

Germinación de Semillas de *Solanum Caripense* (tzimbalo) en Tres Tipos de Sustratos

Germination of Seeds of *Solanum Caripense* (tzimbalo) in Three Types of Substrates

Eloy Guillermo De la Cruz González 1, Yulissa Gabriel Álvarez Criollo 2, Gonzalo Espinosa 3

Resumen

La presente investigación se realizó en el vivero Horti & Plant en la parroquia de Juan Montalvo que se encuentra ubicada a 75 km., de la ciudad de Quito en la Panamericana Sur a 3 km desde la cabecera cantonal de Cayambe, el objetivo del presente trabajo comprende la propagación de la planta de *Solanum caripense* vía sexual, extrayendo semillas del fruto y propagarla en diferentes sustratos a distintas dosis en bandejas de espuma flex evaluando las características físicas y proponerle como posible cultivo para usos agronómico y otros intereses. Se evaluó tres tipos de sustrato para la germinación de *S. caripense* se planteó la mezcla de sustratos a diferentes dosis resultando así: T1 (100 % turba de rubia), T2 (100 % Fibra de coco), T3 (100 % Fibra de agave), T4 (50 % Turba rubia + 50 % Fibra de coco), T5 (50 % turba rubia + 50 % Fibra de agave), T6 (50 % Fibra de coco + 50 % Fibra de agave). Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar realizando la discriminación de medias mediante Tukey al 5 %, para la variable número de plantas germinadas se obtuvo significancia estadística a los 14 y 21 días mientras que a los 28 y 35 días no hubo significancia estadística, para las variables longitud de tallo, número de hojas se encontró significancia estadística y no significancia estadística para longitud de raíz en todos los casos con α 0.05, finalmente se concluye que los materiales utilizados ya sea puros o en mezcla los resultados son similares.

Palabras claves: sustrato, fibra de coco, fibra de agave, *Solanum caripense*

Abstract

The present investigation was carried out in the Horti&Plant nursery in the Juan Montalvo parish, which is located 75 km from the city of Quito on the Panamericana Sur highway, 3 km from the cantonal capital of Cayambe. The objective of this work includes the *Solanum* plant propagation. *Caripense* sexually, extracting seeds from the fruit and propagating it in different substrates at different doses in flex foam trays, evaluating the physical characteristics and proposing it as a possible crop for agronomic uses and other interests. Three types of substrate were evaluated for the germination of *S. caripense*, the mixture of substrates was proposed at different doses, resulting in: T1 (100 % blonde peat), T2 (100 % coconut fiber), T3 (100 % agave fiber), T4 (50 % blonde peat + 50 % coconut fiber), T5 (50 % blonde peat + 50 % agave fiber), T6 (50 % coconut fiber + 50 % agave fiber). A completely randomized block design was applied, discriminating means by means of Tukey at 5 %, for the variable number of germinated plants, statistical significance was obtained at 14 and 21 days, while at 28 and 35 days there was no statistical significance. for the variables stem length, number of leaves, statistical significance was found and not statistical significance for root length in all cases with α 0.05, in the end it is concluded that the materials used, either pure or in mixture, the results are similar.

Keywords: substrate, coconut fiber, agave fiber, *Solanum caripense*

1 Ingeniero en Agropecuaria / Magister en Economía y Administración Agrícola, Instituto Superior Tecnológico Proyecto 2000, eloy.delacruz@proyecto2000.edu.ec, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-7136-9006>.

2 Tecnóloga en Producción Agrícola, Instituto Superior Tecnológico Proyecto 2000, yulissa.alvarez@proyecto2000.edu.ec, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-2956-6070>.

INTRODUCCIÓN

Solanum caripense es una especie en su mayor parte silvestre, filogenéticamente compleja (Zuriaga, 2009) y ampliamente distribuida en el Ecuador, Perú (Jørgensen y León, 1999), también Colombia, Bolivia, Venezuela, Costa Rica y Panamá (Sarkinen et al., 2015). El fruto de esta especie contiene sacarosa, vitamina C y algunos minerales (Herraiz, F, et al., 2016). Pese al gran potencial que posee *S. caripense* para el flujo de genes intraespecíficos y hacia cultivos comerciales relacionados tales como *S. tuberosum*, *S. lycopersicon* y *S. muricatum*, los estudios genómicos de esta especie son limitados (Herraiz, F. 2015; Herraiz, F. et al., 2016). Además, la Universidad de Costa Rica (UCR) confirma su interés al notificar que accesiones de *S. caripense* están siendo estudiadas a nivel molecular para determinar resistencia a plagas y enfermedades y otras características agronómicas. Por último, se entiende que semillas costarricenses de *S. caripense* fueron enviadas a la Bóveda Global de Semillas, en el archipiélago de Svalbard, Noruega (Marín, 2015). La especie *Solanum caripense* es una planta endémica, el interés de esta especie radica que sus frutos tienen características de particular importancia así lo demostró Prohens et al., (2005), al determinar cantidades de azúcares solubles y ácidos orgánicos presentes en los frutos de *S. caripense*, pues reporta que, 100 g de fruto contiene 1,71 g de sacarosa; además menciona que en ciertas culturas se utiliza como suplemento nutricional particularmente para niños, ya que, cuando es incluida la sacarosa de forma equilibrada en la dieta, tiene importantes propiedades, favoreciendo el aporte rápido de glucosa al cerebro y al músculo, al ser un glúcido imprescindible para el desarrollo de las funciones cognitivas y de la actividad física. Con respecto a los ácidos orgánicos, se encuentra diferencias relevantes con el contenido de ácido ascórbico “vitamina C”, registrando concentraciones de 31,1 mg estas concentraciones reportadas permitieron usar para hibridaciones con pepino dulce favoreciendo el mejoramiento genético, ya que, este solamente posee una concentración de 29,7 mg, cabe señalar que *S. Caripense* es utilizado como planta de uso medicinal, siendo una especie de gran potencial industrial y para estudios futuros. La propagación sexual realizada a través de la semilla, es uno de los métodos de reproducción utilizados por la naturaleza y se puede considerar el más eficiente, estos individuos tienen alta variabilidad genética, manteniendo las características de resistencia que son transferidas a las plantas para su supervivencia. Existe variabilidad en su descendencia es decir los individuos nuevos son diferentes a la planta madre (Urbina, 2009).

METODOLOGÍA

Se emplearon semillas de frutos maduros, los cuales fueron colectados en el sector El Tingo perteneciente a la comunidad San Luis de Guachalá, cantón Cayambe, provincia Pichincha, clima frío templado, temperatura que oscila de 8 a 18 °C y a una altitud de 2640 m.s.n.m., debido a la mayor accesibilidad de la especie, lejos de áreas intervenidas por el hombre.

Extracción de semillas

La extracción de las semillas se realizó con ayuda de un cedazo y una tarrina de plástico, separando las semillas de la pulpa de la fruta. Seguidamente se eliminó el mucílago que cubre las semillas, introduciéndolas en una tarrina plástica con agua y azúcar, esta fue previamente cubierta con una funda plástica para activar la solución y obtener rápidos resultados dejando actuar por tres días; pasado este tiempo se procedió a ubicarlas al sol para su respectivo secado.

Obtención de los sustratos

Para la formación del sustrato se usó la turba rubia, la fibra de coco y el sustrato de agave este último se obtuvo mediante el siguiente proceso:

Se procedió al secado de hojas de agave para la obtención de la fibra. Este procedimiento aplazó un mes la trituración. Posteriormente, se introdujo las hojas en una picadora de forraje con lo cual, se obtuvo partículas pequeñas de la fibra de agave. La trituración de la fibra fue cernida dejando un material más suelto libre de partículas gruesas y de esta manera poder utilizarlo como sustrato para semillero. Para la desinfección se preparó una solución a base de 3 ml de sulfato de cobre en 3 litros de agua, esta solución se aplicó en la fibra de agave que se obtuvo como sustrato, mientras que, la fibra de coco y turba rubia obtenidas de forma comercial ya

vienen previamente desinfectadas y se realizó una pre-hidratación con 3 litros de agua. Como complemento se realizó un análisis físico – químico del sustrato fibra de agave obtenido en el laboratorio de aguas y suelos de la Universidad politécnica salesiana, Ecuador.



Figura 1

Selección de fruta para la extracción de semilla.

Tabla 1

Propiedades físicas - químicas de los sustratos fibra de coco, turba rubia, fibra de agave.

PARÁMETROS	UNIDAD	FIBRA DE AGAVE	TURBA RUBIA	FIBRA DE COCO
Potencias hidrógeno	pH	9,17	3,9	6
Conductividad eléctrica	mS/cm	2,07	0,2	1.2
Humedad				
Materia orgánica	(%p/p)	39,28	40	50
Relación C/N	MO (%p/p)	69,69	90	87
Carbono	N.A	64,32	90	80
Nitrógeno	C (%p/p)	40,29	50	-
Fósforo	N (%p/p)	0,63	1	3,6
Potasio	P (%p/p)	0,48	0,025	0,7
Azufre	K (%p/p)	0,73	1	4,4
Calcio	S (%p/p)	0,1	0,5	0,20
Magnesio	Ca (%p/p)	4,98	45	0,7
Sodio	Mg (%p/p)	1,3	20	0,1
Hierro	Na (%p/p)	0,11	5	1,40
Cobre	Fe (ppm/100g)	830,71	5,5	90
Manganeso	Cu (ppm/100g)	35,6	-	16
Zinc	Mn (ppm/100g)	121,71	0,3	629
Boro	Zn (ppm/100g)	21,37	-	113
	B (ppm/100g)	54,75	-	28

Siembra

Una vez definido el sustrato se procedió al llenado en bandejas de espuma flex con capacidad de 220 plántulas previamente perforadas para el drenaje de las plántulas de *Solanum caripense*. Se sembraron 110 semillas por tratamiento, utilizando 12 bandejas de espuma flex. Posteriormente, se procedió a cubrir las semillas con una fina capa del mismo sustrato que se utilizó para la siembra y se aplicó riego para humedecer los sustratos con las semillas para activar el proceso

de germinación. Por otro lado, la bandeja sembrada se ubicó en la cámara de germinación bajo un plástico negro para mantener la humedad y temperatura, la humedad se manejó en promedio 84 % y temperatura de 25 a 35°C bajo invernadero. El riego se mantuvo todos los días durante el ensayo, evitando estrés hídrico de las plántulas.

Diseño y manejo del experimento

Para este estudio se construyó un Diseño Completamente al Azar (DCA) 6X4; 6 tratamientos con 4 repeticiones, como indica en la tabla 2.

Tabla 2
Número de tratamientos y descripción.

NOMENCLATURA	
TD1	Turba rubia 100%
T2	Fibra de coco 100%
T3	Fibra de agave 100%
T4	Turba rubia 50% + Fibra de coco 50%
T5	Turba rubia 50% + Fibra de agave 50%
T6	Fibra de coco 50% + Fibra de agave 50%

La unidad experimental estuvo conformada por 110 pilones de la plancha de espuma flex, con 400g de sustrato, en un área de 0.112 m² y un área total del experimento de 2,75 .

Se evaluó los siguientes parámetros:

El número de plántulas germinadas a los 14, 21, 28 y 35 días después de la siembra. La longitud de la raíz, tallo y número de hojas; se evaluó a los 70 días después de la siembra, cuando la germinación era relativamente homogénea. Se tomó cinco (5) plántulas de cada tratamiento al azar con su respectiva repetición evaluando quince (15) plántulas por tratamiento y en total noventa (90), se realizó la recopilación de datos de la siguiente manera: para la medición de longitud se utilizó una cinta métrica, para el caso de la raíz se llevaron las plántulas a un recipiente con agua donde se sumergió el pilón eliminando residuos de sustrato y se procedió a medir, luego se procedió a medir la longitud del tallo desde la base del tallo, finalmente se realizó el conteo de hojas verdaderas de cada planta.

Resultados y discusión

Para la variable número de plantas germinadas de *Solanum caripense*, en la Tabla 3, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) de un factor para los 14 y 21 días se encontró diferencia significativa con p-valor <0.05, con su correspondiente coeficiente de variación aceptable, para el caso de 28 y 35 días no se encontró significancia estadística, corroborando que a los 28 días aproximadamente ya no hay emergencia.

Tabla 3
Análisis de varianza de un factor del número de plántulas a diferentes tiempos de *Solanum caripense*

Fuentes de variación	Gl	14 días	21 días	28 días	35 días
Total	5	0,0001	0,0048	0,1046	0,2093
Tratamientos	5	0,0001	0,0048	0,1046	0,2093
Error	18	44,87	48,7	40,9	26,71
Total	23				
C.V.%		12,62	12,23	10,06	8,28

La diferencia significativa observada a los 14 y 21 días, simplemente ha demostrado el tiempo de espera de la germinación y la emergencia, para obtener plántulas listas para su trasplante, manteniéndose el número de éstas durante los días 28 y

35 consecutivos sin mortalidad. Los resultados son diferentes a los reportados por Gallardo (2011) en su estudio de reproducción de forma asexual porque obtiene mortalidad hasta los 90 días. En cuestión de tiempo de forma sexual sería lo más recomendado.

Tabla 4

Discriminación de medias mediante Tukey al 95%.

Tratamientos	Número de plántulas/14 días	Número de plántulas/21 días
T1	63,18 a	63,41 a
T2	62,05 a	64,32 a
T3	36,36 b	45,46 b
T4	57,05 ab	59,10 ab
T5	43,64 bc	49,32 ab
T6	56,14 c	60,68 ab

El porcentaje de germinación alcanzó el 68.2 % (T1), siendo esta la máxima y la mínima el 44.5 % (T4), y no se evidenció diferencia significativa entre tratamiento (tabla 5), por lo que, se considera que los sustratos utilizados tienen la misma eficiencia para la germinación de la *S. caripense*. La no emergencia no necesariamente se debe a los sustratos usados para este experimento si no puede deberse a que no se consideró una clasificación de la semilla, tampoco se realizó una desinfección o se agregó alguna sustancia que ayude a permeabilizar la semilla obtenida para la siembra como la realizada por Morales y Vaca (2016). Los datos coincidieron con los reportados por Gallardo (2011) en su estudio de reproducción de forma asexual con estacas semi-leñosas a los 60 días (T2), donde obtiene un 30 % de mortalidad, sin embargo, se podría asumir que de forma sexual y con los sustratos en estudio se obtendría plántulas a los 28 días para un trasplante definitivo. Mientras que se discrepa con Morales y Vaca (2016) en su estudio de propagaron in vitro mediante semilla de *S. caripense* donde a los 42 días obtuvieron aproximadamente un 50 %, logrando solo en un tratamiento (TD1) el 92 % de germinación y emergencia mejorando a la forma propuesta en este ensayo de propagación, lo que supone que esa forma de propagación (TD1) es más eficiente alrededor de un 24 %, pero si se ha demostrado mediante este experimento y el realizado por Morales y Vaca (2016) que las semillas de esta especie no presenta letargo. Para recomendar la forma de reproducir plantas de *S. caripense* se debería evaluar el desempeño agronómico especialmente la producción, productividad, fenotípica, ciclo vegetativo y la calidad de fruta en términos nutricionales. De la misma forma hay que buscar la forma más eficiente, manejable y de bajo costo para un agricultor común, una técnica compleja resultaría en el desinterés.

Tabla 5

*Análisis de un factor del porcentaje de plántulas obtenidas de *S. caripense* a los 35 días de germinación mediante semilla en diferentes sustratos.*

Fuentes de variación	GI	35 días
Total	5	-
Tratamientos	5	0,21
Error T4	18	26,84
Total	23	
C.V. %		8,3

Figura 2

Porcentaje de plántulas obtenidas de *S. caripense* a los 35 días de germinación mediante semilla en diferentes sustratos.



Figura 3

Plántulas obtenidas de *S. caripense* a los 28 días de germinación.



Para la variable longitud de raíz, tallo y número de hojas, a los 70 días se encontró diferencia significativa en la longitud de tallo y número de hojas con p-valor < 0.05.

Tabla 6

Longitud de raíz, tallo y número de hojas a los 70 días en la reproducción mediante semilla de *Solanum caripense*, en diferentes sustratos.

Fuentes de variación	GI	Longitud de tallo	Longitud de la raíz	Número de hojas
Total	5	-	-	-
Tratamientos	5	0,0001	0,1206	0,0001
Error		18	18	18
Total		23	23	23

Realizando la comparación de medias mediante Test de Tukey 95 % se observa que, los tratamientos T2, T4, T1, obtuvieron mejor respuesta en la producción de número de hojas, mientras en la longitud de tallo, los tratamientos T2, T4, y T1 obtuvieron los mejores resultados, evidenciando que los sustratos usados a base de fibra de coco y tuba rubia obtenida de forma comercial se puede obtener plantas de mejor calidad en cuanto a follaje y longitud. Esta respuesta puede deberse a la calidad física y química de sustratos utilizados, donde se evidencia que la fibra de agave es de inferior calidad nutritiva de acuerdo a los análisis realizados antes del ensayo. Los datos difieren con Gallardo (2011) quien obtiene un promedio >12 cm en los T4, T2, y T6, de forma asexual, mientras que de forma sexual el mayor % obtenido fue en el T2 con promedio de 5.95 cm. A Gallardo (2011) posiblemente lo favoreció los sustratos utilizados a base de tierra negra.



Figura 4

Plántula promedio obtenidas de *S. caripense* a los 35 días de germinación.

Tabla 7

Test Tukey a un nivel de significancia de 5% para el promedio de número de hojas y longitud de tallo de la especie *Solanum caripense*, en diferentes sustratos.

Tratamiento	Medias/hojas	Medias / tallos
T2	5,95a	7,88a
T4	5,9a	7,71a
T1	5,8a	6,23a
T6	4,5b	3,2b
T5	4,05b	2,98b
T3	3,45b	1,19b

CONCLUSIONES

De acuerdo al experimento planteado, el tratamiento T2 resultó con mejor promedio 64 %; sin embargo, todos los tratamientos demostraron resultados mayores al 50 %, por lo que se concluye que, los sustratos utilizados en distintas mezclas y la metodología usada en la extracción de semillas de *Solanum caripense* presentaron resultados satisfactorios para la obtención de plantas en un tiempo de 28 días, mientras que, los tratamientos T1, T2, y T4 demostraron obtener plantas de mayor calidad en longitud y número de hojas.

BIBLIOGRAFÍA

- Gallardo, S. (2011). Evaluación de tres tipos de sustratos en la multiplicación de plantas endémicas con fines medicinales y el procesamiento en sobres de infusión. Obtenidas del sector de Buga Bajo comunidad Paquiestancia de la parroquia de Ayora. Universidad Politécnica Salesiana. [Tesis de grado]. shorturl.at/djANZ
- Zuriaga García, E. (2009). Análisis de la variabilidad en poblaciones naturales de *Solanum*, secciones *Lycopersicon* y *Basarthurum* [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. shorturl.at/dsT34
- Jørgensen, P., y León, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. Monografías sobre botánica sistemática del Jardín Botánico de Missouri 75, 260-314. San Luis, Misuri.
- Sarkinen, T., Banden, M., Gonzáles, P., Cueva, M., Giacomini, L., Spooner, D., Simón, R., y Juárez, H. (2015). Listado anotado de *Solanum* L. (Solanaceae) en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 22(1). 3–62.
- Herraiz, F., Raigón, M., Vilanova, S., García, M., Gramazio, P., Plazas, M, Prohens, J. (2016). Diversidad de composición de frutos en razas terrestres y variedades modernas de pepino (*Solanum muricatum*) y especies silvestres afines. *Química de los alimentos*, 203, 49-58. shorturl.at/bDGW8
- Herráiz, F. (2015). Desarrollo de herramientas morfológicas y genómicas para el estudio del pepino dulce (*Solanum muricatum*) y especies relacionadas. Caracterización de su valor nutracéutico. Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV). Tesis doctoral. Departamento de Biotecnología, p.11-15.
- Marín, R. (2015). Semillas ticas de papa silvestre con preservadas en Noruega. Centro de Investigaciones Agronómicas. shorturl.at/cfmXZ
- Prohens, J., Sánchez, C., Rodríguez, A., Cámara, M., Torija, E. y Nuez, F. (2005). Características morfológicas y físico-químicas de frutos de pepino (*Solanum muricatum*), parientes silvestres (*S. caripense* y *S. tabanoense*) e híbridos interespecíficos. Implicaciones en la cría de pepinos. *Revista europea de ciencia hortícola*, 70, 224-230.
- Urbina, Vallejo. (2009). La propagación de las plantas y la conservación y difusión de las variedades frutales. Monografías de fruticultura (7). Proyección para clases. shorturl.at/gnv05
- Morales Segovia, J. M., & Vaca Suquillo, I. de los Ángeles. (2016). Propagación in vitro de tziñbalo (*Solanum caripense* Dunal). *Revista Tecnológica - ESPOL*, 29(2). shorturl.at/DEGIY