OPTIMIZACIÓN DE LA SIEMBRA MANUAL DE VERDOLAGA (*PORTULACA OLERACEA* L.) EN BANDEJAS TIPO STYROFLOAT

L. J. LARA

Departamento de Fitotecnia UCLA. Barquisimeto (Lara). Venezuela

J. A. FERNÁNDEZ

Departamento de Producción Vegetal. UPCT. Cartagena (Murcia). España

RESUMEN

Los sistemas de cultivo sin suelo pueden mejorar la calidad de las hortalizas de hoja. La siembra manual de pequeñas semillas de vegetales en bandejas de celdas es una lenta e intensiva operación, que limita la capacidad de producción. Para realizar la siembra de semillas pequeñas, no peletizadas, se puede, manualmente, mezclar éstas con materiales sólidos tal que se diluya la cantidad de semillas en un volumen de sustrato y al aplicar esta mezcla se distribuye la semilla de manera uniforme. El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación y distribución de las semillas en las fisuras de las bandejas tipo styrofloat, al aplicar manualmente las semillas mezcladas con diferentes materiales sólidos. En las experiencias se emplearon semillas de *Portulaca oleracea* L. Se realizaron dos experimentos, midiéndose el porcentaje de germinación, la densidad de plantas y la cantidad de plántulas emergidas por fisura. El primero, tuvo un diseño completamente aleatorizado, con 8 tratamientos (arena de sílice seca, turba de granulometría menor de 4 mm y 2 mm Ø y vermiculita, y dos cantidades de semilla por cada material. En el segundo experimento el diseño fue también completamente aleatorizado con 6 tratamientos (turba de granulometría menor de 2 y 4 mm Ø y tres cantidades de semillas). La germinación resultó no afectada por los materiales, la densidad fue afectada por la cantidad de semillas pero no por el tipo de material y la distribución espacial de las semillas fue más uniforme con la turba en ambas granulometrías. En conclusión, la siembra manual de *Portulaca oleracea* se puede realizar mezclando la semilla con turba de granulometría menor de 2 ó 4 mm Ø, ya que se obtiene un adecuado porcentaje de germinación, una densidad poblacional dependiente de la cantidad de semillas y una distribución uniforme.

Palabras clave: *Baby leaf, cultivo hidropónico, sustratos, turba, distribución de semillas, germinación.*

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de cultivo sin suelo pueden mejorar la calidad de las hortalizas de hoja, tanto en pre cosecha como en pos cosecha (Fontana y Nicola, 2008). El rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento, y por su biomasa producida. Debido a esto, en la producción de hortalizas de hoja pequeña en el sistema de bandejas flotantes, uno de los procesos claves para el buen desarrollo del cultivo es la siembra uniforme y a una densidad adecuada, que depende de la especie y del material genético

Fernández *et al.* (2006) indican que ciertos recursos fitogenéticos autóctonos pueden ayudar a diversificar la oferta hortícola actual, convirtiéndose en una alternativa a los principales cultivos. La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una planta silvestre comestible muy apreciada en otras épocas y en la actualidad muchos autores la consideran apropiada para el consumo humano. Fernández, *et al.* (2007a) muestran que poco se conoce acerca de las mejores prácticas para cultivar la verdolaga de manera comercial y que es necesario realizar investigaciones para determinar las técnicas más adecuadas para esta especie, que permitan mejorar la producción. Sin embargo, Cros *et al.* (2007) apuntan que la verdolaga es una especie que se adapta bien al sistema de cultivo de bandejas flotantes produciendo altos rendimientos en cortos períodos de tiempo, además de ser rica en ácidos grasos, principalmente, ácidos –linolénico, linoléico, palmítico y esteárico.

Existen en el mercado diferentes equipos para la siembra mecánica que se adecuan al sistema de bandejas tipo styrofloat. En el caso de semillas muy pequeñas como las de la verdolaga, para alcanzar un nivel de eficiencia aceptable es necesario que estas estén peletizadas. Sin embargo, cuando se trata de unidades de explotación que no poseen maquinaria, la siembra tiene que realizarse de manera manual. En este sentido, Ogrizovic (1985) indica que la siembra ya sea manual o mecánica está afectada por el tamaño de la semilla, y que mientras la semilla es más pequeña la siembra se hace más ineficiente. Por otro lado, Gaikwad y Sirohi (2008) señalan que la siembra manual de pequeñas semillas de vegetales en bandejas de alveolos es una lenta e intensiva operación, y que tal labor limita la capacidad de producción de vegetales que tienen semillas pequeñas.

Baskin y Baskin (1998) indican que una variedad de sustratos se han probado en experimentos de germinación con resultados dispares. En la siembra de hortalizas en las bandejas tipo styrofloat se han probado diferentes sustratos (Nicola *et al*, 2007) y uno de los más comunes es el uso de turba ya que permite un desarrollo adecuado inicial de las plántulas (Cros, 2007).

Para realizar la siembra de semillas pequeñas no peletizadas se pueden mezclar éstas con materiales sólidos tal que se diluya la cantidad de semillas en un volumen de sustrato, y al aplicar esta mezcla se distribuye la semilla de manera uniforme; no obstante, se sabe que la homogeneidad en las mezclas sólidas depende de la forma, densidad y dimensiones de las partículas. En la industria farmacéutica, alimentaria y de fertilizantes, existen diferentes equipos que son capaces de mezclar eficientemente sustancias sólidas de distintas formas, dimensiones y densidades, sin embargo en el caso de realizar una mezcla manual de sólidos, y para lograr una alta uniformidad de mezcla, será más fácil si tienen tanto tamaño, forma y densidades de partículas similares.

Entre las características que tienen las especies silvestres y malas hierbas está que germinan en la superficie del suelo, y tanto la luz como la temperatura juegan un papel

importante en la estimulación de la germinación. Sin embargo, cada especie tiene características propias de requerimientos ecológicos para realizar el proceso de germinación, que a su vez, depende de múltiples factores. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la germinación y distribución de las semillas en las fisuras de las bandejas tipo styrofloat, al aplicar manualmente las semillas mezcladas con diferentes materiales sólidos adecuados para promover su germinación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ensayos de germinación

En primer lugar, se realizó un ensayo de germinación en condiciones óptimas para verdolaga (Cros, 2007), en cajas de petri con papel de filtro a 30 ºC día (14 h) y 25 ºC noche (10 h), empleando el la accesión 215 de la UPCT. Se midió la germinación a los tres días. Asimismo, se establecieron dos experimentos para evaluar el efecto de la luz sobre la germinación. Ambos experimentos fueron completamente aleatorizados con 2 tratamientos (luz y oscuridad), 5 repeticiones, utilizando cuatro accesiones seleccionadas aleatoriamente del banco de germoplasma de la UPCT. Cada unidad experimental fue una caja de petri con 25 semillas y la variable medida fue porcentaje de germinación 3 días después de la siembra. En el primero se realizó con papel filtro, la oscuridad se produjo con papel aluminizado, la temperatura no fue controlada y se realizó con luz natural, mientras que en el segundo se produjo la oscuridad con una capa de turba, en una cámara de crecimiento con temperatura 30 ºC de día (14 horas de luz) y 20 ºC de noche (10 horas de oscuridad).

Ensayos de mezcla de semillas de verdolaga con diferentes sustratos

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de diferentes tipos de material sobre el porcentaje de germinación, densidad poblacional y distribución espacial de las semillas entre las fisuras de las bandejas tipo styrofloat.

En el primer experimento se aplicó un diseño completamente aleatorizado con 8 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 14 fisuras. Las semillas utilizadas fueron de *Portulaca oleracea* accesión 215 del banco de semillas de la UPCT. Los tratamientos se muestran en la tabla 1. Los materiales que se utilizaron para realizar la mezcla con la semilla fueron: Arena de sílice cuya granulometría es de 0,25 a 1 mm de diámetro, vermiculita calibre de 0,5 a 3 mm y mezcla equilibrada de turba negra y rubia a la cual se uniformizó el tamaño de partículas utilizando cedazos de 4 mm y 2 mm. Se emplearon bandejas tipo styrofloat con fisuras troncocónicas. La parte inferior de la fisura (2 cm) fue rellenada con turba que por presión fue compactada, quedando ocupada solamente la parte inferior de la fisura. Luego en la parte superior de la fisura (1 cm aproximadamente), se colocó la mezcla del sustrato (arena, turba o vermiculita) con la semilla. Luego de realizada la siembra, las bandejas se colocaron directamente en las bancadas con agua, a la temperatura ambiente del invernadero, para promover la germinación. Las variables medidas fueron número de plántulas emergidas por fisura, densidad de plantas (número de plantas·m^{-2}) y porcentaje de germinación, que fue estimado relacionando el número de semillas contenidas en 0,1 g y la cantidad de plántulas por unidad experimental.

En un segundo experimento se realizó la evaluación del efecto del tamaño de la partícula de turba mezclada con la semilla de verdolaga sobre la germinación y la distribución espacial de las semillas en las fisuras de las bandejas tipo styrofloat. Este ensayo difiere del anterior solamente en los tratamientos que se muestran en la tabla 2.

Como información complementaria se determinó la densidad de los materiales utilizados, realizando la medición del peso que registran 100 ml de cada material y aplicando la relación masa/volumen, así como la granulometría de la semilla que se realizó haciéndola pasar por cedazos de distintos calibres.

A todas las variables evaluadas se les verificó el cumplimiento de los supuestos del ANOVA. Aquellas que los cumplieron, se les aplicó el ANOVA, en cuyo caso las separaciones entre medias se realizó con la prueba de Tukey al 0,5%; mientras que las que no cumplieron se les aplicó Kruskal y Wallis para k muestras independientes, en cuyo caso se aplicó separación entre rangos de a pares al 0,5%. Todos los análisis y gráficos se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT 1.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos de germinación

En el ensayo de germinación en condiciones óptimas se obtuvo que la accesión 215 tiene una germinación promedio a los tres días de 89,6% ± 6,69. En la determinación del efecto de la luz sobre la germinación de la verdolaga, en el primer experimento se obtuvo que no hubo diferencias estadísticas del porcentaje de germinación entre las accesiones estudiadas, pero el porcentaje de germinación mostró diferencias estadísticas entre los dos tratamientos aplicados, resultando mayor porcentaje de germinación con luz (39,25%) que sin luz (17,50%). En el segundo se obtuvo que el porcentaje de germinación igualmente no presentó diferencias estadísticas entre accesiones, pero si mostró diferencias entre tratamientos resultando mayor porcentaje de germinación (29,4%) las semillas colocadas en la superficie que las colocadas bajo la superficie (2,4%). Los resultados de ambos experimentos demuestran que esta especie se afecta por el factor luz, ya que hubo un % de germinación mayor con luz que sin luz indistintamente de la accesión, resultado que coincide con el reportado por Baskin y Baskin (1988) quienes demostraron que esta misma especie germina mejor con luz que en oscuridad.

Ensayos de mezcla de semillas de verdolaga con diferentes sustratos

La cantidad de semillas de la accesión 215 contenida en 0,1 g fue 367 ± 91. En el primer experimento se obtuvo que el porcentaje de germinación no presentó diferencias estadísticas ni por cantidad de semilla ni por tipo de material, sin embargo en todos los casos fue menor (28,67%) que en las condiciones óptimas del experimento de germinación (89,6%). La reducción del porcentaje de germinación puede deberse a diversos factores. En el proceso de mezclado y siembra en las fisuras de las bandejas, hay una proporción no determinada de semillas, que quedan en la superficie y otras que quedan enterradas, afectando el porcentaje de germinación por influencia de temperatura y luz tal y como apuntó Cros (2007), que demostró que la profundidad a la cual las semillas se colocan al momento de la siembra influye sobre la germinación mejorando en la

medida que están menos profundas. Asimismo, Fernández *et al.* (2007b) encontraron menor germinación cuando colocaron las bandejas directamente en las bancadas con agua, como es este caso, que en cámara de crecimiento a temperatura constante y a 65 y 90% HR. Por otro lado, la densidad poblacional no presenta diferencias estadísticas entre materiales utilizados, pero sí para cantidad de semillas, aumentando en la medida que aumenta la cantidad de semillas. Por tanto, se puede afirmar que, utilizando esta metodología de siembra, al seleccionar la cantidad de semilla adecuada, con cualquiera de los sustratos se puede alcanzar la densidad poblacional deseada; ésta va a depender de los objetivos del productor, ya que según Fernández *et al.* (2007a) la densidad de plantación en esta especie y en este sistema de cultivo, no influye en el área foliar, contenido relativo de clorofila, ni rendimiento, mientras que si afecta la altura y número de hojas, lo que repercute en la calidad del cultivo. Asimismo, la variable número de plántulas emergidas por fisura mostró diferencias estadísticas tanto en peso de semillas como en materiales utilizados (figura 1). Al analizar los parámetros de las distribuciones de la variable cantidad de plántulas por fisura en los distintos tratamientos, se observa que con la turba de granulometría menor que 2 mm se obtuvo una mediana de cantidad de plántulas por fisura mayor que los tres materiales restantes y una desviación estándar menor que la turba > 4 mm, seguido de la arena y finalmente la vermiculita que mostró una menor mediana de cantidad de plántulas por fisura y mayor error estándar (tabla 3). En el gráfico de densidad de puntos (figura 2), en el cual cada punto representa la cantidad de plántulas de cada fisura evaluada, se visualiza como se distribuye la cantidad de plántulas por fisura en cada uno de los tratamientos aplicados. Con este gráfico se puede observar la agrupación de los resultados obtenidos. En el caso de la turba 2 mm los resultados de la cantidad de plántulas por fisura están más agrupados que todos los demás tratamientos en torno a la media, seguido de la turba 4 mm, de la arena y la vermiculita. Estos resultados evidencian que entre los materiales evaluados, la turba (en ambos tamaños de partículas) es la que reúne características adecuadas para esta metodología de siembra, por presentar la distribución más uniforme y porcentaje de germinación similar a los otros materiales, resultado que se procedió a verificar con un nuevo experimento.

En la evaluación del efecto del tamaño de la partícula de turba mezclada con la semilla de verdolaga sobre la germinación y la distribución espacial de las semillas en las fisuras de las bandejas tipo styrofloat, no se detectaron diferencias estadísticas en % de germinación ni para materiales ni para cantidades de semillas. La densidad poblacional no mostró diferencias estadísticas entre materiales pero si entre cantidades de semillas, siendo mayor en 0,3 g que en 0,2 g y esta a su vez mayor que en 0,1 g (figura 3). La variable número de plántulas emergidas por fisura mostró diferencias estadísticas en peso de semillas, pero no en tamaño de partículas utilizadas (tabla 4). En el gráfico de densidad de puntos (figura 4) se puede observar que a medida de que la cantidad de semilla mezclada es mayor, la dispersión del número de plántulas por fisura es mayor. También se observa que en el caso de la turba de 2 mm la dispersión tiende a ser menor que en el caso de la turba a 4mm. Con los resultados obtenidos en este ensayo se demuestra que efectivamente la turba con cualquiera de las dos granulometrías puede ser usada para este sistema de siembra de las semillas de *Portulaca oleracea* en las bandejas tipo styrofloat.

La densidad y granulometría de los materiales utilizados se muestran en la tabla 5. Se evidencia que la arena de sílice tiene una densidad mayor que la turba y esta a su vez mayor que la vermiculita. La semilla tiene una densidad más parecida a la turba que a

la arena y a la vermiculita. Asimismo, la granulometría de la semilla se parece más a la de la arena que a los demás materiales, sin embargo las diferencias son muy pequeñas entre los tamaños de las partículas de los materiales comparados con la semilla.

Hoffmeister (1982) afirma que para realizar mezclas a granel y reducir los problemas de segregación es deseable que los materiales tengan un tamaño uniforme de partículas. No obstante, al comparar los tamaños de las partículas de los materiales utilizados con el tamaño de las semillas encontramos que todos los materiales evaluados tienen una granulometría semejante a la semilla. Aunque la arena es la que más se parece, también es uno de los sustratos que mayor dispersión resultó, mientras que cuando comparamos la densidad de los materiales con la densidad de la semilla, observamos que la arena posee una densidad mucho mayor y la vermiculita una densidad mucho menor y que la densidad que más se asemeja es la de la turba. Estos resultados parecen estar más asociados a la relación de las densidades que a la relación del tamaño de las partículas de los materiales evaluados y de la semilla. Por tanto, debido a que la condición deseable del material a mezclar con la semilla es que resulte en una alta germinación y distribución espacial lo más uniforme posible de plántulas entre las fisuras de las bandejas flotantes, se puede concluir que la turba con tamaño de partícula 2 ó 4 mm es un sustrato adecuado con el cual se puede mezclar las semillas de *Portulaca oleracea* para realizar la siembra manual en bandejas tipo styrofloat. Con esta metodología se puede, con una precisión aceptable, sembrar manualmente semillas de verdolaga a densidades poblacionales de plantas adecuadas para el cultivo, realizando el siguiente procedimiento, se evalúa, en condiciones comerciales, la cantidad de semillas que germinan por unidad de masa, luego se calcula la cantidad (g) de semillas necesarias para una densidad poblacional determinada y se mezcla con la cantidad de turba necesaria por unidad de área. Esta metodología puede ser utilizada por unidades de explotación de cultivos de semillas muy pequeñas, no peletizadas, que no posean equipos de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. American Journal of Botany, 75: 286-305.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. (1998). Seeds: Ecology, Biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego: 666 p.

CROS, V.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J.; FRANCO, J.A. (2007). Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. HortTechnology, 17 (1): 14-20.

CROS, V. (2007). El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes. Aspectos de producción y calidad de las plantas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena: 292 p.

FERNÁNDEZ, J.A.; PEÑAPAREJA, D.; CONESA, E.; MARTÍNEZ, J.J.; FRANCO, J.A. (2006). Producción de colleja (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke) en bandejas flotantes para su adaptación como producto "baby leaf". Actas de Horticultura, 46: 62-65.

FERNÁNDEZ, J.A.; NIÑIROLA, D.; VICENTE, M.J.; CONESA, E.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. (2007a). Efecto de la densidad de plantación y del tipo de sustrato sobre la producción de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en un cultivo hidropónico de bandejas flotantes. XXXVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Almería, Noviembre de 2007.

FERNÁNDEZ, J.A.; NAVARRO, A.; VICENTE, M.J.; PEÑAPAREJA, D.; PLANA, V. (2007B). Effect of seed germination methods on seedling emergence and earliness of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivars in a hydroponic floating system. Acta Horticulturae, 747: 571-578.

FONTANA, E.; NICOLA, S. (2008). Producing garden cress (*Lepidium sativum* L.) for the fresh-cut chain using a soilless culture system. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 83 (1): 23-32.

GAIKWAD, B.B.; SIROHI, N.P.S. (2008). Design of a low-cost pneumatic seeder for nursery plug trays. Biosystems Engineering, 99: 322-329.

HOFFMEISTER, G. (1982). Particle-Size Requirements for Bulk Blend Materials. Circular Z-146. 36ª Annual Meeting of the Association of American Plant Food Control Officials, Columbus, OH, USA: 30.

NICOLA, S.; HOEBERECHTS, J.; FONTANA, E. (2007). Ebb-and-flow and floating systems to grow leafy vegetables: a review for Rocket, Corn salad, Garden cress and Purslane. Acta Horticulturae, 747: 585-592.

OGRIZOVIC, B.; KUPRESANIN, I.; KRSTIC, S. (1985). The results of the sower ETA-48 in the agroindustrial combine PK "Sombor". Cojcodjansko Drustvo za Poljoprivrednu Tehniku: 48-53.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MEC-FEDER AGL2005-08189-C02-01 y la beca de estudios doctorales ha sido financiada por la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Venezuela.

Tabla 1. Tratamientos para evaluar el efecto de diferentes tipos de material sobre la distribución de las semillas de verdolaga en las bandejas tipo styrofloat

Tratamientos
Arena de sílice seca + 0,1 g de semilla
Arena de sílice seca + 0,2 g de semilla
Turba < 4 mm de Ø + 0,1 g de semilla
Turba < 4 mm de Ø + 0,2 g de semilla
Turba < 2 mm de Ø + 0,1 g de semilla
Turba < 2 mm de Ø + 0,2 g de semilla
Vermiculita + 0,1 g de semilla
Vermiculita + 0,2 g de semilla

Tabla 2. Tratamientos para evaluar el efecto del tamaño de la partícula de turba mezclada con la semilla de verdolaga sobre la germinación y la distribución espacial de las semillas en las fisuras de las bandejas tipo styrofloat

Tratamientos
Turba < 4 mm de Ø + 0,1 g de semilla
Turba < 4 mm de Ø + 0,2 g de semilla
Turba < 4 mm de Ø + 0,3 g de semilla
Turba < 2 mm de Ø + 0,1 g de semilla
Turba < 2 mm de Ø + 0,2 g de semilla
Turba < 2 mm de Ø + 0,3 g de semilla

Tabla 3. Estadística descriptiva del número de plántulas por fisura de los materiales usados para la distribución de la semilla de *Portulaca oleracea*, accesión 215 del banco de semillas de la UPCT

Material para dispersión de la semilla	Cantidad de semillas (g)	Media	D.E.	Min.	Máx.	Suma
Arena	0,1	7,48	7,66	0	31	314
Arena	0,2	11,71	8,18	1	38	492
Turba 2 mm	0,1	10,07	3,67	4	22	423
Turba 2 mm	0,2	13,69	3,58	7	20	575
Turba 4 mm	0,1	7,86	4,48	0	21	330
Turba 4 mm	0,2	13,64	7,41	0	31	573
Vermiculita	0,1	7,33	12,88	0	51	308
Vermiculita	0,2	15,45	25,34	0	102	649

Tabla 4. Estadística descriptiva del número de plántulas por fisura de los materiales usados para la distribución de la semilla de *Portulaca oleracea*, accesión 215 del banco de semillas de la UPCT

Granulometría de turba (mm)	Cantidad de semillas (g)	Media	D.E.	Min.	Máx.	Suma
2	0,1	10,23	3,77	4	22	716
2	0,2	13,13	4,51	3	24	919
2	0,3	21,11	5,43	10	33	1.478
4	0,1	6,29	3,2	0	13	440
4	0,2	14,13	5,66	3	33	989
4	0,3	21,81	8,8	4	50	1.527

Tabla 5. Valores promedio de la densidad y granulometría de los materiales utilizados

Material	Densidad (g/ml)	Granulometría (mm)
Arena de sílice seca	1,666	0,25 a 1
Turba de 4 mm	0,2708	< 4
Turba de 2 mm	0,2705	< 2
Vemiculita	0,144	0,5 a 3
Semilla	0,545	0,5 a 1

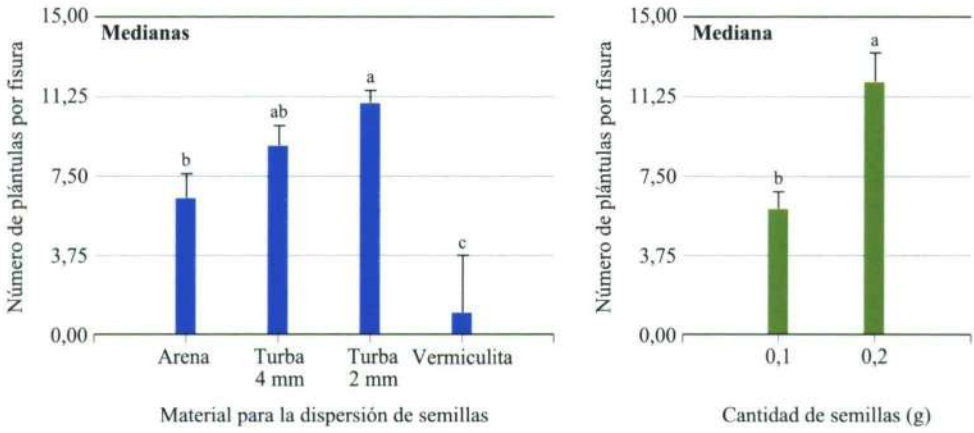

Figura 1. Efecto del material utilizado para la dispersión de la semilla y de la cantidad de semilla de *Portulaca oleracea* utilizada sobre la cantidad de plántulas emergidas por fisura

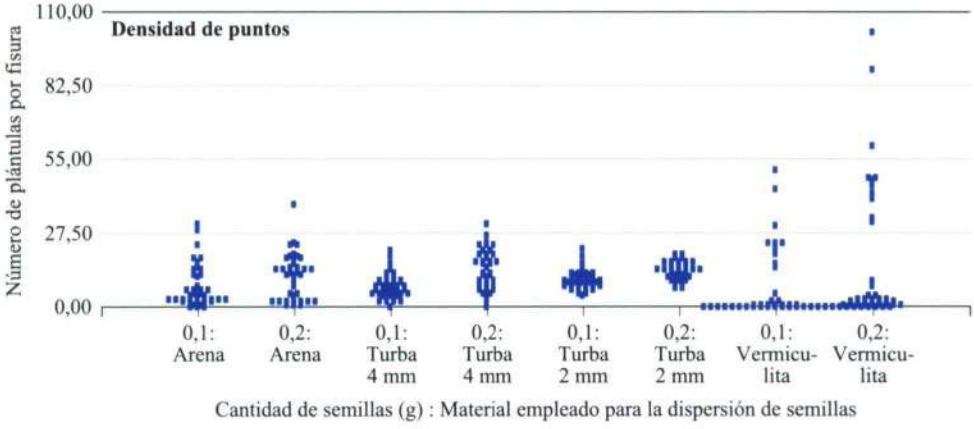

Figura 2. Densidad de puntos de la cantidad de plántulas por fisura en los materiales usados y la cantidad de semilla utilizada, para la distribución de la semilla de *Portulaca oleracea*, accesión 215 del banco de semillas de la UPCT

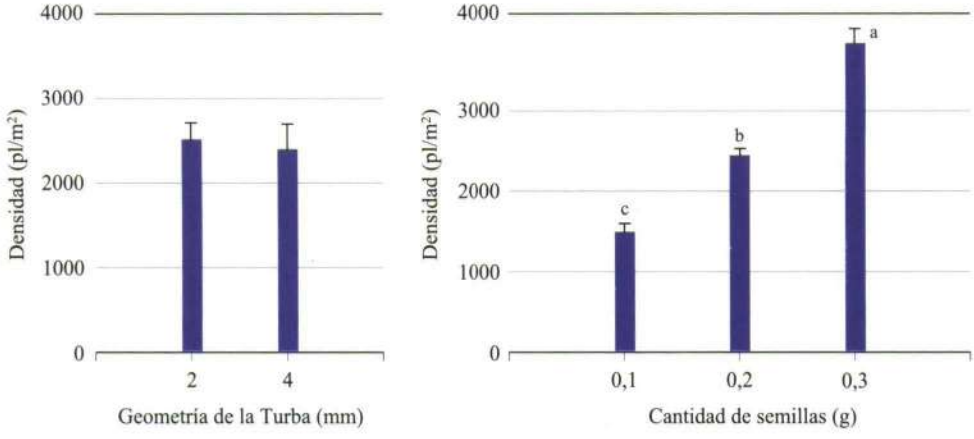

Figura 3. Efecto del tamaño de partícula de turba y cantidad de semillas sobre la densidad de *Portulaca oleracea* en bandejas tipo styrofloat

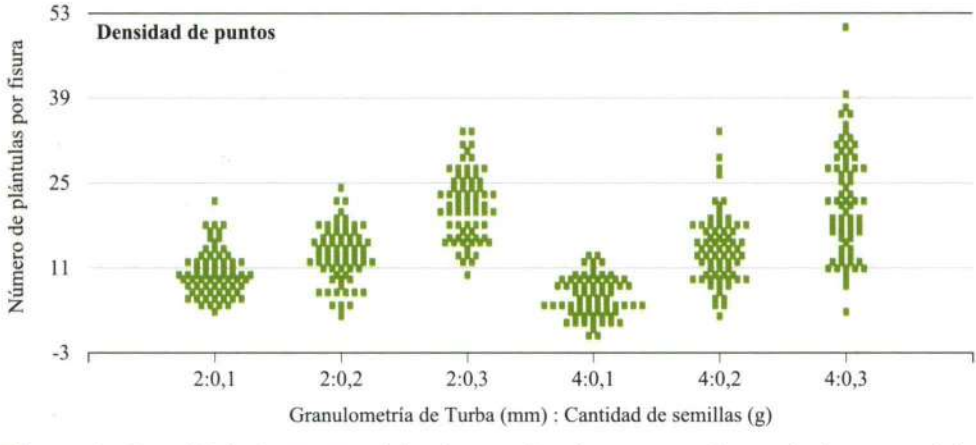

Figura 4. Densidad de puntos del número de plantas por fisura de los materiales usados y la cantidad de semilla utilizada, para la distribución de la semilla de *Portulaca oleracea*, accesión 215 del banco de semillas de la UPCT