

Arcillas expandidas como sustrato en el enraizamiento de especies arbustivas ornamentales

Expanded clay aggregates as substrate in rooting of ornamental shrubs

N. Maciel y S. Parra

Programa Horticultura, Postgrado Agronomía, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Apartado 400, Barquisimeto 3001, Lara, Venezuela.

Resumen

Se evaluó el efecto de la granulometría de arcillas expandidas aciduladas (Aliflor®) o no (Aliven®) como sustrato único de enraizamiento en estacas de *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Variegata’ y ‘Alba’, *Ligustrum sinense* ‘Variegatum’ y *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’ bajo umbráculo con micro-aspersión. La biomasa seca de la estaca fue determinada a los 15, 30 y 45 días. En todos los tratamientos ocurrió enraizamiento; sin embargo, se presentó variación según el cultivar, la acidulación y granulometría del medio. Estos agregados, también facilitaron el manejo de las estacas a raíz desnuda con aspecto limpio, propiciando el manejo de un sustrato a nivel nacional uniforme que podría replicar resultados y estandarizar procedimientos de propagación.

Palabras clave: arcilla expandida, *Duranta*, enraizamiento, *Ligustrum*, *Pittosporum*.

Abstract

The size effect of expanded clay aggregate, acidulated (Aliflor®) or not (Aliven®), was evaluated as substrate for rooting cuttings of *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Variegata’ and ‘Alba’, *Ligustrum sinens* ‘Variegatum’ and *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’ with microsprinkler under shadehouse conditions. The dry weight of root cuttings was determined at 15, 30 and 45 days. Rooting occurred in all treatments; however, variation was showed according to

the cultivar with the acidulation and the granulometry of the aggregates. These expanded clays, may facilitate handling bare root cuttings looking clean and promote the management of a national uniform substrate which results could be replicated and the procedures standardized.

Key words: expanded clay, *Duranta*, rooting stake, *Ligustrum*, *Pittosporum*.

Introducción

En los últimos años, se han popularizado en la jardinería y paisajismo en Venezuela diferentes cultivares del garbancillo, fruta de paloma o limoncillo *Duranta erecta* L. (sin. *D. plumieri* Jacq. y *D. repens* L.) (Verbenaceae). Entre los cultivares que se adaptan a plena exposición solar en zonas calientes (Culbert, 2006), en el país son bastante utilizados ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Variegatum’ (‘Variegata’) y ‘Alba’. Por otra parte, arbustos como *Ligustrum sinense* Lour. ‘Variegatum’ (Oleaceae) y *Pittosporum tobira* (Thumb.) Aiton ‘Variegatum’ (Pittosporaceae) son también apreciados para zonas más frescas. La primera de estas dos especies es principalmente propagada por estaca y cultivada como seto, mientras que la última especie, que también se multiplica por acodo es más usada como espécimen y follaje de corte (Brickell y Zuk, 1997); mientras que *Duranta*, el seto más utilizado, es propagada por estaca terminal semileñosa; y según la época también puede ser subterminal (Ingram y Yeager, 2010).

Dependiendo de la especie a propagar, tipo de estaca, condiciones ambientales e instalaciones de propagación (Hartman *et al.*, 2011), la multiplicación mediante estacas, puede requerir de sustratos con característi-

Introduction

In the last years, *Duranta erecta* L. (sin. *D. plumieri* Jacq. and *D. repens* L.) (Verbenaceae) has become popular in gardening and landscaping in Venezuela. Among the cultivars that adapt to full sunlight in hot areas (Culbert, 2006), in the country ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Variegatum’ (‘Variegata’) and ‘Alba’ are fairly used. On the other hand, shrubs such as *Ligustrum sinense* Lour. ‘Variegatum’ (Oleaceae) and *Pittosporum tobira* (Thumb.) Aiton ‘Variegatum’ (Pittosporaceae) are also appreciated for cooler areas. The first of these two species is mainly propagated by stake and cultivated as a hedge, while the latter species, which also multiplies by layering is more used as specimen and cut foliage (Brickell and Zuk, 1997); meanwhile *Duranta*, the most widely used hedge, is spread by semi-woody terminal stake; and according to the season can also be sub-terminal (Ingram and Yeager, 2010).

Depending on the species to spread, type of stake, environmental conditions and facilities of propagation (Hartman *et al.*, 2011), the multiplication by stakes, may require of substrates with specific characteristics. During the rooting, it is essential to keep appropriate humidity conditions so the stake does not dehydrate or flood (soak) and the

cas específicas. Durante el enraizamiento es indispensable mantener condiciones adecuadas de humedad para que la estaca no se deshidrate o inunde (encharque) y la supervivencia sea lo más alta posible, y para ello, el medio de enraizamiento se selecciona y formula atendiendo a las variables ya mencionadas. La arcilla expandida, es un producto manufacturado de origen mineral que provee estabilidad y porosidad para la aireación y movimiento del agua (Fonteno, 1996; Pickens, 2008) que asegura el nivel de hidratación de la estaca en la cama de enraizamiento durante esta fase de evaluación. Estos conglomerados de arcillas califican como materiales granulares de fracción gruesas (Ansorena, 1994) que cuando son usadas como componentes únicos del medio de enraizamiento pueden aportar ventaja a la fase de comercialización. Su conformación estructural esférica y suelta permiten separar fácilmente las raíces, propiciando comercializar una estaca a raíz desnuda de buen aspecto y calidad. Así mismo, el suministro y homogeneidad de los materiales a ser usados como sustrato (Lemaire *et al.*, 2005), su costo y versatilidad que ofrecen son aspectos a considerar; siendo de importancia hortícola aquellos componentes poco variables que permitan la sanidad vegetal y programación.

El objetivo del trabajo fue caracterizar físicamente arcillas expandidas ampliamente disponibles en el mercado nacional y evaluarlas considerando diferentes granulometrías y pH como sustrato para el enraizamiento de estacas de algunos arbustos ornamentales.

survival be the highest possible, and for this reason, the rooting medium is selected and formulated according to the aforementioned variables. The expanded clay, is a manufactured product of mineral origin, which provides stability and porosity for aeration and water movement (Fonteno, 1996; Pickens, 2008) that ensures the level of hydration of the stake in the rooting bed during this phase of evaluation. These conglomerates of clay qualify as thick granular fraction materials (Ansorena, 1994) that when used as a unique component of the rooting medium can provide advantages during the marketing stage. Its spheroidal and loose structural conformation allows to easily dividing the roots, propitiating the commercialization of stake to bare-root seedlings with good appearance and quality. Likewise, the supply and homogeneity of the materials to be used as a substrate (Lemaire *et al.*, 2005), its cost and versatility that offer are aspects to be considered; with horticultural importance those with little variable components that enable the plant's health and programming.

The objective of this research was to perform a physical characterization of widely expanded clay available in the domestic market, and evaluate them considering different particle sizes and pH as a substrate for the rooting of stakes of some ornamental shrubs.

Materials and methods

The research was conducted at the Agronomy Master Program located in Cabudare, Palavecino County, Lara

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Posgrado de Agronomía ubicado en Cabudare, Municipio Palavecino del estado Lara, Venezuela, a 10°01'30" N, 69°16'30" O y altitud de 490 msnm.

Para evaluar las arcillas expandidas esferoides comercializadas en el país como componente único de sustrato para enraizar estacas, se utilizaron las marcas nacionales Aliven® (agregado liviano destinado a la construcción civil) y Aliflor® (producto dirigido a la horticultura) considerando el respectivo tratamiento de acidulación, por ende de pH que diferencia a la segunda de la primera marca, y la separación granulométrica de estos conglomerados. Se realizó separación por tamaño de agregados con el uso secuencial de tamices de aperturas distintas (cuadrículas de 15; 8,5; 5,5 y 1,5 mm por lado), obteniéndose las fracciones: mayor a 15 mm, entre 15 y 8,6; de 8,5 a 5,6 y de 5,5 a 1,6 mm.

Por carecer de regularidad estructural y propiciar mayor uniformidad se descartaron fracciones menores a 1,5 mm. Seguidamente se caracterizaron empleando metodología de los porómetros, con la adaptación señalada por Pire y Pereira (2003) para estimar la porosidad total (%), porosidad de aireación (%), capacidad de retención de agua (%), densidad aparente (Mg.m^{-3}) y densidad de partículas (Mg.m^{-3}) (Ansorena, 1994). Tanto el pH como conductividad eléctrica (CE) se determinaron antes del ensayo. Posteriormente, y previo al enraizamiento, se procedió a colocar las fracciones de las arcillas en bandejas rectangulares

state, Venezuela, 10°01'30" N, 69°16'30" W altitud de 490 masl.

To evaluate the expanded spheroids clays marketed in the country as a unique component of substrate for rooting cuttings, were used the national brands Aliven® (light aggregate committed to civil construction) and Aliflor® (a product directed to horticulture) considering the respective treatment of fermentation, hence of pH that differs from the first brand, and the particle separation of these conglomerates. The separation was performed by size of aggregates with the sequential use of sieves of different openings (grids of 15, 8.5, 5.5 and 1.5 mm per side), obtaining fractions: greater than 15 mm, 15-8.6, 8.5 to 5.6 and 5.5 to 1.6 mm.

By lacking of structural regularity and leading greater uniformity fractions less than 1.5 mm were committed. They were then characterized using methodology of the pyrometers, adapted as designated by Pire and Pereira (2003) to estimate total porosity (%), porosity aeration (%), water (%), bulk density (Mg.m^{-3}) and density of the particles (Mg.m^{-3}) (Ansorena, 1994). Both the pH and electrical conductivity (EC) were determined before the essay. Later, and before the rooting, it was proceeded to place the fractions of clay in rectangular trays (25 x 15 x 6 cm) staying 7 days immersed with distilled water.

The materials to be rooted were collected in the gardens of the institution in March of four cultivars of *D. erecta* ('Gold Mound', 'Green and Gold', 'Variegata', 'Alba') and one in *L. sinense* 'Variegatum' and *P. tobira* 'Variegatum'. 15 cm semi-hardwood

(25x15x6 cm) permaneciendo 7 días en inmersión con agua destilada.

Los materiales a enraizar fueron recolectados en los jardines de la institución en marzo de cuatro cultivares de *D. erecta* ('Gold Mound', 'Green and Gold', 'Variegata', 'Alba') y uno en *L. sinense* 'Variegatum' y *P. tobira* 'Variegatum'. Se emplearon estacas semileñosas de 15 cm con cuatro hojas en la porción distal, excepto en *D. erecta* 'Variegata' con dos hojas. Estas se sumergieron por su extremo proximal en 1000 ppm de ANA (ácido naftalenacético) durante un minuto, previo a su disposición en el sustrato y ubicación en umbráculo (70% restricción de irradiación) bajo micro-aspersión automatizada a la frecuencia de 15 segundos de aspersión cada 5 minutos.

Se conformaron seis tratamientos, más un séptimo de referencia conformada por arena y aserrín de coco en proporción volumétrica 1:1. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 24 estacas por tratamiento para cada cultivar. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días luego de colocadas a enraizar, y mediante la selección al azar de seis por tratamiento y fecha; el porcentaje de materia seca siguió el método estándar en estufa. Los datos se procesaron con Statistix versión 8.0.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se presentan las características físicas y químicas de las arcillas expandidas no aciduladas (Aliven®) y aciduladas (Aliflor®) según su tamaño obtenido mediante tamices.

stakes were used with four leaves in the distal portion, except in *D. erecta* 'Variegata' with two leaves. These were submerged by its proximal end in 1000 ppm of ANA (naftalenacético acid) for one minute, before its disposal in the substrate and location in greenhouse (70% restriction of irradiation) under micro-sparkling automated frequency of 15 seconds of spraying every 5 minutes.

Six treatments were formed, and one-seventh of reference consisting of sand and coconut sawdust in a 1:1 volumetric ratio. A completely split plot randomized design was used with 24 stakes by treatment for each cultivar. Assessments were conducted at 15, 30 and 45 days then placed to root, and by the random selection of six by treatment and date; the dry matter percentage followed the standard method in an oven. The data was processed with Statistix version 8.0.

Results and discussion

In table 1, the physical and chemical characteristics of non-acidulated expanded clays (Aliven®) and acidulated (Aliflor®) are presented according to their size obtained by using sieves.

Physical characteristics: the variable humidity percentage (% H) tended to increase as the particle size of the expanded conglomerate reduced, ranging from 26.63 to 33.46% Aliven® and from 26.00 to 34.69% in Aliflor®, showing major differences between both brands. The opposite occurred in terms of the total porosity (% PT), where in addition to the differences between Aliven® and Aliflor® the latter

Cuadro 1. Características físicas y químicas de arcillas expandidas no aciduladas (Aliven®) y aciduladas (Aliflor®) según granulometría (tamiz de 15; 8,5; 5,5 y 1,5 mm).

Table 1. Physical and chemical characteristics of non-acidulate expanded clays (Aliven®) and acidulated (Aliflor®) according to their grain size (sieve of 15; 8.5; 5.5 and 1.5 mm).

Tratamientos		Variables							
		Físicas*					Químicas		
Producto	Granulo-metría AT (mm)	H(%)	PT (%)	PA (%)	CRA (%)	DA (Mg.m ⁻³)	DP (Mg.m ⁻³)	pH	CE (dS.m ⁻¹)
Aliven® no	>15	26,63	46,58	35,69	10,89	0,41	0,77	8,69	68,12
	15 a 8,6	33,67	45,19	33,11	12,08	0,36	0,66	8,49	80,80
Acidulado	8,5 a 5,6	32,54	47,47	33,86	13,61	0,42	0,80	8,98	95,10
	5,5 a 1,6	33,46	44,44	29,03	15,41	0,46	0,83	8,46	103,14
Aliflor® Acidulado	>15	26,00	52,13	28,70	7,12	0,27	0,43	6,58	102,98
	15 a 8,6	28,99	49,23	32,29	8,42	0,29	0,49	6,63	126,58
	8,5 a 5,6	30,97	40,72	35,05	14,17	0,35	0,70	6,69	134,92
	5,5 a 1,6	34,69	35,82	38,47	13,67	0,40	0,83	6,65	113,52

AT: apertura de los tamices; H: porcentaje de humedad; PT: porcentaje de porosidad total; PA: porcentaje de porosidad de aireación; CRA: capacidad de retención de humedad; DA: densidad aparente; DP: densidad de partículas; CE: conductividad eléctrica. *Caracterización física mediante porómetro.

Características físicas: La variable porcentaje de humedad (H%) tendió a incrementar a medida que la granulometría del conglomerado expandido disminuyó, variando desde 26,63 hasta 33,46% en Aliven® y desde 26,00 a 34,69% en Aliflor®, apreciándose mayores diferencias entre ambas marcas. Lo inverso ocurrió en cuanto a la porosidad total (PT%), donde además de las diferencias entre el Aliven® y el Aliflor® al presentar este último un rango de porosidad más amplio. La tendencia fue a disminuir con la menor granulometría. Mientras que, la porosidad de aireación (PA%) fue contraria en ambos productos, siendo decreciente en Aliven® (35,69 a 29,03%) y creciente en Aliflor® (28,70 a 38,47%).

La capacidad de retención de humedad (CRA%), aunque mayor en Aliven® que en Aliflor®, ambos productos aumentaron al disminuir el tamaño de los conglomerados. Los valores porcentuales de humedad para estas arcillas estuvo por debajo de los de la cáscara de arroz reportados por Pire y Pereira (2003), diferencias que podrían ser atribuidas a la naturaleza del material, sus cubiertas, conformación y dimensión de las estructuras. Cabe considerar que la estructura interna de las arcillas expandidas fue porosa (Pickens, 2008), por lo cual presentó gran capacidad de retener o drenar el agua. En el caso de la propagación bajo un sistema de nebulización estos conglomerados arcillosos podrían garantizar un balance de humedad regulable o programada durante la fase de enraizamiento, siendo una alternativa promisorio y longeva ambientalmente sustentable para la multiplicación.

present a broader range of porosity. The tendency was to reduce with the lowest granulometry. Meanwhile, the aeration porosity (% PA) was inconsistent in both products, decreasing in Aliven® (35.69 to 29.03%) and increasing in Aliflor® (28.70 to 38.47%).

The humidity retention capacity (CRA%), higher in Aliven® than in Aliflor®, both products increased by decreasing the size of the clusters. The humidity percentage values in these clays were below from those of the rice husks reported by Pire and Pereira (2003), differences that might be attributed to the nature of the material, their covers, conformation and size of the structures. It should be considered that the internal structure of the expanded clay is porous (Pickens, 2008), which presented great ability to retain or drain the water. In the case of the propagation under a misting system these clay conglomerates could ensure a balance of moisture, adjustable or programmed during the phase of rooting, being an environmentally sustainable longevity and promising alternative for multiplication

For the apparent density (AD), the tendency was to increase with the reduction of the grain, and the same one was superior in non-acidulous material (Aliven®). These AD values in both marks were lower than the reported by Pire and Pereira (2003) for materials like sand and soil (1.458 and 1.019 Mg.m⁻³, respectively). A similar tendency presented the particles density (PD), increasing when reducing the granulometry; nevertheless, the above mentioned

Para la densidad aparente (DA), la tendencia fue a aumentar con la disminución de la granulometría, y la misma fue superior en el material no acidulado (Aliven®). Estos valores de DA en ambas marcas fueron inferiores a los reportados por Pire y Pereira (2003) para materiales como la arena y suelo (1,458 y 1,019 Mg.m⁻³, respectivamente). Tendencia semejante presentó la densidad de partículas (DP), aumentando al disminuir la granulometría; sin embargo, dicho incremento abarcó un rango mayor en el Aliflor®, y cuyos valores superaron a 0,1 Mg.m⁻³ señalado por Pire y Pereira (2003) para la cáscara de arroz y que propiciaron la inestabilidad de las plantas, a los que estas arcillas fueron menos proclives.

Características químicas: se pudo constatar que el Aliflor®, producto comercializado para uso hortícola, presentó pH entre 6,58 y 6,69, valores que permiten a la mayoría de las plantas disponer adecuadamente de los nutrientes requeridos para sus procesos de crecimiento y desarrollo que el Aliven®, cuyos valores variaron en el pH entre 8,46 y 8,49. De acuerdo al cuadro 1, la conductividad eléctrica (CE) fue ligeramente más alta en Aliflor® (de 102,98 a 134,92 unidades) que en Aliven® (68,12 a 103,14 unidades) y la misma incrementó con la menor granulometría; sin embargo, en ambos productos dichos valores se encontraron dentro de rangos adecuados para el uso como sustratos.

Enraizamiento: Puede señalarse que los sustratos evaluados permitieron el enraizamiento de los diferentes materiales vegetales, sin pérdida o mortalidad alguna. En el cuadro 2 se

covered a higher rank in Aliflor®, and which values overcame 0.1 Mg.m⁻³ indicated by Pire and Pereira (2003) for the rice rind and that caused the instability of the plants, to that these clays were less prone.

Chemical characteristics: It was possible to state that the Aliflor®, product commercialized for horticultural use, presented a pH between 6.58 and 6.69, values that allow most of the plants to arrange appropriately the nutrients needed for its growing and development processes that Aliven®, which values varied in the pH from 8.46 to 8.49. According to table 1, the electrical conductivity (EC) was slightly higher in Aliflor®, (from 102.98 to 134.92 units) than in Aliven®, (68.12-103.14 units) and it increased with smaller particle size; however, in both products, these values were found within suitable ranges to be used as substrates.

Rooting: It can be indicated that the evaluated substrata allowed the rooting of the different plant materials, without any lost or mortality. In picture 2 are presented the effects of the non-acidulate expanded clays (Aliven®) and acidulated (Aliflor®) according to its granulometry in the dry biomass (g) of the stakes in different moments after initiated the spread for the cultivars in the three species, as well as the reference substratum (coconut sawdust 1/1, v/v).

Variation was observed among the treatments, it is important to mention that some clay grains were statistically higher or equal than the substrate reference. Regarding the cultivars, these did not present significant differences in the biomass of 'Gold Mount' at 15 and 30 days,

Cuadro 2. Efecto de las arcillas expandidas sin acidular (Aliven®) y aciduladas (Aliflor®) según su granulometría y sustrato testigo (arena-aserrín de coco) en la biomasa seca (g) de estacas en diferentes fases (15, 30 y 45 días) del enraizamiento de *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Alba’ y ‘Variegata’, *Ligustrum sinense* ‘Variegatum’ y *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’.

Table 2. Effect of non-acidulate expanded clays (Aliven®) and acidulated (Aliflor®) according to their grain size and the witness substrate (sand – coconut sawdust) in the same dry biomass (g) of stakes in different rooting phases (15, 30 and 45 days) of *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Alba’ and ‘Variegata’, *Ligustrum sinense* ‘Variegatum’ and *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’.

Material Vegetal: Especie & Cultivar	Momento de evaluación (días)	Arena-Aserrín de Coco (1:1, v:v)	Arcilla expandida no acidulada (Aliven®)			Arcilla expandida acidulada (Aliflor®)			Significancia
			Granulometría (mm)			Granulometría (mm)			
			15 a 8,5	8,4 a 5,5	5,4 a 1,5	15 a 8,5	8,4 a 5,5	5,4 a 1,5	
<i>Duranta repens</i>									
‘Gold Mound’	15	30,60	30,47	27,57	27,03	29,22	29,96	29,99	NS
	30	41,64	36,29	37,48	36,62	40,26	38,04	38,76	NS
	45	38,39 ^a	26,72 ^{bcd}	24,33 ^d	25,42 ^{cd}	31,35 ^b	28,91 ^{bcd}	38,39 ^a	*
‘Green and Gold’	15	28,86 ^{abc}	26,72 ^{abc}	24,23 ^{bc}	25,40 ^c	31,35 ^a	28,90 ^{abc}	30,25 ^b	**
	30	40,51 ^a	34,46 ^c	32,83 ^c	35,62 ^{bc}	39,61 ^{ab}	39,93 ^{ab}	41,13 ^a	*
	45	47,07 ^a	30,69 ^b	33,16 ^b	41,55 ^{ab}	35,18 ^{ab}	38,76 ^{ab}	39,45 ^{ab}	*
‘Alba’	15	33,38	37,76	37,28	39,64	33,19	37,69	38,80	NS
	30	36,89 ^b	45,27 ^a	37,41 ^b	43,59 ^{ab}	41,22 ^{ab}	40,05 ^{ab}	39,89 ^{ab}	*
	45	43,75	36,71	39,83	46,26	36,65	36,33	44,15	NS
‘Variegata’	15	34,08	36,46	39,19	39,19	37,53	36,18	41,35	NS
	30	34,25	42,69	35,02	39,62	40,54	40,89	41,05	NS
	45	34,32	42,28	38,41	38,47	38,68	42,05	45,07	NS

Medias con diferentes letras difieren significativamente según prueba de Tukey (P≤0,05).

Cuadro 2. Efecto de las arcillas expandidas sin acidular (Aliven®) y aciduladas (Aliflor®) según su granulometría y sustrato testigo (arena-aserrín de coco) en la biomasa seca (g) de estacas en diferentes fases (15, 30 y 45 días) del enraizamiento de *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Alba’ y ‘Variegata’, *Ligustrum sinense* ‘Variegatum’ y *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’ (Continuación).

Table 2. Effect of non-acidulate expanded clays (Aliven®) and acidulated (Aliflor®) according to their grain size and the witness substrate (sand – coconut sawdust) in the same dry biomass (g) of stakes in different rooting phases (15, 30 and 45 days) of *Duranta erecta* ‘Gold Mound’, ‘Green and Gold’, ‘Alba’ and ‘Variegata’, *Ligustrum sinense* ‘Variegatum’ and *Pittosporum tobira* ‘Variegatum’ (Continuation).

Material Vegetal: Especie & Cultivar	Momento de evaluación (días)	Arena-Aserrín de Coco (1:1, v:v)	Arcilla expandida no acidulada (Aliven [®]) Granulometría (mm)		Arcilla expandida acidulada (Aliflor [®]) Granulometría (mm)		Significancia		
			15 a 8,5	8,4 a 5,5	5,4 a 1,5	15 a 8,5	8,4 a 5,5	5,4 a 1,5	
<i>Duranta repens</i>									
<i>Pittosporum tobira</i> 'Variegatum'	15	41,84 ^a	39,80 ^{ab}	40,04 ^{ab}	42,52 ^a	42,25 ^a	41,09 ^{ab}	44,13 ^a	*
	30	47,68	40,49	41,30	43,52	42,37	45,87	43,72	NS
	45	55,49	41,12	45,99	48,79	44,30	44,62	42,73	NS

presentan los efectos de las arcillas expandidas sin acidular (Aliven®) y aciduladas (Aliflor®) según su granulometría en la biomasa seca (g) de las estacas en diferentes momentos después de iniciada la propagación para los cultivares en las tres especies, así como el sustrato de referencia (arena-aserrín de coco 1/1, v/v).

Se observó variación entre los tratamientos, siendo importante señalar que algunas de las granulometrías de las arcillas fueron superiores o iguales estadísticamente al sustrato referencia. Atendiendo a los cultivares, estos no presentaron diferencias significativas en la biomasa de 'Gold Mount' a los 15 y 30 días, mientras que a los 45 días si se detectaron diferencias, siendo superior el producto Aliflor® y donde la menor granulometría (5,4 a 1,5 mm; 38,39 g) se comportó igual al testigo.

Para 'Green and Gold' se detectaron diferencias significativas para todas las fechas evaluadas y con valores en general superiores e iguales al testigo para el Aliflor®. Para 'Alba' las diferencias se encontraron solo a los 30 días, siendo los sustratos, independientemente del tipo de producto superior o igual al testigo. En tanto que, en 'Variegata', el ANAVAR no detectó diferencias ni para el momento de evaluación ni en los tratamientos. En *L. sinense*, las diferencias en los tratamientos se encontraron solo a los 45 días, siendo las respuestas superiores en el Aliflor®, cuyo comportamiento fue igual al testigo. Esta respuesta diferencial en la última evaluación de *L. sinense* estuvo relacionada con el tiempo requerido para la formación de raíces y su crecimiento, aspecto semejante

meanwhile within 45 days differences were detected, being higher the product Aliflor® and where the lower grain size (5.4 to 1.5 mm; 38.39 g) behaved equally to the witness.

There were significant differences for "Green and Gold" in all the evaluated dates and with values, generally higher or equal to the witness for Aliflor®. For "Alba" the differences were found only at 30 days, being the substrates, no matter the type of product, higher or equal to the witness. Whereas, in 'Variegata', the ANAVAR did not detect differences for the moment of evaluation or in the treatments. In *L. sinense*, the differences in the treatments were only found to 45 days, being the highest answers in the Aliflor®, which behavior was equal to the witness. This differential response in the last assessment of *L. sinense* was related to the time required for the roots formation and its growth, similar to the 'Gold Mount' appearance. In the case of *P. tobira*, the response was opposite in the time, demonstrating differences after 15 days and with less effect on brands.

It was inferred that the differential rooting in these stakes primarily resulted from the plant materials; hence the formation of the callus prior to the roots, in response to their reservoir, photosynthetic capacity of leaves degree of woodiness and anatomy, as mentioned by Hartman *et al.* (2011).

Conclusion

The expanded clays, Aliven® and Aliflor® in the different evaluated

al de 'Gold Mount'. En el caso de *P. tobira*, la respuesta fue inversa en cuanto al tiempo, evidenciándose diferencias solo a los 15 días y con menor efecto en cuanto a las marcas.

Se infirió que el enraizamiento diferencial en estas estacas resultó principalmente de los materiales vegetales, por ende de la formación del callo previo a las raíces, atendiendo a sus reservas, capacidad fotosintética de las hojas grado de lignificación y anatomía, tal como señalan Hartman *et al.* (2011).

Conclusión

Las arcillas expandidas, Aliven® y Aliflor®, en las diferentes granulometrías evaluadas propiciaron buen enraizamiento de estacas de *D. erecta*, *L. sinense* y *P. tobira*, bajo micro-aspersión intermitente en umbráculo. La disponibilidad y relativa estabilidad de estos productos a nivel nacional, permitiría establecer procedimientos estándar de comercialización de estas estacas a raíz desnuda.

Recomendaciones

La viabilidad de re-uso de las arcillas expandidas como sustrato de enraizamiento requiere ser abordado en atención al mantenimiento de su estabilidad estructural e inocuidad tóxica y sanitaria.

Agradecimiento

A Agregados Livianos C.A., por su apoyo con los productos y financiero mediante proyecto LOCTI 034-AG-

grains caused good stakes rooting of *D. erecta*, *L. sinense* and *P. tobira*, under intermittent micro-sprinkling in greenhouse conditions. The availability and relative stability of these products at national level, would allow establishing standard commercialization procedures of these stakes to bare root.

Recommendations

The re-use feasibility of the expanded clays as rooting substratum needs to be tackled bearing in mind the maintenance of its structural stability and sanitary harmlessness.

Acknowledgment

The authors thank "Agregados Livianos C.A" by the support provided by products and finance with the project LOCTI 034-AG-2009, especially to the engineer Anayansy Perozo.

End of english version

2009, con especial deferencia a Ing. Agr. Anayansy Perozo.

Literatura citada

- Ansorena, J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundiprensa. España. 192p.
- Brickell, C. y J.D. Zuk. (Eds). 1997. A-Z Encyclopedia of garden plants. The American Horticultural Society. DK Publishing, Inc. N.Y. 1092 pp.
- Culbert, D.F. 2006. *Duranta* cultivars. UF/IFAS Okeechobee County Extension Service. 2pp. <http://>

okeechobee.ifas.ufl.edu/
News%20columns/
Duranta.Cultivars.htm

Fonteno, W. C. 1996. Growing media: types and physical/chemical proprieties. Chap. 5. In: Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. Ball Publishing. USA. p. 93-122.

Hartman, H., D. Kester, F.T. Davies, R. L. Geneve. 2011. Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. 8th Ed. 915pp.

Ingram, D.L. y T.H. Yeager. 2010. Propagation of landscape Plants. University of Florida. USA. Florida Cooperative Extension Service. CIR579 15p.

Lemaire, F., A. Dartigues, L.M. Riviere, S. Charpentier y P. Morel. 2005. Cultivos en macetas y contenedores. Principios Agronómicos y aplicaciones. Edic. Mundi-Prensa. Madrid. España. 210 p.

Pickens, J.M. 2008. Evaluation of horticulture applications of light expanded clay aggregates. Auburn University, Alabama. USA. Master thesis. 101 p.

Pire, R. y A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. Bioagro. 15(1): 55-63.