

Índices de crecimiento de plántulas de lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) en sustratos orgánicos*

Seedlings growth rates of lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) In organic substrates

Fernando Carlos Gómez-Merino¹§, Libia Iris Trejo-Téllez² y Peter Ladewig³

¹Colegio de Postgraduados- Campus Córdoba. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Congr. Manuel León, Mpio. Amatlán de los Reyes, Veracruz. C. P. 94946. México. (fernandg@colpos.mx). ²Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Mpio. de Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México. (tlibia@colpos.mx). ³Beuth University of Applied Sciences. Luxemburger Strasse 10, Berlin, 13353. Alemania. (peter.ladewig@yahoo.de). §Autor para correspondencia: fernandg@colpos.mx.

Resumen

El lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) es una especie con alto potencial de comercialización a nivel global dado el valor nutritivo de sus frutos. En México, la investigación sobre esta especie es escasa y uno de los primeros retos es la obtención de plántulas vigorosas que garanticen rendimiento y buena calidad de frutos. En esta investigación se estimaron índices de crecimiento de plántulas de lulo provenientes de semillas germinadas y crecidas en tres sustratos orgánicos constituidos por turba y composta en diferentes relaciones (60/40, 40/60 y 20/80, v/v) en invernadero. El experimento tuvo una distribución completamente al azar con cuatro repeticiones, y la unidad experimental contenía 32 plántulas. Sesenta días después de la siembra se tomaron datos directos de crecimiento para la estimación de los índices siguientes: razón de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), proporción de hoja (PH) y proporción de raíz (PR). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, realizando un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias. Los resultados indican que la composta en mayor proporción en el sustrato reduce la RAF, el AFE y PH; por el contrario, incrementa la PR. La adición de composta al sustrato en proporción 80%, afectó negativamente los índices de crecimiento de las plántulas de lulo debido al incremento en la conductividad eléctrica, y de Na^+ , Cl^- y HCO_3^- solubles, en el sustrato. Se concluye que la

Abstract

Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) is a species with high potential for global marketing because of the nutritional value of its fruit. In Mexico, research on this species is scarce and one of the first challenges is to obtain vigorous seedlings to ensure yield and good fruit quality. In this research, growth rates lulo seedlings from germinated seeds and grown in three organic substrates made of peat and compost in different ratios (60/40, 40/60 and 20/80, v/v) in the greenhouse were estimated. The experiment had a distribution completely randomized design with four replications, and the experimental unit contained 32 seedlings. Leaf area ratio (RAF), specific leaf area (SLA), leaf ratio (PH) and root ratio (PR): sixty days after sowing growth, data direct for the estimation of the following indexes were taken. The data obtained were analysed statistically with an analysis of variance and mean comparison test. The results indicated that, the compost in higher proportion in the substrate reduces the RAF, the AFE and PH; on the other hand, increases the PR. Adding compost to the substrate in proportion 80%, negatively affected growth rates of seedlings of lulo due to increased electrical conductivity, and Na^+ , Cl^- and HCO_3^- soluble in the substrate. It is concluded that, the compost can be used with satisfactory results in the production of lulo seedlings in combination with peat, in equal or less than 60%.

* Recibido: marzo de 2014
Aceptado: junio de 2014

composta puede ser usada con resultados satisfactorios, en la producción de plántulas de lulo, en combinación con turba, en proporciones iguales o menores a 60%.

Palabras clave: área foliar específica, proporción de hoja, proporción de raíz, relación de área foliar, solanaceae.

El lulo es una especie originaria de las tierras altas de las montañas de los Andes, específicamente de Colombia, Ecuador y Perú. Se desarrolla en climas templados con baja luminosidad intercalado con café, y a una altitud de entre 1000 y 2500 m (Medina *et al.*, 2009). El fruto del lulo es similar al del tomate, presenta un sabor agridulce y una coloración anaranjada con pulpa verde brillante y tiene un aroma suave (Mejía *et al.*, 2012), características que lo potencian en los mercados internacionales.

La propagación de lulo se realiza principalmente por semilla. Plántulas de buena calidad exhiben características morfológicas tales como tallos gruesos, hojas de color verde oscuro y raíces grandes y blandas (Oda, 2007), y al aumentar la calidad de éstas, es posible asegurar la obtención de plantas sanas y vigorosas que puedan a su vez incrementar rendimiento y calidad de frutos.

En este estudio se realizaron análisis del crecimiento de las plántulas desarrolladas en sustratos orgánicos, a partir del cálculo de índices de crecimiento. El análisis de crecimiento constituye un conjunto útil de métodos cuantitativos que permiten describir e interpretar el funcionamiento de las plantas (Hunt, 2003).

El experimento se llevó a cabo en un invernadero ubicado en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, a 650 msnm, 18° 50' latitud norte y 96° 51' longitud oeste. El clima de la zona es templado húmedo con lluvias en verano y temperatura media de 20 °C, máxima de 35 °C y mínima de 10 °C, con una precipitación media anual de 1 807 mm (Soto-Esparza, 1986). Los ensayos correspondientes a este estudio se efectuaron durante los meses de octubre y noviembre de 2012, en un invernadero rectangular con techo de dos aguas cubierto con mallasombra, la cual permite una transmitancia luminosa de 70%. En este periodo de ensayo la temperatura media fue de 18 °C, con máximas de 30 °C y mínimas de 12 °C.

Los sustratos evaluados estuvieron compuestos por turba y composta en distintas proporciones (volumen/volumen, v/v): 60/40, 40/60 y 20/80, respectivamente, mismos que

Keywords: leaf area ratio, leaf proportion, root ratio, solanaceae, specific leaf area.

Lulo is native to the highlands of the Andes mountains, specifically Colombia, Ecuador and Peru. It thrives in mild climates with low light, intercropped with coffee, at an elevation between 1 000 and 2 500 m (Medina *et al.*, 2009). The fruit of the lulo is similar to the tomato, has a bittersweet flavour and an orange colour with bright green flesh and has a mild flavour (Mejía *et al.*, 2012), features that enhance it in international markets.

The propagation of lulo is primarily by seed. Good-quality seedlings exhibit morphological characteristics such as thick stems, leaves dark green and large and soft roots (Oda, 2007) and to increase quality, it is possible to ensure the production of healthy and vigorous plants that can also increasing yield and quality.

This study analyses the growth of seedlings in organic substrates, based on the calculation of growth rates. Growth analysis is a useful set of quantitative methods to describe and interpret the functioning of plants (Hunt, 2003).

The experiment was conducted in a greenhouse located in Córdoba Campus of the Postgraduate College in Agricultural Sciences, 650 m, 18° 50' north latitude and 96° 51' west longitude. The local climate is mild-humid with rains in summer and average temperature of 20 °C, maximum 35 °C and minimum 10 °C, with an average annual rainfall of 1 807 mm (Esparza-Soto, 1986). The tests for this study were conducted during the months of October and November 2012, in a rectangular greenhouse with two roof covered with shade cloth waters, which allows a luminous transmittance of 70%. In this test period the average temperature was 18 °C, with maximum temperatures of 30 °C and 12 °C minimum.

The substrates tested were composed of peat and compost in different proportions (v/v, v/v): 60/40, 40/60 and 20/80, respectively, which were the treatments. Lulo seeds were germinated on these substrates, each replicated four times. The experiment was completely randomized, with four replications. The experimental unit consisted of 32 seedlings for each treatment (substrate).

The Table 1 shows the physical and chemical characteristics of the substrates used in the study. This parameters of pH and bulk density, reported by Gómez-Merino *et al.* (2013), were

constituyeron los tratamientos evaluados. Las semillas de lulo fueron germinadas en estos sustratos, cada uno replicado cuatro veces. El experimento fue completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por 32 plántulas por cada tratamiento (sustrato).

En el Cuadro 1 se muestran las características físicas y químicas de los sustratos empleados en el estudio. Para ello se tuvieron en cuenta los parámetros de pH y densidad aparente, reportados por Gómez-Merino *et al.* (2013), y complementariamente analizaron parámetros importantes relacionados con la salinidad como conductividad eléctrica (CE), sodio, cloruro y bicarbonato solubles.

Cuadro 1. Características físicas y químicas de los sustratos empleados en esta investigación.

Table 1. Physical and chemical properties of the substrates used in this study features.

Tratamiento Turba/composta (v/v)	pH [§]	CE, dS m ⁻¹	Densidad aparente [§] , g cm ⁻³	Na ⁺ , meq L ⁻¹	Cl ⁻ , meq L ⁻¹	HCO ₃ ⁻ , meq L ⁻¹
60/40	6.36	1.74	0.21	0.66	0.75	3.25
40/60	6.51	2.11	0.25	0.66	1.12	4.5
20/80	6.64	2.43	0.3	0.704	1	6.5

[§]Gómez-Merino *et al.* (2013).

Sesenta días después de la siembra se evaluaron los parámetros de crecimiento directos tales como: área foliar y biomasa seca de hojas y raíces. El área foliar se midió con un integrador LI-COR LI3100C; a partir de ésta se calcularon, de acuerdo a lo descrito por Poorter *et al.* (2012) los siguientes índices de crecimiento: razón de área foliar (RAF), área foliar entre el peso seco total de la planta; área foliar específica (AFE), área foliar entre el peso seco de hojas; proporción de hoja ph, proporción del peso de biomasa seca total que tienen las hojas); y proporción de raíz (PR), proporción del peso de biomasa seca total que tienen la raíz). Con los resultados se hizo un análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) con el software Statistical Analysis System (SAS, 2011).

La forma más sencilla y directa de evaluar el efecto un determinado factor ambiental en el desarrollo de las plantas es aplicar este factor a dos o más niveles en diferentes subgrupos durante un periodo de tiempo. Con esto, las mediciones detalladas pueden contribuir al entendimiento de la manera en que la fotosíntesis, respiración, área foliar específica y distribución de biomasa seca, son afectadas por los tratamientos (Poorter *et al.*, 2012). En este estudio se variaron los niveles de la composta (40, 60 y 80%) en el sustrato y se estimó el índice de crecimiento para evaluar los efectos de estas variaciones.

taken into account, and analysed important complementary parameters related to salinity as electrical conductivity (EC), sodium, chloride and bicarbonate soluble.

Leaf area and dry biomass of leaves and roots: sixty days after sowing direct parameters such as growth were evaluated. Leaf area was measured with a LI-COR LI3100C integrator; from this were calculated according to that described by Poorter *et al.* (2012) the following growth rates: leaf area ratio (RAF), the total leaf area of the plant dry weight; specific leaf area (SLA), leaf area between the dry weight of leaves; ph leaf ratio, proportion of the total dry weight of biomass having leaves); and root ratio (PR),

a proportion of total dry weight of biomass having the root). With the results, an analysis of variance and Tukey comparisons were made ($\alpha=0.05$) using the Statistical Analysis System (SAS, 2011) software.

The easiest and most direct way to assess the effect a given environmental factor in the development of plants is to apply this factor to two or more levels in different subgroups over a period of time. With this, the detailed measurements can contribute to the understanding of how photosynthesis, respiration, specific leaf area and distribution of dry biomass are affected by the treatments Poorter (2012). In this study, the levels of the compost (40, 60 and 80%) in the substrate were varied and the growth rate was calculated to evaluate the effects of these variations.

The RAF is an indicator of the balance between the potential photosynthetic capacity and respiratory cost; i.e. it is a measure of the photosynthetic capacity per unit of plant biomass (Amanullah *et al.* 2007). This research shows that the increase in the proportion of compost in the substrate (80% v / v), significantly reduced the rate of leaf area; conversely, increasing the substrate peat increases this parameter as well. Numerically obtained 450 cm²g⁻¹ of RAF and 20/80 treatment to 650 and 730 to 60/40 and 40/60 respectively. It is worth noting that treatments 1 and

La RAF es un indicador del balance entre la capacidad potencial de fotosíntesis y el costo respiratorio; es decir, es una medida de la capacidad fotosintética por unidad de biomasa de la planta (Amanullah *et al.*, 2007). En esta investigación se muestra que el incremento en la proporción de composta en el sustrato (80% v/v), reduce significativamente la razón de área foliar; por el contrario, el incremento de turba en el sustrato aumenta este parámetro. En términos numéricos se obtuvieron 450 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ de RAF para el tratamiento 20/80 y hasta 650 y 730 para 60/40 y 40/60, respectivamente. Vale la pena señalar que los tratamientos 1 y 2 no mostraron diferencias significativas entre ambos ($p > 0.05$). Estos resultados sugieren que la composta en alta concentración reduce el tamaño de las hojas (Figura 1).

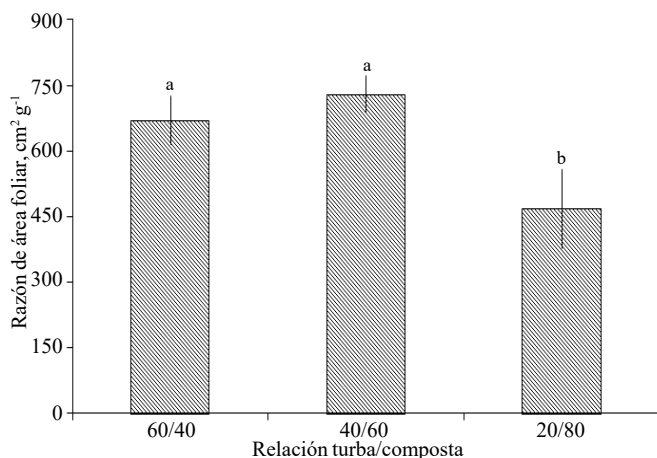


Figura 1. Razón de área foliar (RAF) de plántulas de lulo establecidas en sustratos orgánicos constituidos por turba y composta en distintas proporciones. Medias \pm DE con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 1. Ratio of leaf area (RAF) of lulo seedlings established in organic substrates made of peat and compost in different proportions. Mean \pm SD with different letters indicate statistically significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

La AFE (Figura 2) es un indicador del grosor relativo de la hoja y desde el punto de vista funcional y ecológico es un rasgo morfológico de gran trascendencia, dado que éste puede explicar hasta 80% de la variación en las tasas de crecimiento (Villar *et al.*, 2004). Este índice mostró la misma tendencia que se observó en RAF. La media más alta se registró con la relación 40/60 de turba/composta en el sustrato, seguida del tratamiento con 60/40 de turba/composta, sin que exista diferencia estadística entre estos dos tratamientos (60/40 y 40/60 turba/composta, v/v).

2 showed no significant difference between them ($p > 0.05$). These results suggest that the high concentration compost reduces the size of the leaves (Figure 1).

The AFE (Figure 2) is an indicator of the relative thickness of the leaf and functionally and ecologically is a morphological feature of great importance, since it can account for up to 80% of the variation in growth rates (Villar *et al.*, 2004). This index showed the same trend observed in RAF. The highest average was recorded with the ratio 40/60 peat/compost in the substrate, followed by treatment with 60/40 peat/compost, with no statistical difference between these two treatments (60/40 and 40/60 peat/compost, v/v). These statistically exceed the processing with the highest proportion of compost (20/80 peat/compost) on average 32.93%.

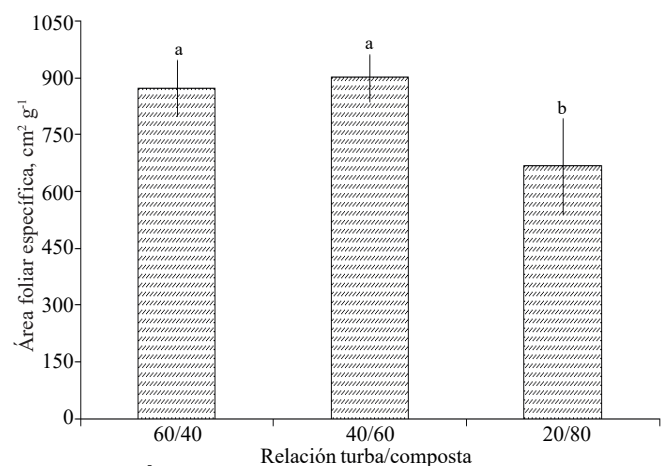


Figura 2. Área foliar específica (AFE) plántulas de lulo establecidas en sustratos orgánicos constituidos por turba y composta en distintas proporciones. Medias \pm DE con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 2. Specific leaf area (SLA) lulo seedlings established in organic substrates made of peat and compost in different proportions. Mean \pm SD with different letters indicate statistically significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

The results of the PH index (Figure 3) show statistically significant differences between the three treatments, with the same general trend in RAF and AFE. The largest proportion of leaves was observed in plants under treatment 40/60 (peat / compost), followed by treatment plants subject to 60/40, while the smaller proportion is observed in 20/80 treatment. The pH is an indicator of the proportion of total plant biomass distributed blades, which represents a measure of investment in photosynthetic organs (Villar *et al.*, 2004).

Éstos superan estadísticamente al tratamiento con la mayor proporción de composta (20/80 de turba/composta), en promedio, 32.93%.

Los resultados del índice PH (Figura 3) muestran diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos, con la misma tendencia general registrada en RAF y AFE. La mayor proporción de hojas se observó en plantas bajo el tratamiento 40/60 (turba/composta), seguida de las plantas sujetas al tratamiento 60/40, en tanto que la menor proporción se observó en el tratamiento 20/80. La PH es un indicador de la proporción del total de la biomasa que la planta distribuye a las hojas, por lo que representa una medida de inversión en órganos fotosintéticos (Villar *et al.*, 2004).

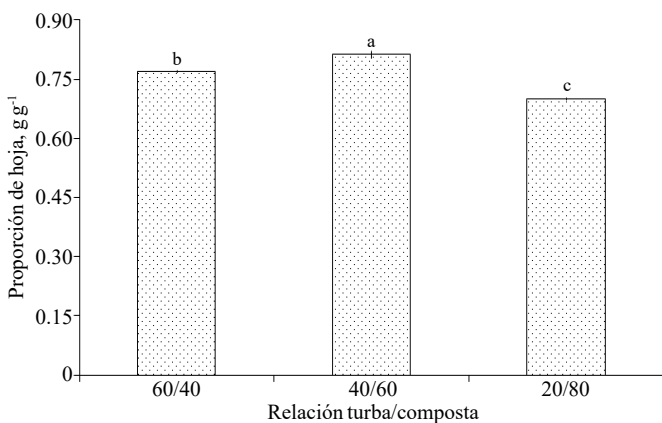


Figura 3. Proporción de hoja (PH) de plántulas de lulo establecidas en sustratos orgánicos constituidos por turba y composta en distintas proporciones. Medias \pm DE con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 3. Leaf ratio (PH) lulo seedlings established in organic substrates made of peat and compost in different proportions. Mean \pm SD with different letters indicate statistically significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

Los tratamientos afectaron significativamente la proporción de raíz (PR). La mayor PR se registró en el tratamiento con mayor proporción de composta en el sustrato (80%) (Figura 4) en tanto que la menor PR se observó en plantas tratadas con 40/60 (turba/composta). Las variaciones en PR debidas a factores abióticos son variables. Por ejemplo, en plántulas de limón (*Citrus limon*) la PR se redujo conforme el nivel de salinidad del medio de crecimiento aumentó (Cámara *et al.*, 2003), mientras que en plántulas de naranja (*Citrus sinensis*),

The treatments significantly affected the root ratio (PR). Most PR were reported in the treatment with a higher proportion of compost in the substrate (80%) (Figure 4) while the lower PR was observed in plants treated with 40/60 (peat/compost). PR variations caused by abiotic factors are variable. For example, seedlings of lemon (*Citrus limon*) the PR was reduced as the salinity of the growth medium increased (House *et al.*, 2003), while seedlings orange (*Citrus sinensis*), this increased to salinity (House *et al.*, 2004). Furthermore, it is reported that high levels of PR may be advantageous in drought or nutrient limitation (Villar *et al.*, 2004).

In this study, the lowest proportions of compost in the substrate (40 and 60%) resulted in lower value of PR, which, according to De Grazia *et al.* (2006) indicates a more efficient absorption of water and nutrients to meet the demand of seedlings.

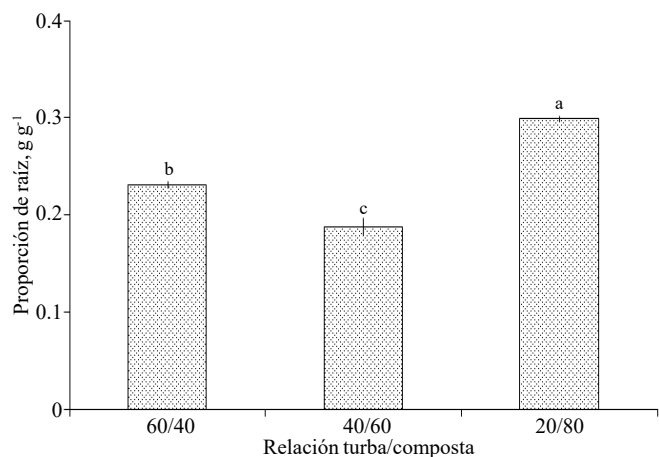


Figura 4. Proporción de raíz (PR) de plántulas de lulo establecidas en sustratos orgánicos constituidos por turba y composta en distintas proporciones. Medias \pm DE con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Figure 4. Root ratio (PR) lulo seedlings established in organic substrates made of peat and compost in different proportions. Mean \pm SD with different letters indicate statistically significant differences (Tukey, $p \leq 0.05$) between treatments.

The high proportion (80%) of compost in the substrate significantly reduced growth rates, mainly due to elevated EC, Na⁺, Cl⁻ and HCO₃⁻ (Table 1). Zubillaga and Lavado (2001) reported that, the use of compost, while bringing nutrients has as main disadvantage the presence of high concentrations of soluble salts, which limits the extent to

ésta se incrementó con la salinidad (Cámara *et al.*, 2004). Además, se ha descrito que valores altos de PR podría representar una ventaja en situación de sequía o limitación de nutrimentos (Villar *et al.*, 2004).

En este estudio, las menores proporciones de composta en el sustrato (40 y 60%) ocasionaron menor valor de PR, lo cual, de acuerdo con De Grazia *et al.* (2006), indica una mayor eficiencia de absorción de agua y nutrimentos que satisface la demanda de las plántulas.

La alta proporción (80%) de composta en el sustrato redujo significativamente los índices de crecimiento, debido principalmente a altos valores de CE, Na⁺, Cl⁻ y HCO₃⁻ (Cuadro 1). Zubillaga y Lavado (2001), reportan que el uso de compostas, si bien aporta nutrimentos, tiene como principal desventaja la presencia de altas concentraciones de sales solubles, que limita la proporción en que puede ser usada en mezclas para sustratos. En particular en esta especie, Gómez-Merino *et al.* (2013) indican que proporciones de composta del 80% en el sustrato en combinación con perlita, si bien incrementan la germinación de semillas, provocan crecimiento lento y en consecuencia menor calidad de plántulas para el trasplante.

Conclusiones

Las compostas pueden ser usadas en la producción de plántulas de lulo en combinación con turba en proporciones no mayores a 60% en el sustrato. Esto debido a que mayor proporción de composta en el sustrato reduce la índices de crecimiento en cuanto a la relación de área foliar (RAF), el área foliar específica (AFE) y la proporción de hojas (PH), aunque aumenta la proporción de raíz (PR). Éste efecto negativo sobre PR se relaciona con aumentos en la conductividad eléctrica, y los niveles de Na⁺, Cl⁻ y HCO₃⁻ solubles, encontrados en el sustrato.

Literatura citada

Amanullah, H. M. J.; Nawab, K. and Ali, A. 2007. Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of maize (*Zea mays* L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal*. 2(3):235-243.

which mixtures can be used for substrates. Particularly in this species, Gómez-Merino *et al.* (2013) indicate which composted proportions 80% on the substrate in combination with perlite, although increase seed germination, cause slow growth and consequently inferior seedlings for transplantation.

Conclusions

The results of this research support the conclusion that the compost can be used in the production of lulo seedlings in combination with peat at rates no higher than 60% in the substrate. This is due to higher proportion of compost in the substrate reduces the growth rates in terms of leaf area ratio (RAF), specific leaf area (SLA) and the proportion of leaves (PH), although the proportion of root (PR). This negative effect on PR is associated with the electrical conductivity increases, and the level of Na⁺, Cl⁻ and soluble HCO₃⁻, found in the substrate.

End of the English version



- Cámara, Z. J. M.; Nieves, M. and Cerdá, A. 2003. Improvement in growth and salt resistance of lemon (*Citrus limon*) trees by an interstock-induced mechanism. *Tree Physiology*. 23:879-888.
- Cámara, Z. J. M.; Cerdá, A. and Nieves, M. 2004. Interstock-induced mechanism of increased growth and salt resistance of orange (*Citrus sinensis*) trees. *Tree Physiology*. 24:1109-1117.
- De Grazia, J.; Tittonell, P. A. y Chiesa, Á. 2006. Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). *Ciencia e Investigación Agrícola*. 34(3):195-204.
- Gómez-Merino, F. C.; Trejo-Téllez, L. I.; García-Albarado, J. C. y Morales-Ramos, V. 2013. Lulo (*Solanum quitoense* Lamarck.) como nuevo elemento del paisaje en México: germinación y crecimiento en sustratos orgánicos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5:877-887.
- Hunt, R. 2003. Growth analysis, individual plants. *In*: Thomas, B.; Murphy, D. J. and Murray, D. (Eds.). 2003. *Encyclopaedia of applied plant sciences*. Academic Press. London. 588-596 pp.
- Medina, C. I.; Lobo, M. y Martínez, E. 2009. Revisión del estado del conocimiento sobre la función productiva del lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 23(10):167-179.
- Mejía, D. C. M.; Gaviria, A. D.; Duque, C. A. L.; Rengifo, R. L.; Aguilar, F. E. and Alegría, S. A. H. 2012. Physicochemical characterization of the lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Castilla variety in six ripening stages. *Vitae*. 19(2):157-162.

- Oda, M. 2007. Raising of vigorous and valuable seedlings. Regul. Plant Grow. Development. 42:176-182.
- Poorter, H.; Niklas, K. J.; Reich, P. B.; Oleksym J.; Poot, P. and Mommer, L. 2012. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist. 193:30-50.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2011. SAS user's guide. Statistics. Version 9.3. SAS Inst., Cary, NC. USA. Quality, and elemental removal. J. Environ. Qual. 512 p.
- Villar, R.; Ruiz-Robledo, J.; Quero, J. L.; Poorter, H.; Valladares, F. y Marañón, T. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. In: Valladares, F. (Ed.). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid, España. 191-227 pp.
- Zubillaga, M. S. and Lavado, R. S. 2001. Biosolids compost as component of potting media for bedding plants. Gartenbauwissenschaft. 66:304-309.