

Tipos de sustratos para un buen enraizamiento en el cultivo del espárrago

Types of substrates for good rooting in asparagus cultivation

Uber Alva Moya¹

RESUMEN

El enraizamiento de plantines de espárrago en almacigueras es fundamental para la obtención de coronas vigorosas y su posterior trasplante a campo definitivo, especialmente en suelos sódico-alcálinos donde la siembra directa presenta alta mortalidad y dificultades de manejo. **Objetivo:** determinar el porcentaje de enraizamiento de plantines de tres variedades de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en tres tipos de sustrato. **Metodología:** se emplearon las variedades UC157, UC115 y Atlas, a partir de semillas certificadas, y los sustratos humus de lombriz + tierra, humus de lombriz + tierra + arena y arena. El ensayo se condujo bajo un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3×3 , con evaluaciones cada siete días durante 60 días. **Resultados:** el porcentaje promedio de enraizamiento fue de 66%, con valores entre 45% y 92% según tratamiento. El factor variedad mostró mayor influencia que el tipo de sustrato en el enraizamiento; sin embargo, el sustrato arena registró los mejores resultados en este proceso y en características morfofisiológicas asociadas. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para número, longitud y diámetro de raíces por plantín, aunque se evidenciaron respuestas diferenciadas según los factores evaluados. **Conclusiones:** el enraizamiento de plantines depende principalmente de la variedad, aunque el uso de arena como sustrato favorece el desempeño general del proceso.

Palabras clave: Enraizamiento, morfofisiológicas, plantin, sustrato, trasplante.

ABSTRACT

Rooting of asparagus seedlings in seedbeds is a critical stage for obtaining vigorous crowns and ensuring successful transplantation to the field, particularly in sodic-alkaline soils where direct sowing results in high mortality and management difficulties. **Objective:** to determine the rooting percentage of seedlings from three asparagus varieties (*Asparagus officinalis* L.) grown in three types of substrates. **Methodology:** the varieties UC157, UC115, and Atlas, derived from certified seeds, were evaluated using the substrates worm humus + soil, worm humus + soil + sand, and sand. The experiment followed a randomized complete block design with a 3×3 factorial arrangement, with evaluations conducted every seven days over a 60-day period. **Results:** the average rooting percentage was 66%, ranging from 45% to 92% among treatments. The variety factor had a greater influence on rooting than the substrate type; however, the sand substrate showed the best performance in rooting and associated morphophysiological traits. No statistically significant differences were found among treatments for root number, length, and diameter per seedling, although differential responses were observed depending on the evaluated factors. **Conclusions:** seedling rooting is mainly influenced by the variety, although the use of sand as a substrate enhances overall performance of the process.

Keywords: Rooting; substrates; *Asparagus officinalis*; varieties; seedlings

Recibido 10/09/2024 Aprobado 17/10/2024

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



¹ Universidad Nacional de Trujillo, Uberalva466@gmail.com. ORCID : ID: 0009-0008-6160-7304

Introducción

El cultivo de espárrago verde constituye una de las principales actividades agroexportadoras de la costa peruana, debido a su significativa contribución a las exportaciones agrícolas. En 2012, el Perú se posicionó como el primer exportador y segundo productor mundial de espárrago, y en 2022 se consolidó como el segundo proveedor global con 128 000 toneladas, representando el 32.49% del total. Esta relevancia productiva resalta la necesidad de optimizar las prácticas agronómicas asociadas a su establecimiento.

Sin embargo, gran parte de los suelos de la costa peruana presenta condiciones sódico-alcalinas que dificultan el establecimiento del cultivo mediante siembra directa. Aunque el espárrago (*Asparagus officinalis* L.) tolera ciertos niveles de salinidad, esta condición afecta su desarrollo fisiológico y morfológico, especialmente en etapas iniciales, reduciendo la germinación y el prendimiento. En este contexto, el desarrollo radicular es un proceso determinante, regulado por factores endógenos como las auxinas, que intervienen en la formación de raíces y en la actividad meristemática (Hartmann & Kester, 1980; Sánchez et al., 2009), así como por factores externos como la salinidad, que limita el crecimiento radicular y el rendimiento del cultivo (Almasoum, 2000; Goykovic & Saavedra, 2007).

Diversos estudios han demostrado que la conductividad eléctrica influye en el estado fisiológico del espárrago, afectando el follaje, la biomasa y los rendimientos (Ayers & Westcot, 1985; Francois, 1987; Sánchez, 2006). Asimismo, se reconoce que el uso de sustratos adecuados en la fase de propagación puede favorecer el desarrollo radicular, siempre que estos cumplan condiciones de porosidad, retención de humedad, aireación y baja salinidad (López et al., 2008; Hidalgo et al., 1999).

No obstante, a pesar del conocimiento existente sobre los efectos de la salinidad y las características de los sustratos, se evidencia una limitada información específica sobre el comportamiento del enraizamiento de plantines de espárrago en diferentes tipos de sustrato bajo condiciones de suelos sódico-alcalinos, lo que restringe la toma de decisiones técnicas en la fase de establecimiento del cultivo.

En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo influyen los diferentes tipos de sustrato en el enraizamiento de plantines de espárrago bajo condiciones de cultivo?

En correspondencia, se plantea como hipótesis que el tipo de sustrato influye significativamente en el enraizamiento de los plantines de espárrago, favoreciendo el desarrollo radicular cuando se emplean

sustratos con propiedades físicas y químicas adecuadas.

Por ello, el objetivo del presente estudio es evaluar el enraizamiento de plantines de espárrago en diferentes tipos de sustrato, con el fin de generar información que contribuya a optimizar el establecimiento del cultivo en condiciones de suelos sódico-alcalinos.

Metodología

Material experimental: Se utilizaron 1350 semillas de tres variedades de espárrago (tabla 01), de semilla certificada y la cantidad según el diseño experimental fue de la siguiente manera:

Variedad UC157 450 semillas

Variedad UC115 450 semillas

Variedad Atlas 450 semillas

El segundo factor en estudio lo constituyeron tres diferentes tipos de sustratos:

- Mezcla humus de lombriz + tierra agrícola; en proporción 1:2
- Mezcla tierra agrícola + arena lavada de río + humus de lombriz; en proporción 3:2:1
- Arena lavada de río.

Tabla 1

Principales características morfológicas de las variedades de espárrago utilizados en la investigación

Variedad	Color Follaje	Color raíz reservante - parte externa	Color pulpa raíz
UC157	verde	marrón	blanca
UC115	verde	marrón	blanca
ATLAS	verde	marrón	blanca

Diseño experimental:

El experimento fue instalado y conducido entre los meses de junio y agosto del 2024.

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completamente Randomizados en arreglo factorial 3 x 3; con nueve tratamientos y tres repeticiones. Las características para aplicar este diseño se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Factores, niveles y combinaciones en estudio del diseño factorial 3 x 3.

FACTOR VARIEDAD	FACTOR SUSTRATO	TRATAMIENTOS
V1: UC157	S1: Humus lombriz + tierra S2: Tierra + arena + humus lombriz S3: Arena	1. Variedad UC157 y mezcla humus lombriz + tierra 2. Variedad UC157 y mezcla tierra + arena + humus lombriz. 3. Variedad UC157 y arena
V2: UC115	S1: Humus lombriz + tierra S2: Tierra + arena + humus lombriz S3: Arena	1. Variedad UC115 y mezcla humus lombriz + tierra 2. Variedad UC115 y mezcla tierra + arena + humus lombriz. 3. Variedad UC115 y arena
V3: Atlas	S1: Humus lombriz + tierra S2: Tierra + arena + humus lombriz S3: Arena	1. Variedad Atlas y mezcla humus lombriz + tierra 2. Variedad Atlas y mezcla tierra + arena + humus lombriz. 3. Variedad Atlas y arena

Características del campo experimental

BLOQUES

Numero : 3
Largo : 6m
Ancho : 1m
Area total : 6m²

PARCELAS

Numero por bloque : 9
Largo : 1m
Ancho : 0.67m
Área : 0.67m²

SURCOS

Numero por parcela : 5
Largo : 1m
Ancho : 0.13m
Área : 0.13m²

PLANTACIÓN

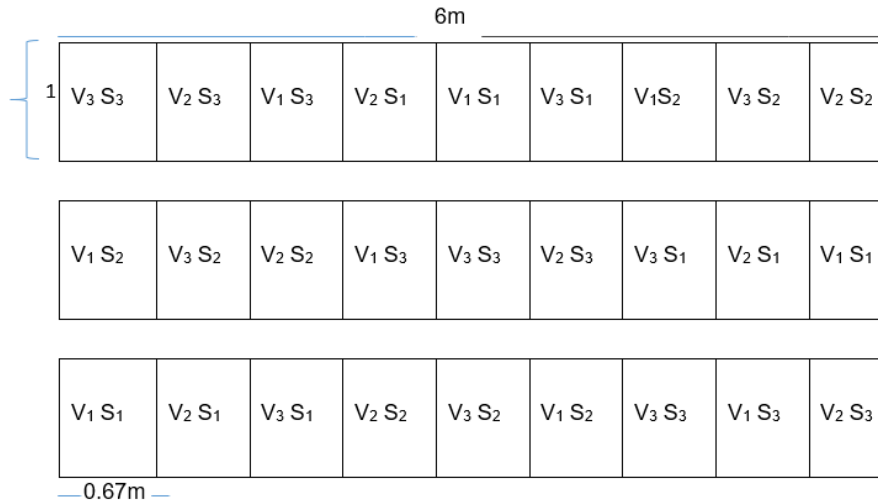
Plantas por surco : 10
Plantas por parcela : 50
Plantas por bloque : 450
Distancia entre plantas : 10cm
Distancia entre surcos : 0.13m
Total de plantas a utilizar : 1350

CALLE

Numero : 2
Largo : 5m
Ancho : 0.60m
Área : 3.60m
Área neta : 18m²
Área total : 25.2m²

Figura 1

Croquis de distribución de tratamientos de diseño experimental



VARIETADES

V₁: UC157
V₂: UC115
V₃: ATLAS

SUSTRATOS

S₁: Humus de lombriz + tierra
S₂: Tierra + arena + humus lombriz
S₃: Arena

Según el diseño, se midieron las camas y cada una fue dividida en tres partes, según la distribución de los sustratos. Cada sección fue dividida en tres secciones para los tratamientos.

Los sustratos que implicaban mezcla, como en el caso de tierra + humus y tierra + humus + arena, fueron preparados y mezclados convenientemente. En el caso de la arena de río fue lavada con agua corriente antes de llenar las camas.

Instalación y conducción de la investigación

1) Preparación de las camas de enraizamiento y de sustratos: En primer lugar, se limpiaron, arreglaron y acondicionaron las camas para el enraizamiento, llenándolas del sustrato correspondiente.

Una vez llenas las camas con el sustrato adecuado, se desinfectaron todos los tratamientos en estudio, con una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 10%. Se taparon y sellaron con plástico durante 3 días y al cuarto se removieron, orearon y nivelaron con un rastrillo. Un día después se realizó la siembra.

2) Siembra de las semillas certificadas:

Antes de sembrar las semillas fueron remojadas por 1 día, se procedió a escurrir el agua y colocar las semillas en envolturas de saco yute para abrigo en paja de arroz por 3 días.

Luego de este tiempo se procedió a la siembra en forma manual y según el diseño establecido: en sustrato húmedo. La densidad de la siembra fue de 13 cm entre líneas y 10 cm entre semillas, con un total de 1350 semillas. Cada semilla fue enterrada a una profundidad promedio de 2cm, bajo el sustrato.

3) Labores de Mantenimiento:

Se efectuaron riegos ligeros Inter diarios durante las dos primeras semanas y luego cada 2 – 3 días, en función de las condiciones climáticas y necesidades reales de la semilla y los sustratos.

Deshierbos: se realizaron manualmente, según la necesidad de las camas. Se erradicaban todas las malezas que emergían para evitar competencia por nutrientes y para mantener el campo limpio.

Se hizo un control fitosanitario en forma preventiva y curativa; utilizando insecticidas como Tifón 480 con una dosis de 2 ml por litro de agua para controlar gusanos de tierra. También se utilizó el funguicida Benopoint 50 MP para controlar el ataque de hongos a una dosis de 1g por litro de agua.

Evaluaciones realizadas

Se realizaron ocho evaluaciones cada siete días después de la siembra en camas de enraizamiento. El número mínimo de plantas muestreadas en cada evaluación fue cinco por cada tratamiento.

a) **Germinación:** Se registró el número total de semillas germinadas en cada tratamiento y sus repeticiones. Este registro se realizó desde la siembra hasta los 60 días. Posteriormente el número total de semillas germinadas por tratamiento, fue transformado en porcentaje.

b) **Porcentaje de enraizamiento:** A los 60 días después de la siembra, se contó y registró en cada tratamiento y repetición, el número total de plántulas enraizadas, los mismos que fueron transformados a porcentaje. Es preciso anotar que en cada evaluación (cada siete días) se muestreaban cinco plántulas por tratamiento, para observar la emisión o no de raíces. Eso permitió terminar los días al inicio del enraizamiento y el total acumulado de plántulas enraizadas a los 60 días.

c) **Altura de los brotes:** Se registraron las medidas en centímetros de los nuevos brotes, desde la base del

plantin hasta las yemas terminales. Utilizándose una regla graduada.

d) **Número de raíces primarias:** Para esta evaluación se sacaron los plantines enraizadas en cada tratamiento; se lavaron cuidadosamente quitándoles el sustrato adherido y se contó en número de raíces primarias (las más gruesas) por plantin.

e) **Número de raíces primarias con secundarias:** Esta evaluación se realizó al mismo tiempo que la anterior. Se contó y registró el número de raíces primarias que presentaban raíces secundarias. Esto permitió inferir sobre la capacidad de absorción del sistema radicular de las plántulas.

f) **Longitud y diámetro de raíces primarias:** Con una regla graduada y vernier, se midieron el largo y diámetro, respectivamente, de las raíces primarias en cada plantin.

Los datos de las evaluaciones fueron debidamente tabulados, para luego calcular los principales parámetros estadísticos, así como realizar los análisis de varianza. Para esto se hizo uso del software SAS versión 7.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son expuestos en este capítulo bajo la forma de tablas y figuras; las mismas que son debidamente analizadas e interpretadas.

Porcentaje de germinación:

A los 60 días después de la siembra, el porcentaje de germinación de las semillas en las camas de enraizamiento no alcanzó el 100 % (Fig. 2). El máximo valor (93 %) se encontró en el tratamiento 3 (UC157 y arena) y; el mínimo valor (39%) fue registrado en el tratamiento 8 (variedad Atlas, tierra + arena + humus). La germinación se inició a los 10 días; sin embargo, el mayor porcentaje de semillas germinadas (30 – 55%) se registró entre la segunda y tercera semanas después de la siembra, en todos los tratamientos.

Figura 2

Porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra, de semilla de tres variedades, en tres sustratos



Según el análisis de varianza (Tabla 3), existe significación estadística para los factores principales (variedades y tipo de sustrato), pero no hay significación para la interacción variedad x tipo de sustrato. Esto implica que para la variable porcentaje de germinación, las variedades y tipo de sustrato son independientes y pueden ser analizados como tal. La prueba de Duncan demostró que a nivel de variedades hay diferencias estadísticas altamente significativas, con una clara

superioridad de la variedad UC157 (83,5 % de germinación) respecto a las otros dos: "UC115" y "Atlas". que alcanzaron 69,7 y 44,4 % de germinación, respectivamente. Para el factor tipo de sustrato y, según la prueba de Duncan, el sustrato arena, fue estadísticamente superior (73,7 % de germinación) a los otros dos: tierra + + humus y, tierra + humus; que resultaron estadísticamente similares con 62,6 y 61,3 %/0, respectivamente.

Tabla 3

Análisis de la varianza para la factorial 3V x 3S en DBCR — Porcentaje de germinación.

	FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP		2	73.185185	36.592593	0.55	05862
VAR		2	7083.851852	3541.925926	53.46	<.0001**
TS		2	840.296296	420.148148	6.34	0.0094**
VAR XTS		4	66.370370	16.592593	0.25	0.9052 NS
Error		16	1060.148148	66.259259		
Corrected Total		26	9123.851852			

Coeff Var: 12.35 %

Prueba de Duncan para el factor tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	73.778	9	3
B	62.667	9	2
B	61.333	9	1

Prueba de Duncan para el factor variedad

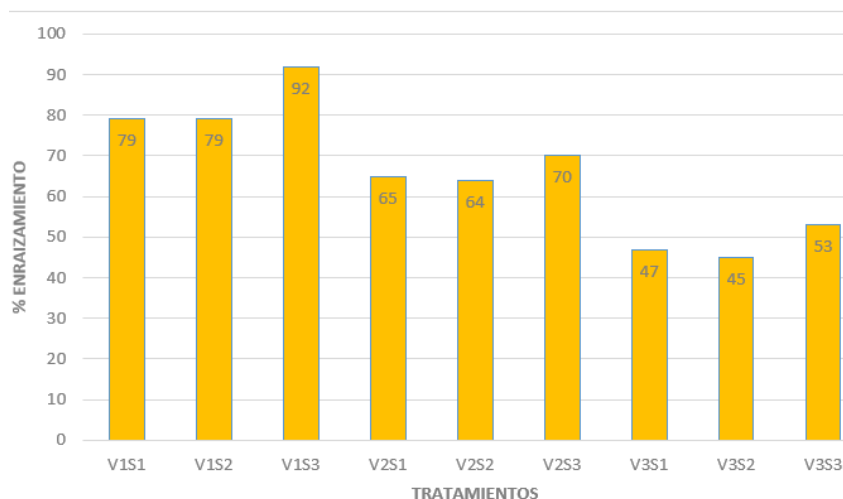
Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	83.556	9	1
B	69.778	9	2
C	44.444	9	3

Enraizamiento

A los 60 días después de la siembra, el enraizamiento de plantines en todos los tratamientos fue de 66 % en promedio. El máximo porcentaje se registró en el tratamiento 3: variedad UC157 y arena con 92% y, el mínimo porcentaje se encontró en el tratamiento ocho: variedad atlas y mezcla tierra + arena + humus, con 45% (Fig. 3). Por tanto, esto confirma que el sustrato arena sería el más adecuado para el pre enraizamiento de plántulas de espárrago. Si observamos la figura 2, corroboramos esta hipótesis, pues el máximo porcentaje de enraizamiento (92%) corresponde al tratamiento cuyo sustrato es la arena

Figura 3

Porcentaje de enraizamiento a los 60 días después de la siembra, de semillas de tres variedades de espárrago en tres tipos de sustrato



El análisis de la varianza para la variable porcentaje de enraizamiento, indicó que existe baja significación estadística para la interacción variedad x tipo de sustrato, esto implica que las diferencias entre los promedios de los nueve tratamientos no fueron significativas y que los factores principales (variedad y tipo de sustrato) se comportaron como independientes (Tabla 4). Sin embargo, las pruebas de Duncan, señalan que, para la

variable en estudio, las tres variedades tuvieron respuestas estadísticamente diferentes, con una clara superioridad de la variedad "UC157" (83%) (Fig. 4). De igual forma, a nivel de sustratos, la prueba de Duncan confirma una vez más que el sustrato arena fue estadísticamente superior (71,6%) a los otros dos (63% en promedio) (Fig.5).

Tabla 4

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR — Porcentaje de enraizamiento

	FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP		2	139.351852	69.675926	1.49	0.2550
VAR		2	5514.351852	2757.175926	58.97	<.0001**
TS		2	433.796296	218.898148	4.64	0.0258**
VAR XTS		4	55.092593	13.773148	0.29	0.8772
Error		16	8.148148	46.759259		
Total		26	6890.740741			

Coeff Var: 10.4 %

Prueba de Duncan para el factor variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	83.333	9	1
B	66.389	9	2
C	48.333	9	3

Prueba de Duncan para el factor tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	71.667	9	3
B	63.611	9	3
B	62.778	9	2

Figura 4

Porcentaje de enraizamiento a los 60 días después de la siembra, según la variedad

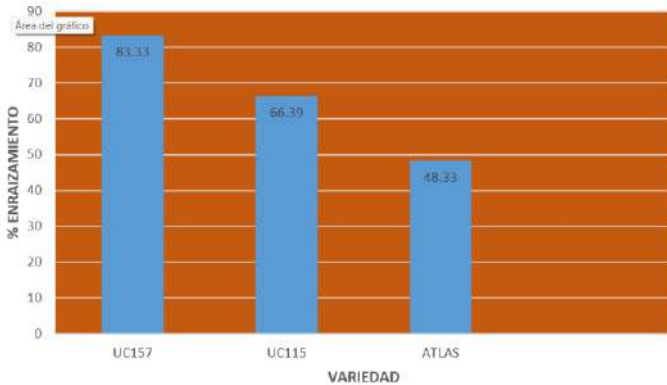
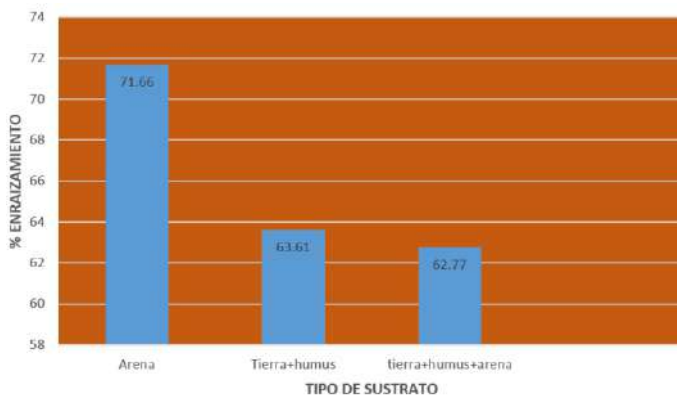


Figura 5

Porcentaje de enraizamiento a los 60 días después de la siembra, de semillas de espárrago, según el tipo de sustrato.

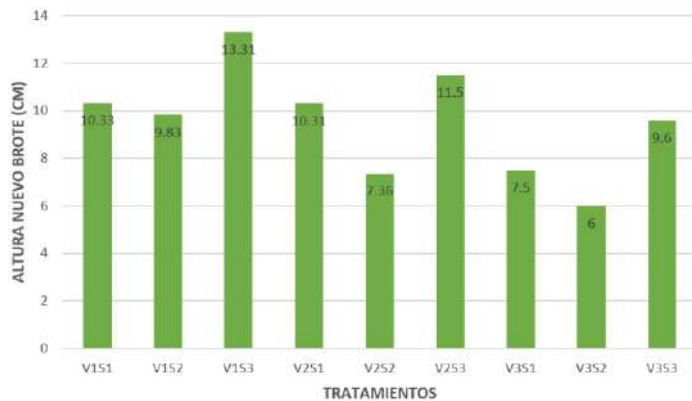


Altura de los nuevos brotes:

A los 60 días después de la siembra en camas de enraizamiento, los nuevos plantines brotados alcanzaron una altura promedio a nivel de todos los tratamientos de 9,6 cm. La máxima altura promedio se registró en el tratamiento tres (variedad UC157 y arena), con 13,3 cm; seguido del tratamiento seis (Variedad UC115 y arena) con 11,5 cm de altura. El menor crecimiento de los nuevos brotes se registró en el tratamiento ocho (Atlas y mezcla tierra +arena + humus) con 6 cm en promedio (Fig. 6). Estos resultados, corroboran una vez más la ventaja del sustrato arena en el crecimiento de la plántula, respecto a los otros dos.

Figura 6

Altura del nuevo brote (en cm), de tres variedades de espárrago, en tres tipos de sustrato (60 días después de la siembra)



El análisis de la varianza (Tabla 5) para la variable altura del nuevo plantin, indicó que no existe significación estadística para la interacción variedad x tipo de sustrato, lo que implica que ambos factores pueden analizarse independientemente. Sin embargo, fue evidente una alta significación estadística para los factores variedad y tipo de sustrato, lo cual permite inferir que la altura del nuevo plantin está influenciada directamente por la variedad y el tipo de sustrato. Las pruebas de Duncan demuestran que para esta variable (altura del plantin), las variables "UC157" y "UC115" se

comportaron estadísticamente similares (1 1,2 y 10 cm), pero a la vez fueron superiores a la variedad "Atlas" (7,6 cm).

En cuanto al tipo de sustrato, esta prueba indicó que los tres sustratos responden en forma diferente para la variable altura del plantin; de tal manera que en el sustrato arena se registró un mejor crecimiento del plantin (1 1,5 cm promedio), seguido del sustrato Tierra + humus (9,5 cm), en la mezcla tierra + arena + humus, las plántulas alcanzaron sólo 7,8 cm en promedio.

Tabla 5

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR - Altura de nuevo brote.

	FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP		2	18.99309630	9.49654815	5.55	0.0148
VAR		2	57.57676296	28.78838148	16.82	0.0001**
TS		2	59.52074074	29.76037937	17.39	<.0001**
VAR XTS		4	5.67539259	1.418844815	0.83	0.5261 NS
Error		16	27.3879704	1.7117481		
Total		26	169.1539630			

Coeff Var: 13.6 %

Prueba de Duncan para el factor variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	11.1578	9	1
A			
A	10.0622	9	2
C	7.6611	9	3

Prueba de Duncan para el factor tipo de sustrato

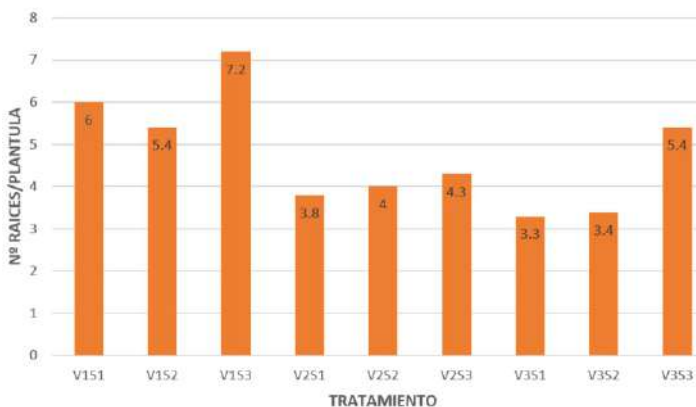
Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	11.4900	9	3
B	9.5344	9	1
C	7.8567	9	2

Numero de raíces primarias.

Las semillas de la variedad "UC157" sembrados en sustrato de arena (tratamiento 3), fueron las que produjeron mayor número de raíces primarias con 7,2 en promedio y, las semillas de la variedad "UC115" sembradas en sustrato de tierra + humus (tratamiento 7), produjeron la menor cantidad de raíces primarias, con 3,3 en promedio. A nivel de todos los tratamientos, el número promedio de raíces primarias que produjeron plantines, fue de 4,75.

Figura 7

Número de raíces primarias a 60 días de la siembra, en tres variedades de espárrago, y tres tipos de sustrato



El análisis de la varianza indicó que no existe significación estadística para la interacción variedad x tipo de sustrato y ésta resultó muy baja para los factores principales variedad y tipo de sustrato (Tabla 6). Las pruebas de Duncan corroboran los resultados del análisis, indicando que, a nivel de variedades y de tipo de sustrato, no existen diferencias estadísticamente significativas en la producción de raíces primarias. Sin embargo, a nivel de factores principales, la variedad "UC157" y el sustrato arena, fueron numéricamente superiores a los demás en la producción de raíces, con 6 y 5,6 raíces en promedio..

Tabla 6.

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR — Número de raíces primarias.

FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP	2	13.30058519	6.65029259	1.55	0.2216
VAR	2	26.28147407	13.14073704	3.07	0.0743 [*]
TS	2	11.83514074	5.91757037	1.38	0.2792 [*]
VAR XTS	4	3.02139259	0.75534815	0.18	0.9472
Error	16	68.4553481	4.2784593		
Total	26	122.8939407			

Coeff Var: 10.4 %

Número de raíces primarias con raíces secundarias

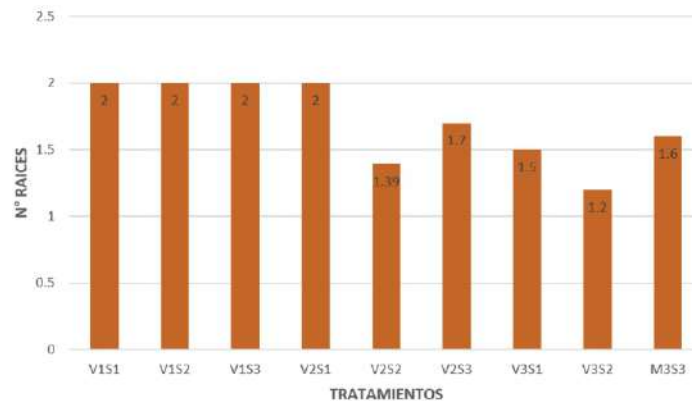
Según se aprecia en la Figura 8, el número de raíces primarias que presentaron raíces secundarias, fue bajo, con un promedio de 1,7 por plantin y un rango desde 1,2 hasta 2. Los tratamientos 1,2, 3 y 4, destacaron de los demás al producir similar número de raíces primarias con raíces secundarias. Esto implica que el sistema radicular de las plántulas (a los 60 días), no alcanzó su pleno desarrollo; por tanto, la eficiencia para absorber nutrientes fue baja, pues las raíces secundarias son los pelos absorbentes que permiten una mejor absorción de los nutrientes y desarrollo de las plántulas (Bidwell, 1980).

El análisis de varianza para este carácter, indicó que las diferencias estadísticamente significativas, entre tratamientos, son bajas (Tabla 7). Sin embargo, son más evidentes diferencias numéricas entre tratamientos donde el valor más bajo se reporta en el tratamiento 8 (variedad UC115 y sustrato tierra + humus + arena) con 1,2 raíces primarias con raíces secundarias. De igual modo, tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas en los factores principales. A nivel de

variedades, se encontró ventaja numérica de la variedad (UC157) con 1,72 en promedio. A nivel de sustrato, los mejores resultados se perciben cuando se usó arena, en la cual se registró 1,66 en promedio.

Figura 8

Número de raíces primarias con raíces secundarias, a 60 días después de la siembra, de tres variedades de espárrago en tres sustratos.

**Tabla 7**

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR - Número de raíces primarias con raíces secundarias.

FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP	2	13.30058519	6.65029259	1.55	0.2216
VAR	2	26.28147407	13.14073704	3.07	0.0743 [*]
TS	2	11.83514074	5.91757037	1.38	0.2792 [*]
VAR XTS	4	3.02139259	0.75534815	0.18	0.9472
Error	16	68.4553481	4.2784593		
Total	26	122.8939407			

Coeff Var: 28.79717

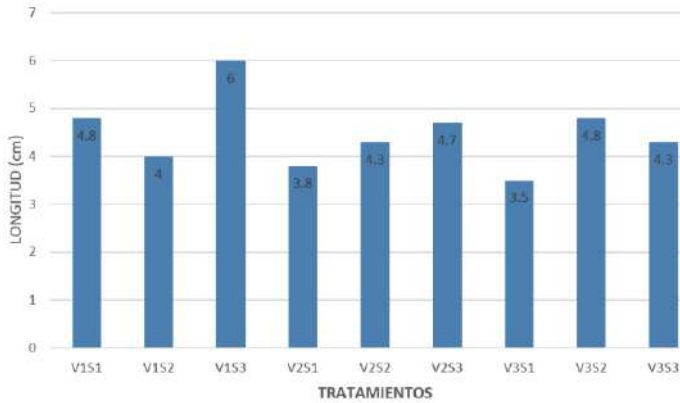
Longitud de raíces

La longitud de raíces (principales) varió de 3,4 hasta 6 cm, con un promedio de 4,4 cm para todos los tratamientos. El tratamiento 3 (variedad UC157 y sustrato arena) fue superior numéricamente a los demás con 6,05

cm en promedio; la menor longitud promedio (3,3 cm) se registró en el tratamiento 7 (variedad Atlas y sustrato tierra + humus).

Figura 9

Longitud promedio (cm) de raíces de plántulas de tres variedades de espárrago, en tres tipos de sustrato, (60 días después de la siembra).



El análisis de varianza en el que se evidencian ciertas diferencias estadísticas entre tratamientos (Tabla 8) permite inferir que el tipo y calidad de sustrato empleado en el enraizamiento de plantines de espárrago, tiene una relativa influencia en este proceso. No hay diferencias a nivel de variedades, pero son importantes las diferencias numéricas a nivel de sustrato, en las que la arena permite un mejor desarrollo longitudinal de las raíces (promedio de 5,2 cm). La mezcla tierra + humus de lombriz, no favoreció en mucho el desarrollo de las raíces; sin embargo, es necesario tomar en cuenta otros factores como la calidad de la semilla, la preparación del sustrato, entre otros.

Tabla 8

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR - Longitud de raíces

FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP	2	0.21849630	0.10924815	0.10	0.9061
VAR	2	2.88120741	1.44060370	1.31	0.2978
TS	2	7.78125185	3.89062593	3.53	0.0537*
VAR XTS	4	3.40201481	0.85050370	0.77	0.5591
Error	16	17.61657037	1.10166065		
Total	26	31.90954074			

Coeff Var: 23.54

Diámetro de raíces

El diámetro de raíces promedio entre tratamientos fue de 0, 14 cm con un rango de 0,05 (tratamiento 6: variedad UC115 y sustrato arena) hasta 0,21 cm (tratamiento 9: variedad Atlas y sustrato arena). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y, el análisis complementario de los factores principales indicó que, tanto a nivel de variedades como de

sustratos, todos los tratamientos se comportaron en forma similar (Tabla 9). La poca variación encontrada para este carácter, puede deberse a que la raíz sufre un crecimiento longitudinal más que transversal, en los primeros estadios, esto porque hay una mayor actividad en la zona de alargamiento de la raíz (Bidwell, 1990); además, la acumulación de reservas y el crecimiento radial suceden posteriormente.

Figura 10

Diámetro de raíces (cm) a los 60 días después de la siembra, de tres variedades de espárrago en tres tipos de sustratos

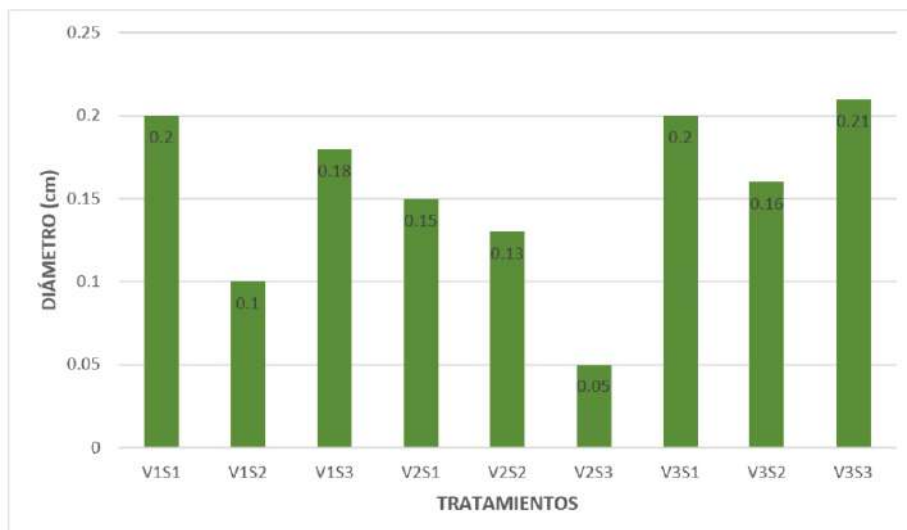


Tabla 9

Análisis de la varianza para el factorial 3V x 3S en DBCR - Diámetro de raíces.

FV	GL	Sc	CM	F Value	Pr > F
REP	2	0.00620207	0.00310104	0.62	0.5501
VAR	2	0.02024919	0.01012459	2.03	0.1643
TS	2	0.02420474	0.01210237	2.42	0.1205
VAR XTS	4	0.03064948	0.00766237	1.53	0.2399
Error	16	0.07994993	0.00499687		
Total	26	0.16125541			

Coeff Var: 32.4

CONCLUSIONES

1. La técnica de propagación vegetativa del espárrago mediante plantines enraizados, resulta eficiente y viable, asegurando el establecimiento del cultivo y evitando pérdidas a los agricultores.

2. El enraizamiento de plantines de espárrago, a los 60 días fue de 66% en promedio, con un rango de 45 a 92% entre tratamientos; sin embargo, se concluye que, para este carácter, el factor variedad, tiene más influencia que el tipo de sustrato.

3. Los mejores resultados para el enraizamiento y otras características morfofisiológicas (altura de nuevos brotes, número de raíces, longitud y diámetro de raíces) de este proceso, se registraron en sustrato de arena, debido probablemente a que el espárrago como cultivo tiene una rápida expansión de sus raíces en suelo suelto, pues la oxigenación de éste es mayor.

4. No se encontró significación estadística entre tratamientos para los caracteres altura de nuevos brotes, número de raíces, longitud y diámetro de raíces; sin embargo, se evidenciaron respuestas diferentes en función de ellos factores principales, especialmente en el tipo de sustrato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almasoum, A. A. (2000). Effect of planting depth on growth and productivity of tomatoes using drip irrigation with semi saline water. *Acta Horticulturae*, 537, 773-778.

AYERS, R.S. & WESTCOTT, D.W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 174 pp.

Bidwell, R (1990). *Fisiología Vegetal*. (Primera ed.). AGT Editor S.A. México, p. 784.

Francois, L. E. Salinity effects on Asparagus yield and vegetative growth. *J Amer. Soc. Hort. Sci.* 1987. 112 (3):432-436

Giraldo, L.A, Ríos, H. F., & Polanco, M. F. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 1, 41-47

Goykovic, C. V., & Saavedra, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESA*, 25(3), 47-58.

Hartmann, H., & Kester, J. (1980). *Propagación de plantas: principios y práctica*. Editorial Continental S.A.

Hidalgo, O. A., Marca, J. L., & Palomino, L. (1999). *Producción de tubérculos-semillas de papa: Manual de capacitación*. Centro Internacional de la Papa (CIP). p. 18.

López, F. J., Guío, N. R., Fischer, G., & Lasprilla, D. M. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín, 61, 4347-4357.

Sánchez, V. J. (2006). Fertirrigación en el cultivo del espárrago en Perú. En A. E. Boaretto, R. L. Villas Boas, V. S. Sousa & I. R. Vidal (Eds.), *Fertirrigacao: Teoría y práctica* (pp.22). Piracicaba, Sao Paulo, Brasil: Universidad de Sao Paulo.

Sánchez, A. B., Suárez, E., González, M. R., Amaya, Y., Colmenares, C. B., & Ortega, J. (2009). Efecto del ácido indolbutírico sobre el enraizamiento de acodos aéreos de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio Baralt, Venezuela: Evaluación preliminar. *Revista UDO Agrícola*, 9, 113-120.

ANEXOS

Pruebas de Rango Múltiple (DUNCAN) para los caracteres evaluados.

1.- Porcentaje de germinación:

Prueba de Duncan para el factor tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	73.778	9	3
B	62.667	9	2
B			
B	61.333	9	1

Prueba de Duncan para el factor variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	83.556	9	1
B	69.778	9	2
C	44.444	9	3

2.- % de enraizamiento

Prueba de Duncan para el factor variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	83.333	9	1
B	66.389	9	2
C	48.333	9	3

Prueba de Duncan para el factor tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	71.667	9	3
B	63.611	9	3
B			
B	62.778	9	2

3. Altura de nuevos brotes

Prueba de Duncan para el factor Variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	11.1578	9	1
A			
A	10.0622	9	2
B	7.6611	9	3

Prueba de Duncan para el factor Tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	11.4900	9	3
B	9.5344	9	1
C	7.8567	9	2

4.- N° raíces primarias

Prueba de Duncan para el factor Variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	6.0856	9	1
A			
A	4.0444	9	3
A			
A	3.9444	9	2

Prueba de Duncan para el factor Tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	5.6278	9	3
A			
A	4.2278	9	1
A			
A	4.2189	9	2

Prueba de Duncan para el factor Tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	5.6278	9	3
A			
A	4.2278	9	1
A			
A	4.2189	9	2

6.- Longitud de raíces

Prueba de Duncan para el factor Variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	4.9178	9	1
A			
A	4.2722	9	2
A			
A	4.1856	9	3

Prueba de Duncan para el factor Tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	5.2089	9	3
A			
B			
A	4.1833	9	2
B			
B	3.9833	9	1

7.- Diámetro de Raíces

Prueba de Duncan para el factor Variedad

Duncan Grouping	Mean	N	VAR
A	0.17000	9	3
A			
A	0.16000	9	1
A			
A	0.10756	9	2

Prueba de Duncan para el factor Tipo de sustrato

Duncan Grouping	Mean	N	TS
A	0.18222	9	3
A			
A	0.14644	9	1
A			
A	0.10889	9	2