderosa la germinación de las semillas. Esto ocurre con las semillas de cítricos, siendo la estratificación un proceso que podría ayudar a superar este problema. La estratificación es un método que consiste en colocar las semillas en capas alternas, con otras de un medio que conserva la humedad, como arena o vermiculita, y mantenerlo a una temperatura fresca, durante un periodo que varia considerablemente de una especie a otra (Hartmann & Kester, 1981; Willan, 1991).

En este trabajo se estudió el efecto del tamaño de las semillas y la estratificación en la emergencia de plántulas de limón Rugoso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue implantado en el vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro (FCA-SP), Municipio de San Pedro de Ycuamandyyú, Departamento de San Pedro (latitud 24° 04' S, longitud 57°05'W, y una altura de 90 msnm.), entre los meses de Julio y Setiembre de 2004.

Los tratamientos consistieron en la combinación de 2 factores: tamaño de la semillas y estratificación, en un sistema factorial 3 x 2, totalizando 6 tratamientos (Tabla 1). El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones

La unidad experimental consistió en un conjunto de 30 macetas de polietileno negro de baja densidad de 6 cm de diámetro y 10 cm de altura, conteniendo 1 semilla cada una, empleándose como sustrato una mezcla de estiércol vacuno + suelo en proporción volumétrica 1:1.

Las semillas del limón Rugoso fueron clasificadas en tres tamaños, considerando diámetro y longitud:

- Semillas grandes: > 5 x 9 mm
- Semillas medianas: entre 5 x 9 mm y 4 x 8 mm
- Semillas pequeñas: < 4 x 8 mm

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

Factor	Concepto	Descripción	Símbolo
Factor 1	Tamaño de la semilla	Grande	TS ₁
		Mediano	TS ₂
		Pequeño	TS ₃
Factor 2	Estratificación	Con estratificación	E ₁
		Sin estratificación	E ₂

La clasificación fue obtenida mediante tamices metálicos de orificios rectangulares, con las medidas indicadas precedentemente, que se construyeron para el efecto. Las dimensiones mencionadas fueron obtenidas por muestreo de 100 semillas, divididas visualmente en tres tamaños, las cuales fueron posteriormente medidas mediante un calibrador de vernier.

La estratificación se realizó según las recomendaciones de Hartmann & Kester (1981) y Willan (1991) cinco días antes de la siembra en cajas de madera de 20 cm de profundidad conteniendo arena húmeda. Las semillas fueron colocadas a 10 cm de profundidad y las cajas fueron cubiertas con polietileno negro de baja densidad y mantenidas en refrigerador (4 a 5 °C) durante el tiempo indicado precedentemente. Las semillas no estratificadas fueron sembradas en las macetas correspondientes el mismo día de inicio del proceso de estratificación.

Luego de la siembra, se procedió al riego por aspersión hasta saturar la maceta, situación indicada cuando se observó drenaje en la base de las mismas. Diariamente se repitió el riego siguiendo las mismas consideraciones.

Se determinaron: porcentaje de emergencia, tiempo de inicio de emergencia, uniformidad de emergencia, altura de la plántula a los 10 días de la emergencia (DDE), masa fresca y seca de plántulas a los 10 DDE y porcentaje de poliembrionía.

El porcentaje de la emergencia fue evaluado a partir de los 40 días después de la siembra (DDS) de las semillas no estratificadas, tiempo tomado del rango de 30 a 40 días dado por Murayama (1991). Se consideró plántula emergida cuando se observó la aparición de las plántulas sobre la superficie del suelo, según lo indicado por Carámbula (s/f). Fueron realizadas cinco evaluaciones: a los 40, 43, 46, 49 y 52 DDS, mediante:

$$\% \text{ EM} = (\text{N}^\circ \text{ plántulas}/30) * 100 \quad (1)$$

El tiempo de inicio de emergencia se determinó mediante la cuantificación del número de días transcurridos entre la siembra de semillas no estratificadas y la aparición de la primera plántula en cada unidad experimental (UE).

La uniformidad de la emergencia se consideró como el número de días transcurridos para la emergencia del 50 % de las semillas sembradas en cada UE, contados a partir de la siembra de las semillas no estratificadas.

Para la altura de las plántulas a los 10 DDE se midieron 10 plántulas de cada UE, desde el cuello hasta la inserción de las hojas seminales, mediante una regla centimétrica. La media de las 10 plantas representó a la UE.

La masa fresca de plántulas a los 10 DDE se determinó cortándose, a la altura del cuello, las 10 plantas medi-

das anteriormente y procediéndose al pesaje de las mismas, en conjunto, en una balanza electrónica de 0,01g de resolución en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede San Pedro: la media de las 10 plantas representó a la UE, expresándose los valores en g/planta.

Para la masa seca de plántulas a los 10 DDE, cada una de ellas fue sometida a secado en estufa entre 65 y 70 °C (Tedesco et al., 1995) hasta peso constante, para luego ser pesadas en una balanza electrónica de 0,0001g de resolución. La media de las 10 plantas representó a la UE y los resultados se expresaron en g/planta.

La poliembrionía se determinó observándose y contabilizándose las macetas que presentaron este fenómeno a los 10 DDE, y el porcentaje de poliembrionía se calculó mediante:

$$\% \text{ P} = (\text{N}^\circ \text{ macetas con poliembrionía}/30) * 100 \quad (2)$$

Los valores obtenidos para cada uno de los parámetros fueron sometidos a análisis de varianza mediante el Test F al 5 % y las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5%, utilizándose el paquete estadístico ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual de São Paulo (Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias, 1996). Previo a esto, los datos fueron transformados mediante $\text{arc sen}(x)^{1/2}$ de acuerdo con las recomendaciones de Storck & Lopes (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de días después de la siembra (DDS) se refieren al número de días transcurridos desde la siembra de las semillas no estratificadas, pues, a pesar de que las semillas estratificadas no han sido sembradas en el sustrato correspondiente, las mismas ya podrían haber iniciado el proceso de germinación durante la estratificación.

Porcentaje de emergencia

Fue observado efecto significativo para el factor estratificación de semillas solamente a los 40 DDS; para el factor tamaño de semillas no se registró efecto significativo a los 40 DDS pero sí en las otras determinaciones (Tabla 2). En ninguna de las evaluaciones de esta variable fue observado efecto de la interacción (Test Fisher al 5 %). Al ser analizado el efecto de los factores por el Test Tukey al 5%, en forma separada (Tabla 2), y tomando en primer lugar tamaño de semillas se obtuvieron los resultados descritos seguidamente.

A los 40 DDS no se detectó efecto significativo estadísticamente en el factor tamaño de semillas llegando a la emergencia el 47,08; 38,74; y 36,24% de los tamaños mediano, pequeño, y grande respectivamente.

te. A partir de los 43 DDS se evidenció efecto significativo del factor tamaño de semilla; verificándose que las de tamaño mediano fueron las que arrojaron mayor por-

Las diferencias observadas en el porcentaje de emergencias tomando en consideración el tamaño de semillas (Tabla 2) permiten afirmar que las semillas de tamaño

TABLA 2. Medias de Porcentaje de emergencia de limón rugoso por efecto de los factores tamaño de semilla y estratificación por separado, San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción	Emergencia (%)									
		40 DDS (1)	TT (2)	43 DDS (1)	TT (2)	46 DDS (1)	TT (2)	49 DDS (1)	TT (2)	52 DDS (1)	TT (2)
Tamaño de la semilla	Medio	47,08	A	69,16	A	84,99	A	85,41	A	87,91	A
	Pequeño	38,74	A	52,49	C	72,95	B	74,99	B	77,08	B
	Grande	36,24	A	61,66	B	76,66	B	82,49	AB	82,91	AB
Estratificación	Con	44,71	a	60,82	a	79,44	a	80,55	a	81,86	a
	Sin	36,66	b	61,38	a	76,94	a	81,38	a	83,60	a
C. V. (%)		21,54		5,74		7,81		7,46		7,39	
DMS ₁ Tukey para TS (3)		11,37		3,83		7,93		7,83		7,93	
DMS ₂ Tukey para E (3)		7,71		2,57		5,31		5,24		5,31	

(1) DDS: Días después de la siembra de las semillas no estratificadas
(2) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para tamaño de semilla y minúscula para estratificación, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%.
(3) DMS₁: Para Tratamiento de semillas DMS₂: Para Estratificación

centaje de emergencia con 69,16 %, difiriendo estadísticamente de las demás. Las de tamaño grande con 61,66 % ocuparon posición intermedia, y en el último lugar las pequeñas con 52,49 % de emergencia.

A los 46 DDS el tamaño mediano obtuvo el mayor porcentaje emergencia con 84,99 % siendo significativamente superior a los tamaño grande (76,66 %) y pequeño (72,95 %). Las de tamaño grande fueron similares a las pequeñas, siendo la diferencia entre ambos de solamente 3,7 %. En la cuarta evaluación (49 DDS), las semillas medianas alcanzaron el 85,41 % de emergencia, superando estadísticamente a las de tamaño pequeño, que acumularon 74,99% de emergencia.

En la última evaluación a los 52 DDS, las de tamaño medio con un 87,91 % de emergencia se mantuvieron como estadísticamente superiores a las pequeñas, que presentaron 77,08 % de emergencia y similares a las grandes con 82,91 % de emergencia.

En relación al efecto de la estratificación, la misma sólo presentó diferencia significativa a los 40 DDS, en donde las semillas estratificadas obtuvieron el 47,71% de emergencia y las semillas sin estratificación solamente el 36,66%, con una ventaja a favor del primero de 30,14 %. A partir de este momento las semillas estratificadas y no estratificadas ya no presentaron diferencias estadísticas.

mediano producen plantines en menor tiempo, confirmando lo indicado por Cazetta et al. (1995) en cuanto a la influencia del tamaño en la germinación y vigor de la plántula. Así mismo está de acuerdo con lo afirmado Gelmond, citado por Carvalho & Nakagawa (1988), para el cultivo de algodón.

Una primera aproximación estaría dada por la diferencia en el contenido de reservas, lo cual se desprende del peso de las semillas, según las consideraciones dadas por Carvalho & Nakagawa (1988), Carámbula (s/f) y Cardoso, et al. (2002): las semillas pequeñas presentan menor cantidad de reservas, con lo que no satisficieran las necesidades para que se produzca la germinación y posterior emergencia de plantines, mientras que las grandes, a pesar de tener mayor reserva, necesitan más tiempo para hidrolizarlas y volverlas disponibles para el proceso de germinación y nacimiento del embrión.

Inicio y uniformidad de emergencia de limón rugoso

Para el tiempo de inicio de emergencia no se registró efecto significativo para los dos factores en estudio en forma separada, ni para la interacción de los mismos. En cambio, los factores tamaño de semilla y estratificación, considerados tanto separadamente como interactuando, tuvieron efecto en la uniformidad de emergencia.

En la Tabla 3 se resumen las medias del inicio (IE) y de la uniformidad (UE) de la emergencia de plántulas de limón rugoso (*Citrus jambhiri* Luch). En el tiempo de inicio de emergencia de las semillas de los diferentes tamaños no presentaron diferencia significativa entre sí: las plántulas iniciaron su emergencia en un promedio de 28,66 DDS. Lo mismo fue observado entre las semillas estratificadas y no estratificadas, con una media de 28,64 DDS.

ron dicho valor a los 41,25 y 41,37 DDS, y a su vez no fueron estadísticamente diferentes entre sí. En cuanto al otro factor estudiado, la estratificación de las semillas en 40,25 DDS completó el 50% de emergencia, difiriendo significativamente de las semillas sin estratificación.

TABLA 3. Medias del inicio (ID) y de la uniformidad (UE) de la emergencia de plántulas de limón rugoso (*Citrus jambhiri* Luch) en DDS, San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción	IE	TT	UE	TT
		(DDS) (1) (6)	(3)	(DDS) (2) (6)	(3) (5)
Tamaño de semilla	Pequeño	29,50	A	41,37	B
	Medio	28,87	A	39,62	A
	Grande	27,62	A	41,25	B
Estratificación	Estratificación	28,75	a	40,25	a
	Sin Estratificación	28,58	a	41,25	b
C.V. (%) (4)		8,84		2,11	
DMS Tukey para tamaño semilla		3,29		1,11	
DMS Tukey para estratificación		2,20		0,74	

(1) IE: Inicio de emergencia en días después de la siembra (DDS).

(2) UE: Uniformidad de emergencia en días después de la siembra (DDS).

(3) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula para tamaño de semillas y minúscula para tratamiento pre-germinativo no difieren en entre sí por el Test de Tukey al 5%

(4) C.V.: Coeficiente de variación del experimento

(5) Los resultados fueron considerados inversos a los obtenidos en el Test de Tukey

(6) DDS: Días después de la siembra de las semillas no estratificadas

Al ser analizados el efecto de los factores por separado para la uniformidad de emergencia (Tabla 3), y tomando en primer lugar, el factor tamaño de semillas, las medianas completaron el 50 % de emergencia a los 39,62 DDS, siendo superiores estadísticamente a los tamaño grande y pequeño, cuyas plántulas completa-

En cuanto al efecto de la interacción de factores sobre la uniformidad de emergencia de plántulas (Tabla 4), el Test de Tukey al 5 % señaló que la estratificación de las semillas sólo tuvo efecto sobre las semillas medianas, las que alcanzaron el 50 % de emergencia en menos tiempo que las no estratificadas: 38,00 DDS contra 41,25

TABLA 4. Medias de la uniformidad de emergencia de plántulas de limón rugoso (*Citrus jambhiri* Luch) por interacción de los factores, tamaño de semilla y estratificación, en DDS, San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Tamaño de semilla						DMSF (2)
	Pequeño	TT (1)	Mediano	TT (1)	Grande	TT (1)	
Estratificación	41,50	A b	38,00	A a	41,25	A b	1,58
Sin Estratificación	41,25	A a	41,25	B a	41,25	A a	1,58

DMS C (2)

1,29

1,29

1,29

Coeficiente de variación: 2,11

(1) 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 por el Test de Tukey en el nivel de significancia al 5 %.

OBS: Los resultados fueron considerados inversos a los obtenidos en el Test de Tukey

(2) DMS: C: Columnas

F: Filas

DDS. En los otros tamaños se alcanzó una media de 41,31 DDS. Las semillas que no recibieron estratificación presentaron uniformidad de emergencia similares estadísticamente para los tres tamaños de semillas, con una media de 41,25 DDS en todos los casos.

Las consideraciones dadas por Carvalho & Nakagawa (1988), Carámbula (s/f) y Cardoso, et al. (2002) en relación al hecho de que las semillas pequeñas presentan menor cantidad de reservas que no satisfacen los requerimientos iniciales de las plántulas y de que las semillas grandes necesitan mayor cantidad de agua y tiempo para ser hidrolizadas, justifican los datos logrados en cuanto a uniformidad de emergencia de las semillas medianas: 39,62 DDS para lograr el 50 % de emergencia (Tabla 3). Para el factor inicio de emergencia del

Para ningunos de estas variables fue observado interacción de los factores, mientras que la estratificación sólo tuvo influencia en la masa fresca y el tamaño de semillas tuvo efecto significativo en cada uno de las variables indicados.

En cuanto al tamaño de las semillas, las grandes proporcionaron los mayores valores en todas las determinaciones: 0,1246 g/planta, 0,0230 g./planta, 3,02 cm y 54,99 %, para masa fresca, masa seca, altura de plántula y porcentaje de poliembriónia, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los otros dos tamaños en masa fresca y altura de plántulas, e iguales al de tamaño mediano en masa seca y poliembriónia.

Con relación al factor estratificación se ha constatado

TABLA 5. Medias de la masa fresca (MF), masa seca (MS), altura de la planta (AP) y porcentaje de poliembriónia de plántulas de limón rugoso (*Citrus jambhiri* Luch) por efecto de los factores separados. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2004.

Factor	Descripción	Determinaciones							
		MF (g/pl) (1)	TT (5)	MS (g/pl) (2)	TT (5)	AP (cm) (3)	TT (5)	P (%) (4)	TT (5)
Tamaño de la semilla	Pequeño	0,0769	C	0,0154	B	2,32	C	24,16	B
	Medio	0,1175	B	0,0226	A	2,84	B	52,21	A
	Grande	0,1246	A	0,0230	A	3,02	A	54,99	A
Estratificación	Con	0,1113	a	0,0204	a	2,74	a	44,44	a
	Sin	0,1013	b	0,0203	a	2,71	a	43,60	a
C. V. (%)		4,37		12,24		8,80			
DMS ₁ Tukey para TS (6)		0,060		0,0003		0,1544		5,02	
DMS ₂ Tukey para E (6)		0,040		0,0002		0,1034		3,36	
(1) MF: Masa fresca (2) MS: Masa seca				(3) AP: Altura de la planta (4) P: Poliembriónia					
(5) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula para tamaño de semilla y minúscula para estratificación, no diferente si en el nivel de significancia del 5 %.									
(6) DMS ₁ : Para Tratamiento de semillas DMS ₂ : Para Estratificación									

limón rugoso no se obtuvo diferencia entre sí, donde las semillas empezaron a emerger a partir de los 28,66 DDS. Estos resultados están dentro del rango señalado por Enciso (1998), y Armadans (2003): las semillas del limón rugoso en condiciones de Paraguay llegan a germinar alrededor de los 20 a 35 días después de la siembra (DDS). Así mismo, es ligeramente inferior a lo indicado por Murayama (1991) quien indica que la emergencia de la semilla de limón rugoso ocurre alrededor de los 30 a 40 DDS. De igual manera son menores a los datos proporcionados por Rodríguez (2004) en producción de plántulas de limón rugoso de 30 DDS.

Medias de la masa fresca (MF), masa seca (MS), altura de la planta (AP) y porcentaje de poliembriónia de plántulas de limón rugoso. En la Tabla 5 son presentadas las medias de la masa fresca, masa seca, altura de las plántulas a los 10 DDE y porcentaje de poliembriónia para los factores tamaño de semillas y estratificación.

que las semillas estratificadas con una media de 0,1113 g/planta, fueron superiores estadísticamente a las no estratificadas. En relación a la masa seca, la altura de plántula y el porcentaje de poliembriónia las mismas fueron semejantes entre sí, lográndose en media 0,02035 g/pl, 2,72 cm y 44,02 %, respectivamente.

Lo indicado por Carvalho & Nakagawa (1988), Carámbula (s/f) y Cardoso et al. (2002) con relación al contenido de reservas y necesidades de agua para hidrólisis de las semillas, justifican los mejores resultados a favor de las semillas grandes en cuanto a masa fresca, masa seca, altura de la planta y poliembriónia. Los valores de masa seca corroboran lo indicado por Nunes (1998): el tamaño de las semillas tiene influencia en la acumulación de masa seca de las plántulas, es decir en el contenido de material vegetal exento de agua.

De los valores para la masa fresca de las plántulas al-

canzados en este trabajo, se desprende que cuanto mayor sea la semilla mayor será el peso fresco. Plántulas obtenidas de semillas grandes fueron significativamente más pesadas que las provenientes de semillas medianas y pequeñas. Este resultado es semejante a los otros resultados de sus ensayos realizados por Cardoso et al. (2002) en el cultivo de repollo y con los trabajos realizados por Cazetta et al. (1995) en feijão.

Los valores de altura de la planta alcanzados en este trabajo (3,02; 2,84; 2,32 cm para las plántulas provenientes de semillas de tamaño grande, mediano y pequeño, respectivamente, con superioridad estadística para el primero (Tabla 5) también están de acuerdo con lo aseverado por Carvalho & Nakagawa (1988): usualmente semillas de mayor tamaño originan plántulas más vigorosas y más grandes en condiciones de campo. Esto coincide con los resultados logrados en feijão por Cazetta, et al. (1995) y con los de Cavalho, citado por Carvalho & Nakagawa (1988), para el cultivo de maní.

En cuanto a la influencia de la estratificación, considerando también el número de días utilizados durante el proceso, los resultados indican que las semillas de limón rugoso no responden positivamente a este proceso, salvo en la uniformidad de emergencia, a pesar de los beneficios logrados en otros cultivos (Hartmann & Kester, 1981; Willan, 1999)

CONCLUSIONES

- El tamaño de semillas influyó en el porcentaje emergencia de plántulas siendo las semillas de tamaño mediano (entre 5 x 9 mm y 4 x 8 mm) las que registraron mayores valores para este carácter. No fue observado efecto de la estratificación.
- La estratificación y el tamaño de las semillas influyeron en la uniformidad de emergencia: las semillas medianas y estratificadas emergieron en forma más uniforme. No se observó efecto de los factores en el inicio de la emergencia.
- El tamaño de las semillas también influyó en la masa fresca, masa seca, altura de la plántula y poliembrionía: las semillas grandes (> 5 x 9 mm) fueron superiores para estos caracteres. La estratificación solo tuvo efecto significativo en la masa fresca de plántulas.
- Considerando el porcentaje y la uniformidad de emergencia, las semillas de tamaño mediano son las que presentan mejores condiciones para la producción de plántulas de limón rugoso

LITERATURA CITADA

- ARMADANS A. 2003. Cultivos de los Cítricos. San Lorenzo, PY: FCA/UNA. 76p.
- AZCON-BIETO, J.; TALON, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Madrid, ES: EDIGRAFOS. 581p.

- BARCELÓ COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCIA, B.; SANCHEZ TAMES, R. 1992. Fisiología Vegetal. 6° ed. Madrid, ES: Pirámide. 662p.
- CARAMBULA, M. (s/.f.). Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, UR: Hemisferio Sur. 464p.
- CARDOSO, A.; NOMURA, E. S.; SILVEIRA, V. N. 2002. Influencia do tamanho de sementes de repolho na produção de mudas em bandejas de poliestireno expandido. Científica. (BR). 3: 53-61p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 1988. Semillas ciencias, tecnología y producción. Campinas, BR: Hemisferio Sur. 406p.
- CAZETTA, J. O.; SADER, R.; IKEDA, M. 1995. Efecto del tamaño en el desempenho de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). Científica. (BR). 23:65-73.
- ENCISO G. R.C. 1998. Instrucciones para la producción de mudas sanas de cítricos. Caacupé, PY: MAG DIA IAN. 53p.
- FACULDADE DE CIENCIAS AGRARIAS E VETERINARIAS. 1996. ESTAT: Sistema para analisis estadísticas: versão 2.0. São Paulo, BR: FCAV-UNESP.
- HARTMANN, J.; KESTER, F. 1991. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2^{da} ed. México, D.F., MX: Continental. 814p.
- MURAYAMA, S. J. 1991. Fruticultura. Campinas, BR: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola. 428p.
- NUNES, I. J. 1998. Cálculo e avaliação de rações e suplementos. Belo Horizonte . BR: FEP-MVZ. 185p.
- PEREZ GARCIA, F.; MARTINEZ-LABORDE, J. 1994. Introducción a la fisiología Vegetal. Madrid ES: Mundi-Prensa. 218p.
- RODRIGUEZ, H. N. 2004. Producción de portainjertos cítricos. San Pedro de Ycuamandyyú, PY: FCA-SP. 15 p (Boletín Informativo)
- STORCK, L.; LOPES, S.J. 1998. Experimentação II. 2^a ed. Santa Maria, BR: UFSM. 205p.
- TEDESCO, M.S.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 1995. Analisis de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre. BR: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 179p.
- WILLAN, R. L. 1999. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, IT: FAO. 502p.