

PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE HIGO (*Ficus carica* L.) BAJO ENRAIZADORES NATURALES EN DISTINTOS TIEMPOS DE SUMERSIÓN

Propagation of fig (*Ficus carica* L.) cuttings under natural rooting at different submergence times

Esther Tinco Mamani¹

RESUMEN

Existe la posibilidad de que el tiempo de sumersión en los enraizadores naturales, respecto a la propagación vegetativa por estacas de higo presente un efecto significativo o se observan diferencias en la formación y características de las raíces. Por ello, se planteó la investigación realizada en el Vivero Multipropósito, perteneciente al Centro Experimental Cota Cota, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, empleándose una planta madre de más de 12 años, lo que es un indicio de que la propagación sería dificultosa, por las características del material vegetal. Las variables de respuesta evaluadas fueron: días a la formación de raíz, porcentaje de sobrevivencia, longitud de raíz, número de raíces, porcentaje de prendimiento. Obteniéndose los siguientes resultados en base a las medias de los datos recolectados en la investigación en campo, el T9 (agua de lenteja, 48 horas) enraizó en 54 días, siendo el mejor tiempo de enraizamiento. El porcentaje de sobrevivencia fue influido por el factor enraizante de forma directa, respondiendo mucho mejor los enraizadores naturales de agua de lenteja e infusión de sauce, con 85.70 y 83.66 % respectivamente. El enraizante y el tiempo de sumersión presentó una significancia directa en la longitud de raíz que es igual a 7.60 cm, con el tratamiento 5 (infusión de sauce, 24 horas). En la variable número de raíces tanto el agua de lenteja y la infusión de sauce lograron 8 y 7 unidades de raíces respectivamente, ambos en un tiempo de sumersión de 24 horas, además es importante observar la significancia en ambos factores. El tratamiento 9 (agua de lenteja, 48 horas) con 90 % fue el mejor promedio en la variable porcentaje de prendimiento. Confirmándose que, a más tiempo de sumersión, el enraizamiento de las estacas fue positiva, dependiendo del enraizador utilizado.

Palabras clave: higo, enraizador natural, tiempo de sumersión, propagación.

ABSTRACT

There is a possibility that the time of submersion in natural rooting, with respect to vegetative propagation by fig cuttings, may have a significant effect or differences in the formation and characteristics of the roots. For this reason, the research was carried out in the Multipurpose Nursery, belonging to the Cota Cota Experimental Centre, under a completely randomised design with factorial arrangement, using a mother plant of more than 12 years old, which is an indication that propagation would be difficult, due to the characteristics of the plant material. The response variables evaluated were: days to root formation, percentage of survival, root length, number of roots, and percentage of lodging. The following results were obtained based on the averages of the data collected in the field research: T9 (lentil water, 48 hours) rooted in 54 days, being the best rooting time. The percentage of survival was influenced by the rooting factor directly, with the natural rooters of lentil water and willow infusion responding much better, with 85.70 and 83.66 % respectively. The rooting and submersion time presented a direct significance in root length, which is equal to 7.60 cm, with treatment 5 (willow infusion, 24 hours). In the variable number of roots, both lentil water and willow infusion achieved 8 and 7 root units respectively, both in a submersion time of 24 hours, and it is also important to note the significance in both factors. Treatment 9 (lentil water, 48 hours) with 90 % was the best average in the variable percent rooting. It was confirmed that the longer the soaking time, the more positive the rooting of the cuttings, depending on the rooting agent used.

Keywords: fig, natural rooting, immersion time, propagation.

¹ ✉ Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1042-5726>. etincomamni@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la higuera es mencionada como dulzura y de buen fruto, cuando se la cuida, en el libro de Cantares, en la Santa Biblia. Crisosto et al. (2011), mencionan que la higuera (*Ficus carica* L.), uno de los primeros árboles cultivados en el mundo, se cultiva en muchas partes del mundo con climas moderados. Los higos se comen secos y frescos; sin embargo, como los higos frescos son muy perecederos, se consumen en gran medida cerca de las zonas de producción. Los higos son frutas nutritivas ricas en fibra, potasio, calcio y hierro. Los higos frescos son muy sensibles al daño físico y susceptibles a las infecciones por pudrición poscosecha.

Flores et al. (2008) indican que a pesar de que estos sistemas han demostrado ser eficientes, una de las principales limitaciones es la incapacidad de realizar multiplicaciones masivas en corto tiempo, ya que cada estaca o acodo regenerará una única planta, que en muchos de los casos no cumple con las exigencias del mercado, además para la aplicación de estas técnicas se requiere que las plantas se encuentren en la etapa vegetativa.

La propagación vegetativa es un mecanismo de reproducción asexual del que participan muchas especies en la naturaleza, y que responde a la necesidad de garantizar la supervivencia de la población y de los individuos sin la necesidad de completar la reproducción sexual. El resultado principal es que los individuos así producidos son iguales, genéticamente, al parental y sería, con las técnicas actuales imposible diferenciar los hijos del padre. Conocida este mecanismo que de forma natural aparece, la agronomía la ha incorporado y ampliado en sus posibilidades, pudiéndose obtener la propagación desde un órgano, un tejido o una célula. Esto es posible porque muchas células vegetales contienen toda la información genética para el desarrollo de un individuo. Se dice entonces que son células totipotentes, como la habilidad de una célula individual de expresar su genoma completo (Hernández, 2015).

En la investigación se buscó proporcionar información acerca de que el tiempo de sumersión (de 8 horas, 24 horas y 48 horas), presenten o no un efecto positivo en el enraizamiento de las estacas de higo; que será útil para recomendar el tiempo ideal para dejar reposar las estacas en cierto enraizador a utilizarse en la propagación vegetativa de plantines. Además, de determinar que enraizador presenta mejores

características y si existe influencia del tiempo de sumersión de las estacas de higo, evaluando el porcentaje de prendimiento en el momento del trasplante a las bolsas de plantines.

En el vivero, se realizaron investigaciones anteriores, con el uso de enraizadores naturales en la propagación vegetativa de estacas y esquejes, tales como la investigación de pregrado titulado: evaluación del enraizamiento de sauco (*Sambucus nigra* L.) bajo el uso de enraizadores naturales para la producción de plantines; donde se observó que el enraizador en base a las hojas de sauce llorón (*Salix babylonica*) en una infusión, siempre resultó ser el de mejor respuesta en el enraizamiento de estacas y esquejes de sauco, álamo italiano, álamo plateado, ligustro, lavanda, romero, fucsia, etc., frente a enraizadores como el gel de aloe vera y el agua de coco y lenteja; sin embargo, quedaba en duda si el tiempo de sumersión influye en el enraizamiento. Por ello, en la presente investigación se comparó el efecto entre los enraizadores más utilizados dentro del área y los tiempos de sumersión (8, 24 y 48 horas) en estacas de higo, porque generalmente se sumergía por 24 horas en casi todas las especies, a excepción del agua de coco, que llegaba a oxidar las estacas, si las sumergía por mucho más tiempo. A continuación, se observa los materiales y resultados obtenidos, con la respuesta a las variables evaluadas en el enraizamiento de las estacas de higo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La zona de investigación geográficamente se encuentra ubicada a 16°32'04" latitud sur y 38°03'44" de longitud oeste, a una altitud de 3 445 m s. n. m., en el Vivero Multipropósito del Centro experimental Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, zona sur de La Paz, Bolivia. El vivero multipropósito presenta las siguientes características: invernadero de estructura metálica, pared (ladrillo y agrofilm), techo de agrofilm, ventana lateral alta y entera a ambos lados con malla sombra, malla sombra al 50 % a tres metros de altura como un segundo techo, camas de propagación y almácigo, pasillos recubiertos de arena como cascajo y espacios para plantines en aclimatación, como áreas básicas para la propagación, producción e investigación de plantines; dentro de ella se registró una temperatura que fluctuó entre 21 a 37 °C.

Metodología

Se obtuvo el material vegetal, de una planta madre de más de 12 años, a la salida de la localidad de las Carreras, camino a Rio Abajo, con la particularidad de ser cabecera de valle y presencia de árboles frutales en casi la mayoría de las casas o viviendas existentes, en el mes de mayo, la cual ya no producía frutos, pero presentaba excelentes características (tallos con longitud mayor a los 30 cm, diámetro igual a la de un lápiz y un gran número de yemas presentes en los tallos podados) para la poda y recolección de ramas secundarias, se realizó el corte de estacas con una longitud de 15 a 18 cm y 8 a 12 mm de diámetro, un corte recto en la parte inferior y bisel superior en cada estaca con la ayuda de una tijera de podar previamente desinfectada, como lo menciona Marinas (2020), no obstante, existen unas medidas previas a tener en cuenta: tomar medidas del tipo: (...), desinfección de herramientas de poda, eliminación de animales muertos, etc.

Para Nieto et al. (2007), el tamaño aconsejado de las estacas reproductivas es de 20 a 30 cm; un tamaño mayor causaría deshidratación por una mayor exposición al aire. Además, se usó agua de coco (*Cocos nucifera* L.), que se obtuvo del fruto maduro, infusión de hojas de sauce llorón (*Salix babylonica*), lenteja (*Lens culinaris*) remojada, germinada y licuada como enraizadores naturales. En cuanto a los enraizadores naturales, se puede deducir claramente el que mejor respondió en la propagación asexual (estacas), en ambos tipos de estaca fue la aplicación del extracto de sauce, seguido del jugo (agua) de coco (Condori, 2006).

Para la obtención de los enraizadores naturales, la preparación no es tan compleja, en el caso de la infusión de sauce, se recolecto un kilo de hojas y tallos de la parte apical del árbol, que se dejó reposar con dos litros de agua hervida, por 24 horas en un recipiente cerrado, para el uso como enraizador después de este reposo, fue necesario dejarlo enfriar para la sumersión de las estacas de higo. Con respecto al enraizador en base a lenteja, se dejó remojar en dos litros de agua, un libra de lenteja, esperando que esta germinará, en este lapso fue necesario dos cambios del agua, para evitar la pudrición de estas, realizando el cambio con mucho cuidado; al observarse la germinación de la lenteja, se procedió a licuar la solución que incluía la lenteja germinada y el agua del mismo recipiente. Finalmente, el enraizador de coco, solo fue necesario extraer el jugo que tiene el coco al madurar.

La arena llegó a ser el sustrato ideal para el enraizamiento de las estacas de higo, cernida del río Jillusaya, que pasa por el perímetro del Centro Experimental, que fue lavada y desinfectada, considerando lo que Orsag (2010), indica como en los suelos arenosos predominan los poros gruesos en general retienen poca agua y por consiguiente tienen mayor proporción de aire. Lo que facilitó el enraizamiento de las estacas de higo, sin dejar que estas se pierdan por pudrición, pero al mismo tiempo se mantenía húmedas sin exceso.

Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, en base a los factores de estudio (Tabla 1), logrando un total de nueve tratamientos, tres repeticiones, 27 unidades experimentales y un total de 540 plantas obtenidas al final de la investigación. Las variables de respuesta evaluadas son: días a la formación de raíz (día igual a 24 horas), porcentaje de sobrevivencia (%) en la cama flotante (sustrato arena fina), longitud y número de raíces (unidad) antes del trasplante, porcentaje de prendimiento (%) después del trasplante.

Tabla 1. Descripción de tratamientos, interacción y factores en la investigación en higo.

Tratamiento	Interacción	Enraizante natural	Tiempo de sumersión
T1	A1B1	A1=agua de coco	B1=8 horas
T2	A1B2		B2=24 horas
T3	A1B3		B3=48 horas
T4	A2B1	A2=infusión de sauce	B1=8 horas
T5	A2B2		B2=24 horas
T6	A2B3		B3=48 horas
T7	A3B1	A3=agua de lenteja	B1=8 horas
T8	A3B2		B2=24 horas
T9	A3B3		B3=48 horas

También es importante mencionar que los datos obtenidos en la investigación con respecto a las variables de respuesta fueron agrupados en una hoja Excel, posteriormente se realizó un análisis de varianza, con el paquete estadístico SAS® y la prueba Duncan para las variables que respondieron a una significancia del 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a la formación de raíz

En la Figura 1, se puede observar que el T9 (estaca sumergida 48 horas en agua de lenteja) enraizó a los 54 días siendo el mejor tiempo de enraizamiento, seguida del T3 (agua de coco, 48 horas) y T8 (agua de

lenteja, 24 horas) que formaron raíces a los 63 días, además se observa que a los 65 días los T2 (agua de coco, 24 horas) y T6 (infusión de sauce, 48 horas) también logrando formar raíz, T7 (agua de lenteja, 8 horas) a los 70 días, T1 (agua de coco, 8 horas) y T5 (infusión de sauce, 24 horas) a los 79 días y finalmente a los 82 días el T4 (infusión de sauce, 8 horas).

Macías et al. (2013), en la investigación que realizaron en el enraizamiento y brotación de vareta de higuera obtuvieron un enraizamiento a los 41 días con el T7 que consistía en sustrato humedecido con bicarbonato, raizone plus, trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B. Como indica Ipizia (2011), existen varios factores que influyen en el éxito y velocidad del enraizamiento: la adecuación de temperatura, el buen estado del material vegetal, minimizar el estrés hídrico, controlar la actividad fotosintética, la idoneidad del sustrato (humedad, temperatura y sanidad), las propias características de cada especie o la aplicación de reguladores del crecimiento tipo auxina.

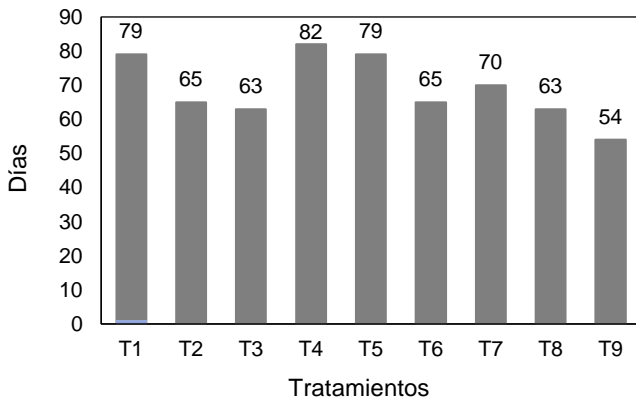


Figura 1. Días a la formación de raíz de los tratamientos evaluados en estacas de higo.

Con respecto a los datos, que se observa, a mayor tiempo de sumersión, menor es el tiempo de enraizamiento en estacas de higo, en el caso de la investigación de Macías et al. (2013) que lograron un enraizamiento de la higuera en 41 días, con el uso de bastantes productos, lo cual hace que aumenten los costos de producción en la propagación y producción de plantines de higo, que de alguna forma se intenta aminorar costos y usar material que nos provee la misma naturaleza. Soto et al. (2006), obtuvieron un enraizamiento a los 25 días, pero las raíces constaban de 0.5 cm, con el uso del AIB, en la presente evaluación no se obtuvo ese tiempo tan corto de enraizamiento, pero se debe considerar que las primeras raíces que se consideraron como datos estaban alrededor de 3 cm, ya que se observó que cuando esta era de menor tamaño tendían a ser más débiles y se rompían al momento de evaluarlas.

Porcentaje de sobrevivencia

Se observa en la Tabla 2, el análisis de varianza para la variable porcentaje de sobrevivencia, donde el coeficiente de variación es igual a 8.31 %, lo cual nos indica que los datos fueron tomados correctamente y hubo un buen manejo de las unidades experimentales. A un nivel de significancia del 5 %, las diferencias son altamente significativas en los enraizadores naturales, lo que confirma que el enraizador afecta directamente al porcentaje de sobrevivencia de las estacas de higo. Por otro lado, no existe una diferencia significativa en los tiempos de sumersión de las estacas de higo en los enraizadores, al igual que en la interacción de los factores. Donde el T8 (agua de lenteja, 24 horas) logro el mejor porcentaje de sobrevivencia en la cama de enraizamiento, que es igual al 89.87 %.

Tabla 2. Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia en propagación vegetativa de higo.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	4 066.18	8	508.27	12.67	<0.0001	
Enraizante	3 849.24	2	1 924.62	47.98	<0.0001	**
Tiempo de sumersión	168.44	2	84.22	2.10	0.1515	NS
Enraizante*tiempo de sumersión	48.51	4	12.13	0.30	0.8726	NS
Error	722.09	18	40.12			
Total	4 788.27	26				

CV = 8.31 %; F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; *Nivel de significancia 5 %; NS: no significativo.

En la prueba Duncan para el factor enraizante (Tabla 3), se determinó que el enraizante natural de agua de lenteja e infusión de sauce son estadísticamente iguales, obteniendo un porcentaje mayor en el prendimiento. El porcentaje de sobrevivencia de las estacas de higo con respecto

al agua de lenteja e infusión de sauce son 85.70 y 83.66 % respectivamente, a diferencia del enraizante natural agua de coco que logró un 59.41 % de sobrevivencia, además de que el número de datos es igual a 9 y un error experimental de 2.11, para el factor enraizante.

Tabla 3. Prueba de medias Duncan para el factor enraizante.

Enraizante	Medias (%)	
Agua de lenteja	85.70	A
Infusión de sauce	83.66	A
Agua de coco	59.41	B

Soto et al. (2006), obtuvo un mayor porcentaje de enraizamiento antes del trasplante, de 73.3 % con las dosis de 1 500 y 3 000 ppm de AIB, en *Ficus benjamina* L. En el caso de la propagación del higo con enraizantes se tiene las investigaciones de Macias et. al. (2013), donde uso dos enraizadores Raizone plus y Rooting, además de otros productos como ser *Trichoderma* como antagonico a hongos fitopatógenos, como fungicidas se evaluaron Captan y Cupravit y Bicarbonato de sodio, también utilizaron complejo de vitamina B con azúcar, con el T7 que consistía de sustrato humedecido con bicarbonato, Raizone Plus, Trichoderma, azúcar y vitamina del complejo B, obtuvieron un porcentaje de sobrevivencia de 70 %.

Es importante mencionar que las lentejas poseen calcio, manganeso, hierro, fósforo, etc., además de gran cantidad de proteínas que son aprovechadas por las estacas de higo al sumergirse por un determinado tiempo, lo que favoreció en la sobrevivencia dentro de las camas de enraizamiento.

Longitud de raíz

Para el análisis de varianza de la variable longitud de raíz, se tiene un coeficiente de variación de 11.91 %, indicándose que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos con respecto al manejo de las unidades experimentales. Además, se observa en la (Tabla 4), que existen diferencias significativas en el factor enraizante y tiempo de sumersión, a diferencia de que a un nivel del 5 % no hay efecto en la interacción de ambos factores en la variable longitud de raíz en las estacas de higo, que fueron propagadas.

Es necesario resaltar que el tratamiento 5 y 6, obtuvieron los mejores promedios en la variable longitud de raíz, que igual a 7.60 y 7.50 cm respectivamente, seguido del tratamiento 3 con 7.35 cm, el tratamiento 7 fue el obtuvo el menor promedio con respecto a la longitud raíz, que es igual a 5.10 cm, sin embargo a pesar de ser menor la longitud, presenta raíces que lograran un porcentaje de prendimiento durante el trasplante a bolsas, macetas o a campo definitivo (huerta), puesto que la longitud es

necesaria, pero la cantidad de raíces adventicias que se forman en la estaca sumergida en los enraizadores naturales, son más importantes, pero es necesario ver el efecto de los enraizadores y el tiempo de sumersión si combinados responden en ambas variables.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	19.05	8	2.38	3.61	0.0113	
Enraizante	5.53	2	2.76	4.19	0.0321	*
Tiempo de sumersión	7.64	2	3.82	5.79	0.0114	*
Enraizante*tiempo de sumersión	5.89	4	1.47	2.23	0.1061	NS
Error	11.87	18	0.66			
Total	30.91	26				

CV = 11.91 %; F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; *Nivel de significancia 5 %; NS: no significativo.

Para el análisis de varianza de la longitud de raíz, se obtuvo un coeficiente de variación de 11.91 %, lo cual indica que los datos se encuentran dentro de los rangos permitidos del manejo de las unidades experimentales, además, se observa que las diferencias significativas para el enraizante y el tiempo de sumersión presentan un efecto directo a la longitud de raíz.

Sucojayo (2012), menciona que las diferencias entre los enraizadores aplicados, para la variable de estudio longitud de raíz en la frutilla con un tiempo de sumersión de 6 horas, se observa que con el tratamiento de “agua” de coco se llega a obtener mayor desarrollo de longitud de raíz de 23.40 cm, con respecto al tratamiento con extracto de sábila y al testigo, comportándose estadísticamente de manera similar frente al tratamiento con extracto de sauce. Aunque numéricamente se comporte superior el tratamiento con “agua” de coco sobre el tratamiento con extracto de sauce de 23.37 y 20.44 cm, respectivamente, estadísticamente son similares.

El factor enraizante en la prueba de medias Duncan, se muestra en la (Tabla 5), que existen diferencias entre los enraizadores utilizados en la propagación vegetativa, en base a 9 datos analizados y un error experimental igual 0.27, con respecto a la longitud de raíz obtenida en los tratamientos a base de la infusión de sauce, seguido de los enraizadores agua de coco y lenteja.

Tabla 5. Prueba de medias Duncan para el factor enraizante.

Enraizante	Medias (cm)		
Infusión de sauce	7.30	A	
Agua de coco	6.93	A	B
Agua de lenteja	6.21		B

Con relación al crecimiento longitudinal de las raíces adventicias del litchi (*Nephelium litchi camb.*) obtuvo significancia entre los diferentes factores aplicados y la interacción también obtuvo significancia, el tratamiento T3 (anillado + fertifox) obtuvo el mejor resultado con una media de 7.16 cm de longitud de raíz, el cual tiene una gran diferencia con el tratamiento T5 (rasgado + agua de coco) con una longitud media de 2.08 cm de longitud de raíces adventicias (López, 2014). Por lo tanto, se llega a la conclusión de que esta variable tuvo mucha relación con la variable de formación de las raíces adventicias, debido a que en menor tiempo de la aparición de las raíces adventicias se obtuvo mayor tamaño longitudinal de las raíces.



Figura 2. Enraizamiento final de las estacas de higo para 48 horas agua de lenteja (Izq.) y 24 horas infusión de sauce (Der.).

Por lo que es evidente que las estacas de higo, mientras más tiempo estén sumergidas en el enraizante, presentan una longitud de raíz aceptable, para el trasplante posterior en campo, de esta manera, el agua de lenteja y la infusión de sauce como enraizadores naturales tienen una influencia positiva en la longitud de raíz, sabiendo que la raíz es uno de los órganos más importantes de la plantas, lo que le ayudará a alimentarse y absorber elementos importantes del suelo para su desarrollo y crecimiento.

Calle (2012), con un tiempo de sumersión de 24 horas en la cantuta roja el tratamiento A (extracto de sauce), tuvo un crecimiento en las raíces de 15.13 cm por la baja presencia de auxinas en el extracto, esto a los 180 días, por ello la infusión otorga mejores beneficios y propiedades de las hojas de sauce.

Tabla 6. Prueba de medias Duncan para el factor tiempo de sumersión.

Tiempo de sumersión (horas)	Medias (cm)		
48	7.26	A	
24	7.12	A	
8	6.07		B

En la Tabla 6, se puede apreciar la prueba de medias Duncan para el factor tiempo de sumersión, con un número de 9 datos y un error experimental igual a 0.27, que indica numéricamente que el tiempo de sumersión de 48 y 24 horas son estadísticamente iguales para la variable longitud de raíz (Figura 2), a diferencia del tiempo de sumersión de 8 horas, en el enraizamiento de estacas de higo.

Número de raíces

La variable número de raíces en un análisis de varianza obtuvo un coeficiente de variación igual a 11.74 %, (Tabla 7) evidenciándose que el manejo de las unidades experimentales fue adecuado. Si bien la infusión de sauce no obtuvo una longitud superior al agua de lenteja, por el contrario en la variable número de raíces la infusión de sauce presenta un mayor promedio de número de raíces, en un tiempo de sumersión de 24 horas, para la propagación vegetativa de estacas de higo. También se observa que para el factor enraizante y la interacción de ambos factores significancia, sin embargo, para el factor tiempo de sumersión se nota una alta significancia, por lo que el efecto es directo para la formación en cantidad de raíces en las estacas de higo, para un nivel de significancia al 5 %.

También es importante resaltar que el tratamiento 5 (infusión de sauce, 24 horas) presenta un número promedio de raíces igual a 8 unidades, seguido del tratamiento 8 (agua de lenteja, 24 horas) con siete unidades, sin embargo, los tratamientos 1 (agua de coco, 8 horas) y 7 (agua de lenteja, 8 horas), solo obtuvieron en promedio 3 unidades, con respecto a la variable número de raíces.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable número de raíces.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	61.41	8	7.68	20.73	<0.0001
Enraizante	3.63	2	1.81	4.90	0.0200 *
Tiempo de sumersión	53.41	2	26.70	72.10	0.0001 **
Enraizante*tiempo de sumersión	4.37	4	1.09	2.95	0.0488 *
Error	6.67	18	0.37		
Total	68.07	26			

CV = 11.74 %; F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; *Nivel de significancia 5 %; ** alta significancia.

La prueba Duncan para el factor enraizante, tiempo de sumersión e interacción de ambos factores, ponen en una posición superior al efecto de la infusión de sauce en 24 horas en el enraizamiento de las estacas de higo, para obtener plantines iguales a la planta madre, quedando al final el efecto del enraizador de agua de coco y 8 horas de sumersión. El tiempo de sumersión de 24 horas mostro un promedio de 7 raíces, por el contrario, el tiempo de 48 y 8 horas, obtuvieron 5 y 3 unidades de raíces respectivamente en los diferentes tratamientos, el detalle específico se puede observar en la (Tabla 8), donde es claro que el tiempo de sumersión de ocho horas no presento un efecto positivo en la formación de raíces. La diferencia es muy pequeña, por lo que la infusión de sauce y el agua de lenteja en un tiempo de sumersión de 24 horas logran un efecto importante, prueba en base a número de datos igual a tres y un error experimental de 0.35.

Tabla 8. Prueba de medias Duncan para la interacción del factor enraizante * tiempo de sumersión.

Enraizante * tiempo de sumersión	Medias (horas)	
Infusión de sauce 24.00	7.67	A
Agua de lenteja 24.00	7.33	A
Agua de lenteja 48.00	5.67	B
Agua de coco 24.00	5.67	B
Infusión de sauce 48.00	5.00	B
Agua de coco 48.00	5.00	B
Infusión de sauce 8.00	3.67	C
Agua de coco 8.00	3.33	C
Agua de lenteja 8.00	3.33	C

Hartmann et. al. (2002), indican que, la propagación vegetativa o asexual surge como una alternativa de producción de plantas con el mismo genotipo de la planta madre, esta reproducción se obtiene a partir de una célula, un tejido o un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas) de la planta madre. Además, es un método rápido que produce plantas de características de un vegetal adulto, o sea florecen y fructifican en corto tiempo, situación que no ocurre en muchas plantas obtenidas de semilla (Saldías, 2011).

Sin embargo, de acuerdo con la investigación realizada es necesario considerar que para lograr un mejor enraizamiento: la recolección de estacas debe ser de la parte intermedia de la planta o rama del árbol frutal, descartando la parte apical y basal, además los meses de mayo y junio importantes para la obtención de estacas. En el corte de la estaca mantener mínimamente 2 a 3 yemas, un corte bisel en la parte superior y recto en la parte inferior, para identificar la dirección de la estaca al momento de colocarla en la cama de enraizamiento. Para el sustrato de enraizamiento, la arena de río es primordial, cernida en una malla no tan fina, ni tan gruesa y desinfectada. Finalmente, los enraizadores naturales son elementales en base a los beneficios y propiedades que ofrecen, como la presencia de citocininas en el agua de coco que ayudan a la generación de raíces, pero sobre todo las propiedades antisépticas que son importantes a la hora de decidir un buen enraizador y el tiempo de sumersión en el enraizante.

Porcentaje de prendimiento

Esta variable es de gran importancia, para la producción de higo, lo esencial es la multiplicación de plantines en base a la propagación vegetativa o asexual, porque la reproducción sexual se emplea solo con fines de mejoramiento genético. Melgarejo (2000), menciona que el sistema radicular de la higuera es muy potente, esta característica le permite explorar grandes superficies y profundidades, dicha característica le permite soportar periodos largos de sequía a los que frecuentemente se enfrenta en muchas zonas del mundo. Por ello, con la investigación se realizó el trasplante de las estacas de higo en las bolsas de polietileno después de tener mínimamente la longitud y número de raíces, para su desarrollo y crecimiento, así, obtener un plantin listo para establecer en una huerta definitiva, por ello se evaluó la variable, observándose el siguiente análisis de varianza (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	2 281.87	8	285.23	4.00	0.0070	
Enraizante	962.26	2	481.13	6.74	0.0065	**
Tiempo de sumersión	9.00	2	4.50	0.06	0.9391	NS
Enraizante*Tiempo de sumersión	1 310.62	4	327.65	4.59	0.0099	**
Error	1 284.62	18	71.37			
Total	3 566.49	26				

CV = 11.49 %; F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; GL: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; ** alta significancia.

El coeficiente de variación es igual a 11.49 %, siendo el manejo apropiado en campo de la investigación, por ello se observa que para el factor enraizante e interacción de ambos factores es altamente significativo, por el contrario, el tiempo de sumersión no afecta o no tiene efecto en el porcentaje de prendimiento.

Tabla 10. Prueba de medias Duncan para el factor enraizante.

Enraizante	Medias (%)	
Agua de lenteja	79.20	A
Infusión de sauce	76.16	A
Agua de coco	65.29	B

En la Tabla 10, se puede apreciar que con 79.20 % el agua de lenteja, sigue presentando efecto positivo en la propagación vegetativa de higo, seguido de la infusión de sauce y agua de coco, con 76.16 y 65.29 % respectivamente, pero los tres enraizadores logran un porcentaje de prendimiento aceptable, lo que es válido para el uso del enraizamiento de estacas de higo, en base a 9 datos analizados y un error experimental igual a 2.82, estas diferencias específicas se puede observar en la Tabla 11, a continuación, que también se basó en 3 datos y un error experimental de 4.88, que se obtuvo en la prueba Duncan.

Tabla 11. Prueba de medias Duncan para el factor enraizante.

Enraizante * tiempo de sumersión	Medias (%)		
Agua de lenteja	48.00	90.00	A
Infusión de sauce	24.00	85.32	A
Agua de lenteja	8.00	80.33	A B
Infusión de sauce	8.00	76.63	A B C
Agua de lenteja	24.00	67.27	B C
Infusión de sauce	48.00	66.54	B C
Agua de coco	48.00	66.10	B C
Agua de coco	24.00	65.83	B C
Agua de coco	8.00	63.94	C

Correspondiente a la prueba Duncan la variable porcentaje de prendimiento respecto al tipo de enraizante natural y al tiempo de sumersión, define los rangos estadísticos significativamente diferentes. Si bien

lo que se esperaba es la formación de raíz, también es importante la calidad de raíz en el momento de trasplante a campo, por ello de ahí nace la importancia del porcentaje de prendimiento. Sánchez et al. (2010) obtuvieron un 26 % de prendimiento con el enraizador natural agua de coco para la especie leñosa nativa (*Ureca baccifera*), con un tiempo de sumersión de tres minutos.

Torrez (2022), indica que la técnica de miniestacas presenta ventajas relacionadas a la reducción del área de producción, disminución del período de enraizamiento y aclimatación, además de la reducción del uso de reguladores hormonales para inducción del enraizamiento, siendo una alternativa viable para la producción de plantines clonales a larga escala, principalmente en las situaciones en que presentan resultados tan eficientes como el cultivo in vitro, o en situaciones en que la micropropagación fuera inviable técnica, económica y/u operacionalmente. La técnica de miniestacas, también se puede asociar con la de micropropagación (técnica de microestacas) para aumentar el grado de juvenilidad de los materiales a propagarse. *P. alba* es la especie de mayor importancia económica y de gran dificultad en el enraizamiento dentro del género y por eso el trabajo tiene como objetivo principal presentar una revisión bibliográfica sobre su propagación vegetativa.

CONCLUSIONES

Se obtuvo el menor tiempo de enraizamiento con el tratamiento 9 (Agua de lenteja, 48 horas) con una media de 54 días seguido del tratamiento 3 (agua de coco, 48 horas) y tratamiento 8 (agua de lenteja, 24 horas) que formaron raíces a los 63 días, por tanto, las estacas de higo enraizaron en menor tiempo a mayor tiempo de sumersión, aún más con el uso del enraizante en base a lenteja (remojada, reposada y licuada después de la germinación de la misma).

Con respecto al porcentaje de sobrevivencia en la cama flotante de arena, el tipo de enraizante natural tuvo un efecto directo, de lo que se menciona que el agua de lenteja e infusión de sauce obtuvo un mayor porcentaje

de sobrevivencia igual a 85.70 y 83.66 % respectivamente en un tiempo de sumersión de 24 horas, a diferencia del uso de agua de coco en el enraizamiento de estacas de higo.

Para la variable longitud de raíz fue evidente la significancia para el factor enraizante y tiempo de sumersión, a favor del efecto de la infusión de sauce y el tiempo de sumersión de 48 y 24 horas. Los tratamientos T5 y T6 (Infusión de sauce en 24 y 48 horas) logra una longitud de raíz casi similares de 7.60 y 7.50 cm respectivamente. Con respecto al número de raíces el T5 y T8 (Infusión de sauce y agua de lenteja en un tiempo de sumersión de 24 horas) obtienen 8 y 7 unidades de raíz.

El porcentaje de prendimiento es de mucha importancia, después del enraizamiento de las estacas, para responder las características obtenidas de las diferentes propiedades de los enraizadores naturales y los tiempos de sumersión. El tratamiento 9 (agua de lenteja en un tiempo de sumersión de 48 horas) obtuvo el mejor promedio igual al 90 %, le sigue el tratamiento 5 (infusión de sauce, 24 horas) con 85.32 %, sin embargo, el tratamiento 1 (agua de coco, 8 horas) con 63.94 % siendo el que posee el menor porcentaje, igual logra prender después del trasplante, por tanto, para el enraizamiento de las estacas de higo, el uso de enraizadores naturales como la infusión de sauce, agua de lenteja y coco, son alternativas que logran obtener un porcentaje de prendimiento aceptable.

Agradecimientos

A la pasante voluntaria, estudiante y amiga, Lourdes Ximena Poma Choque, por sembrarme curiosidad en la propagación vegetativa del higo, en el Vivero Multipropósito, que, de ser un emprendimiento pequeño, ahora se ha convertido en un espacio de producción e investigación de especies que no se hallan en el mercado local, tales como el Lúcumo, Saucó y otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Calle, J. 2012. Propagación vegetativa de la cantuta (*Cantua buxifolia*) con fitohormonas naturales y sintéticas en vivero, Achocalla, La Paz. Tesis Licenciatura. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 145 p.
- Condori, E. 2006. Efecto de enraizadores naturales, en la propagación asexual del arce negundo (*Acer negundo*). Tesis Licenciatura. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 86 p.
- Crisosto, H; Ferguson, L; Bremer, V; Stover, E; Colelli, G. 2011. 7- Fig (*Ficus carica* L.). In woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits (en línea). Woodhead Publishing. 134-160e p. ISBN 9781845697358. Consultado 11 oct. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1533/9780857092885.134>; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845697358500073>
- Flores, D; Jiménez, V; Chacón, R. 2008. Cultivo de tejidos en *Ficus carica* con miniestacas (en línea). Agronomía Mesoamericana 20 (2):319-325. Consultado 23 oct. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.15517/am.v20i2.4948>
- Hartmann, H; Kester, D; Davies, F; Geneve, R. 2002. Propagación de plantas: Principios y prácticas. 7th ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA, 880 p.
- Hernández, C. 2015. Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas. Departamento de producción agraria. Universidad Politécnica de Madrid. 44p.
- Ipizua, 2011. Consideraciones generales para la propagación de especies forestales. Perú. 143 p.
- Lopez, L. 2014. Propagación asexual del litchi (*Nephelium litchi* camb.) mediante diferentes técnicas de acodo aéreo, con tres enraizadores (hormona, agua de coco y miel) en la estación experimental de Sapecho - Alto Beni. Tesis Licenciatura. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés 176 p.
- Macías, H; Muñoz, A; Villa, M; Velásquez, V; Potisek, M. 2013. Enraizamiento y brotación de vareta de higuera en contenedores de plástico cerrados: resultados preliminares (en línea). Revista AGROFAZ. Edición especial. Publicación semestral de investigación científica. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de agricultura y zootecnia. Venecia, Durango, México. Consultado 25 ago. 2023. Disponible en <https://docplayer.es/69572860-Enraizamiento-y-brotacion-de-vareta-de-higuera-en-contenedores-de-plastico-cerrados-resultados-preliminares.html>
- Marinas, M. 2020. Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. MF0520. Editorial Tutor formación.
- Melgarejo, P. 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. I. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 382p.
- Nieto, C; Jarrín, P; Pinto, N. 2007. El Higo. *Ficus carica* L. Manual de producción, uso y aprovechamiento (en línea). SENACYT-SURCO. Consultado 24 nov. 2022 Disponible en <https://www.tipsytemasagronicos.com/guia-tecnica-gratis-del-cultivo-de-higo>
- Orsag, V. 2010. El recurso suelo. Principios para su manejo y conservación. FOBOMADE. Primera edición. Editorial Zeus. Bolivia. 473 p.
- Saldías, M. 2011. Jardinería en Chile. Primera edición. Santiago, Chile. Universidad Central. ISBN 10 956-330-015-7.
- Sánchez, D; Gentil, H; Guayara, A; Velásquez, J. 2010. Evaluación del prendimiento de estacas de especies de las familias Euforbiaceae y Urticaceae (en línea). Universidad de la Amazonía. Momentos de Ciencia 7 (2):77-81. Consultado 14 feb. 2023. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/288215103.pdf>
- Soto, L; Jasso, J; Vargas, J; Gonzales, H; Cetina, V. 2006. Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas del año.

Universidad Autónoma Indígena de México. Revista Ra Ximha 2(3):795-814.

Sucojayo, E. 2012. Producción de plantines de frutilla (*Fragaria* sp.) con la aplicación de enraizadores naturales, en esquejes, bajo ambiente protegido, en la estación experimental de Cota Cota. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 156 p.

Torrez, M. 2022. Técnicas empleadas en la propagación vegetativa de algarrobo blanco (*Prosopis alba Grisebach*) (en línea). Universidad Nacional del Litoral. Biblioteca virtual. Esperanza, Santa Fe. Consultado 15 feb. 2023. Disponible: <https://hdl.handle.net/11185/6664>

Artículo recibido en: 06 de septiembre del 2023

Aceptado en: 15 de abril del 2024