

RESUMEN

Propagación vegetativa mediante estaquillado olivo (*Olea europea* L.) procedente de Cochabamba: La propagación de plantas por estaquillas se realiza empleando sustratos sueltos bien drenados, con la capacidad de retención y circulación de agua, oxígeno y nutrientes. En el presente trabajo se realizó el estaquillado de olivo (*Olea europea* L.) procedente de tres zonas de Cochabamba, empleando estaquillas de sección terminal, medial y basal, con la aplicación de tres diferentes sustratos y hormonas. La investigación se realizó en el nuevo invernadero-vivero de la Escuela de Ciencias Forestales UMSS. Se estableció un diseño experimental de Bloques completos al azar (BCAA) con parcelas sub-divididas con tres factores. Para evaluar el efecto de los sustratos, secciones y hormonas sobre el enraizamiento del olivo, se determinaron las variables de porcentaje de prendimiento, brotación, enraizamiento, cantidad y longitud de raíces de las estaquillas, así también el índice de calidad de Dickson. Los resultados obtenidos mostraron que, el sustrato 1 compuesta por tierra negra, arena fina y cascarilla de arroz (50:25:25) presentó los mejores rendimientos en cuanto al porcentaje de prendimiento, brotación y enraizamiento, por otro lado, al trabajar con estaquillas de sección terminal y basal, los porcentajes de prendimiento, enraizamiento y longitud de raíces, se vieron muy favorecidas, y en cuanto a las hormonas evaluadas, *stim-root* (hormona comercial al 0.8 % de *IBA*) fue el mejor medio para la inducción al enraizamiento de las estaquillas de esta especie.

Palabras clave: Calidad de planta; Enraizamiento; Estaquilla; Hormonas; Invernadero.

SUMMARY

Vegetative propagation by olive cuttings (*Olea Europea L.*) from Cochabamba: The propagation of plants by cuttings is carried out using well-drained loose substrates, with the capacity of retention and circulation of water, oxygen and nutrients. In the present work, the olive tree staking was carried out (*Olea europea L.*) cuttings from three areas of Cochabamba, using cuttings of terminal, medial and basal section, with the application of three different substrates and hormones. The research was carried out in the new greenhouse-nursery of the School of Forest Sciences UMSS. A randomized complete blocks (BCAA) experimental design was established with sub-divided plots with three factors. To evaluate the effect of the substrates, sections and hormones on the rooting of the olive tree, the variables of percentage of detachment, sprouting, rooting, quantity and length of roots of the cuttings, as well as the Dickson quality index were determined. The results obtained showed that substrate 1 composed of black earth, fine sand and rice husk (50:25:25) presented the best yields in terms of the percentage of seizure, sprouting and rooting, on the other hand, when working with cuttings of terminal and basal section, the percentages of taking, rooting and root length, were highly favored, and regarding the evaluated hormones, stim-root (commercial hormone at 0.8% IBA) was the best medium for induction to rooting of cuttings of this species.

Keywords: Plant quality; Rooting; Peg; Hormones; Greenhouse.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Tema	Nº página
I.	INTRODUCCION	1
1.1.	Objetivos	2
1.1.1.	Objetivo general.....	2
1.1.2.	Objetivos específicos	2
1.2.	Hipótesis	2
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1.	Historia evolutiva del olivo.....	3
2.1.1.	Origen	3
2.1.2.	Difusión del cultivo.....	3
2.2.	Situación actual del olivo.....	4
2.2.1.	Importancia en Bolivia.....	5
2.2.2.	El Olivo en Cochabamba	8
2.3.	Descripción botánica de la especie	10
2.3.1.	Taxonomía del olivo	10
2.3.2.	Morfología y organografía del olivo.....	10
2.4.	Exigencias edafoclimáticas de la especie	14
2.4.1.	Factores de producción	14
2.4.2.	Limitaciones físicas del suelo	15
2.5.	Fenología del olivo	15
2.6.	Variedades del olivo	18
2.7.	Usos del olivo	18
2.8.	Propagación vegetativa.....	19
2.8.1.	Ventajas de la propagación vegetativa.....	19
2.8.2.	Tipos de propagación vegetativa	19
2.8.3.	Propagación vegetativa del olivo	20
2.8.4.	Propagación vegetativa por estaquillas.....	21
2.8.5.	Selección y preparación del material	22
2.8.6.	Corte y tratamiento de estacas	22
2.9.	Fitoreguladores	23
2.9.1.	Hormonas y reguladores de crecimiento.....	23
2.9.2.	Inducción del enraizamiento de estaquillas	25
2.9.3.	Ácido Indol -butírico <i>IBA</i>	25

2.9.4.	Fitohormonas enraizantes	25
2.9.4.1.	Artificiales.....	25
2.9.4.2.	Biológicas	26
2.10.	Medios enraizadores	27
2.10.1.	Tipos de sustratos.....	28
2.10.2.	Componentes de sustrato para estaquillas.....	28
2.11.	Proceso de rizogénesis	29
2.11.1.	Desarrollo anatómico de raíces.....	30
2.11.2.	Enraizamiento	30
2.12.	Condiciones ambientales durante el enraizamiento.....	31
2.13.	Calidad de planta.....	32
2.13.1.	Índices morfológicos.....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1.	Ubicación	34
3.1.1.	Características del invernadero	35
3.1.2.	Condiciones de temperatura y humedad del microambiente	35
3.2.	Materiales y herramientas	38
3.3.	Métodos.....	39
3.3.1.	Preparación de materiales	39
3.3.1.1.	Preparación de los enraizadores naturales	39
3.3.1.2.	Preparación de tubetes en bandejas.....	40
3.3.1.3.	Preparación de sustratos.....	40
3.3.1.4.	Desinfección de sustratos.....	41
3.3.1.5.	Desinfección de equipos y materiales.....	41
3.3.2.	Instalación de microambiente	41
3.3.3.	Selección de árboles.....	42
3.3.4.	Recolección de material vegetal	42
3.3.5.	Corte de las estaquillas.....	43
3.3.6.	Aplicación de enraizadores y estaquillado del material vegetativo	44
3.3.7.	Labores culturales	46
3.3.8.	Evaluación.....	46
3.3.9.	Trasplante de estaquillas enraizadas	46
3.4.	Diseño experimental	47
3.4.1.	Croquis del experimento	49

3.4.2.	Variables de respuesta.....	50
3.4.3.	Modelo estadístico	52
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1.	Resultados del estaquillado del olivo para la repetición 1 (R1).....	55
4.1.1.	Prendimiento de las estaquillas de olivo (R1).....	56
4.1.2.	Brotación de las estaquillas de olivo (R1)	59
4.1.3.	Enraizamiento de las estaquillas de olivo (R1).....	61
4.1.4.	Número de raíces desarrolladas por estaquilla (R1)	64
4.1.5.	Longitud de raíz de las estaquillas de olivo (R1).....	66
4.1.6.	Calidad de la planta de olivo (R1)	67
4.2.	Resultados del estaquillado del olivo para la repetición 2 (R2).....	69
4.2.1.	Prendimiento de las estaquillas (R2).....	70
4.2.2.	Brotación de las estaquillas (R2)	72
4.2.3.	Enraizamiento de las estaquillas (R2).....	73
4.2.4.	Número de raíces desarrolladas por estaquilla (R2)	74
4.2.5.	Longitud de raíz de las estaquillas (R2).....	74
4.2.6.	Calidad de la planta (R2)	75
4.3.	Resultados del estaquillado del olivo para la repetición 3 (R3).....	77
4.3.1.	Prendimiento de las estaquillas (R3).....	78
4.3.2.	Brotación de las estaquillas (R3)	79
4.3.3.	Enraizamiento de las estaquillas (R3).....	79
4.3.4.	Número de raíces desarrolladas por estaquilla (R3)	81
4.3.5.	Longitud de raíz de las estaquillas (R3).....	81
4.3.6.	Calidad de la planta (R3)	83
4.4.	Matriz de resultados.....	84
V.	CONCLUSIONES.....	89
VI.	RECOMENDACIONES.....	91
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
VIII.	ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

	Nº página
Cuadro 1. Clasificación Taxonómica del olivo	10
Cuadro 2. Fitohormonas que existen en el mercado.....	26
Cuadro 3. Materiales de invernadero.....	38
Cuadro 4. Máquinas de vivero e invernadero.....	38
Cuadro 5. Materiales químicos e insumos.....	38
Cuadro 6. Materiales de gabinete y software	38
Cuadro 7. Fechas de recolección del material vegetal.....	42
Cuadro 8. Tratamientos según la interacción de los factores	48
Cuadro 9. Índices de calidad.....	51
Cuadro 10. Valores para calificar la calidad de la planta	51
Cuadro 11. Componentes de varianza del estaquillado (R1).....	55
Cuadro 12. Análisis de varianza de las variables evaluadas de las estaquillas (R1).....	56
Cuadro 13. Índices de calidad de las plántulas de olivo (R1).....	68
Cuadro 14. Componentes de varianza del estaquillado (R2).....	69
Cuadro 15. Análisis de varianza de las variables evaluadas de las estaquillas (R2).....	69
Cuadro 16. Índices de calidad según la interacción de los factores (R2)	76
Cuadro 17. Componentes de varianza del estaquillado del olivo (R3)	77
Cuadro 18. Análisis de varianza de las variables evaluadas de las estaquillas de olivo (R3)	77
Cuadro 19. Índices de calidad según la interacción de los factores (R3)	83
Cuadro 20. Matriz de resultados.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	N° página
Figura 1. Regiones Olivareras representativas de Bolivia.....	8
Figura 2. Árbol de olivo.....	11
Figura 3. Hojas de olivo.....	12
Figura 4. Detalles del olivo.....	14
Figura 5. Estados fenológicos del olivo.....	17
Figura 6. Composición química de las auxinas.	24
Figura 7. Ubicación del área de estudio.....	34
Figura 8. Estructura del invernadero.....	35
Figura 9. Temperaturas máximas y mínimas en el microambiente de propagación.....	36
Figura 10. Comportamiento de la Humedad relativa en el microambiente de propagación	37
Figura 11. Legumbres en etapa de emergencia de hipocótilos	39
Figura 12. Dimensiones de los tubetes en bandeja	40
Figura 13. Componentes para la mezcla de sustratos	40
Figura 14. Estructura del microambiente.....	41
Figura 15. Rama de olivo que muestra las tres secciones de la rama.....	43
Figura 16. Estaquillas de olivo	44
Figura 17. Pre-tratamiento de enraizamiento de las estaquillas con hormonas biológicas.....	44
Figura 18. Pre-tratamiento de enraizamiento de las estaquillas con hormona <i>stim-root</i>	45
Figura 19. Pinchado de estaquillas	45
Figura 20. Prendimiento de las estaquillas de olivo	57
Figura 21. Interacción entre sustrato y hormona en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas (R1)	57
Figura 22. Interacción entre sustrato y sección en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas (R1)	57
Figura 23. Interacción de sección de la rama y hormona en el porcentaje de prendimiento (R1)	58
Figura 24. Diferencias entre secciones en el prendimiento de las estaquillas (R1).....	58

Figura 25. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas (R1)	58
Figura 26. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de prendimiento (R1)	59
Figura 27. Estaquillas de olivo con desarrollo de brotes	60
Figura 28. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de brotación de las estaquillas (R1)	60
Figura 29. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de brotación de las estaquillas (R1)	60
Figura 30. Estaquillas enraizadas de olivo	61
Figura 31. Interacción entre sustrato, sección de la rama y hormona en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas (R1)	61
Figura 32. Interacción entre sustrato y sección en el porcentaje de enraizamiento (R1)	62
Figura 33. Interacción entre sustrato y hormona en el porcentaje de enraizamiento (R1)	62
Figura 34. Interacción entre sección de la rama y hormona en el porcentaje de enraizamiento (R1)	63
Figura 35. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas (R1)	63
Figura 36. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de enraizamiento (R1)	63
Figura 37. Conteo del número de raíces por estaquilla	64
Figura 38. Interacción entre sustrato y hormona en el número de raíces desarrolladas (R1)	65
Figura 39. Diferencias entre hormonas en el número de raíces (R1)	65
Figura 40. Evaluación de la longitud de raíz de la estaquilla de olivo	66
Figura 41. Interacción entre sustrato*hormona en la longitud de raíz de las estaquillas (R1)	66
Figura 42. Diferencias entre sustratos en la longitud de raíz (R1)	67
Figura 43. Diferencias entre hormonas en la longitud de raíz (R1)	67
Figura 44. Interacción entre sustrato y hormona en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas (R2)	70
Figura 45. Diferencias entre secciones en el porcentaje de prendimiento (R2)	71
Figura 46. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de prendimiento (R2)	71
Figura 47. Diferencias entre las hormonas en el porcentaje de prendimiento (R2)	71
Figura 48. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de brotación (R2)	72
Figura 49. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de brotación (R2)	72

Figura 50. Interacción entre sustrato y hormona en el porcentaje de enraizamiento (R2)	73
Figura 51. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de enraizamiento (R2).....	73
Figura 52. Diferencias entre hormonas en el número de raíces (R2)	74
Figura 53. Diferencias entre hormonas en la longitud de raíz (R2).....	75
Figura 54. Interacción entre sección de la rama y tipo de hormona en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas de olivo (R3).....	78
Figura 55. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de prendimiento de las estaquillas de olivo (R3)	78
Figura 56. Diferencias entre sustratos en el porcentaje de brotación de las estaquillas de olivo (R3).....	79
Figura 57. Interacción entre sección y hormona en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas de olivo (R3)	80
Figura 58. Interacción entre sustrato y hormona en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas de olivo (R3)	80
Figura 59. Diferencias entre hormonas en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas de olivo (R3)	80
Figura 60. Diferencias entre hormonas en el número de raíces de las estaquillas de olivo (R3)	81
Figura 61. Interacción entre sección*hormona en la longitud de raíz de las estaquillas de olivo (R3)	82
Figura 62. Diferencias entre hormonas en la longitud de raíz de las estaquillas de olivo (R3)	82
Figura 63. Ataque de larvas de mosquito fungoso.....	86

I. INTRODUCCIÓN

El olivo (*Olea europea* L.), es uno de los frutales más antiguos utilizados por el hombre. Su cultivo se remonta a 6000 años atrás y es originario del Asia Menor, probablemente del área de Siria e Irán (Vernet 1990). Su hábitat se concentra en las latitudes 30° y 45°, tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, en regiones climáticas del tipo Mediterráneo, caracterizado por un verano seco y caluroso (Agustí 2010).

Olea europea., es una especie oleaginosa capaz de soportar las duras condiciones climáticas actuales. Debido a los efectos del cambio climático, se prevé para los próximos años un aumento considerable de la temperatura media a nivel global, exacerbándose los efectos del déficit hídrico que caracteriza a muchas regiones del mundo (Muñoz 2002). Esta variación climática, que afecta tanto al desarrollo normal de los ciclos de reproducción de las especies vegetales como a su tasa de supervivencia, amenaza con disminuir considerablemente la producción de los olivares (Rapoport *et al.* 2012).

La técnica de propagación vegetativa ha adquirido gran importancia en ámbitos como la multiplicación, conservación de especies en peligro y en la fijación de genes deseables en las poblaciones vegetales, por tanto, esta fue la principal innovación que permitió asentar el cultivo, facilitando de paso su expansión geográfica y su diversificación varietal, fue la clonación vegetal. Este descubrimiento de multiplicación asexual, a partir de propágulos de gran tamaño (estacas, garrotes, tocones o zuecas), sería la respuesta óptima al escaso avance conseguido con anterioridad mediante el empleo de semillas; una opción cultural consolidada en el caso de las plantas anuales. La propagación vegetativa, por tanto, aceleró el proceso de selección y con la mejora de las utilidades económicas, se aceleró la expansión del cultivo. La repetición del ciclo de selección y la interfertilidad con el acebuche (olivo silvestre) propiciaron, pues, la diversificación varietal y la incorporación de material genético, que permite a la planta cultivada superar importantes limitaciones ambientales regionales o locales como la sequía, la salinidad e incluso el fuego (Rallo *et al.* 2005).

El presente estudio es elaborado en el marco del proyecto “Consumo responsable, Soberanía alimentaria y Comercio justo, con enfoque de economía social y solidaria, en la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba”, coordinado por la Fundación Abril,

y con el apoyo del Área de Cooperación y Solidaridad de la Universidad de Córdoba (UCO-España), y tiene la finalidad de brindar una alternativa de producción, protección y ornamentación, mediante la reproducción vegetativa del olivo, el cual permitirá continuar el futuro desarrollo de la Olivicultura en el país, generando un bienestar social y económico para las comunidades, además de mantener el medio ambiente y luchar contra el cambio climático.