



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA**

**INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA, esp. HORTOFRUTICULTURA Y
JARDINERÍA**

PROYECTO FIN DE CARRERA:

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Tamarix boveana* Bunge: ENSAYOS DE
ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES”**

Realizado por:

María del Rosario Martínez Aguirre

Dirigido por:

D. Juan José Martínez Sánchez

Dña. M^a José Vicente Colomer

Cartagena, Septiembre de 2007



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Juan José Martínez Sánchez, Profesor Titular de Universidad, adscrito al Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Cartagena,

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo Fin de Carrera, titulado “Propagación vegetativa de *Tamarix boveana* bunge: ensayos de enraizamiento de esquejes”, presentado por Dña. María del Rosario Martínez Aguirre, ha sido realizado bajo su dirección.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firma el presente documento en Cartagena a 10 de octubre de dos mil siete.

Fdo.: Juan José Martínez Sánchez



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

María José Vicente Colomer, Profesora Titular de Escuela Universitaria, adscrita al Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Cartagena,

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo Fin de Carrera, titulado “Propagación vegetativa de *Tamarix boveana* bunge: ensayos de enraizamiento de esquejes”, presentado por Dña. María del Rosario Martínez Aguirre, ha sido realizado bajo su dirección.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firma el presente documento en Cartagena a 10 de octubre de dos mil siete.

Fdo.: María José Vicente Colomer

Agradecimientos

Quisiera agradecer al Departamento de Producción Vegetal, en especial a los directores de este trabajo M^a José Vicente Colomer y Juan José Martínez Sánchez, junto con Encarna Conesa Gallego por su ayuda en la puesta en marcha y levantamiento de las plantaciones, estudio de los datos, orientación y ánimo.

A Julián y Sergio por su ayuda en la toma de datos, además de ser una compañía inmejorable en las tareas de la finca, así como su alegría y ánimo en las situaciones de preocupación.

A Adrián y Pedro José por su ayuda, por hacer más agradable y menos solitaria la última toma de datos de cada ensayo.

A Ángeles por su ayuda en la traducción de artículos relacionados con el presente trabajo.

A mis padres, mi hermano y mi cuñada por su apoyo incondicional en cada momento de desánimo y desesperación.

A mis amigos por escucharme cada vez que tenía algún problema, por ayudarme a ver las cosas desde otro punto de vista y por compartir conmigo las alegrías.

RESUMEN

En el sureste español las condiciones edafoclimáticas son desfavorables para muchas plantas ornamentales y de repoblación. Esto conlleva una tasa de supervivencia en proyectos de jardinería y planes de reforestación muy baja. Por ello es de notable interés el uso de plantas autóctonas.

El objetivo de este trabajo fue el estudio del efecto en el enraizamiento de los esquejes de una especie muy importante en la Región de Murcia, *Tamarix boveana* Bunge, de los siguientes factores: diámetro del esqueje, concentración hormonal aplicada de AIB y profundidad de enterramiento en el sustrato de la estaca, en dos ensayos espaciados en el tiempo.

El primer ensayo realizado abordó la determinación del diámetro de la estaquilla y dosis de hormona para el enraizamiento óptimo de los esquejes. De esta forma se estudiaron dos aspectos básicos en el enraizamiento: el diámetro óptimo de la estaquilla, teniendo en cuenta que el diámetro del esqueje depende de la posición de éste en el tallo de la planta madre y la aplicación de auxinas de síntesis a los diferentes diámetros de estacas, puesto que ya es sabida la implicación de las hormonas con la capacidad de enraizamiento de los esquejes. La auxina que se usó fue el ácido indolbutírico (AIB) y se aplicó a diversas concentraciones.

El segundo ensayo estudió el efecto en el enraizamiento de la profundidad de enterramiento de la estaca. En esta parte del trabajo sólo hubo una concentración de hormona, 500 ppm de AIB, y un único diámetro, el grueso, ya que esta dosis de hormona aplicada a estaquillas de diámetro grueso fue la que tuvo un mejor efecto en el enraizamiento obtenido en el primer ensayo. Se compararon los efectos en el enraizamiento de las estaquillas enterradas a dos profundidades, 3 y 8 cm.

En ambos ensayos se midieron todos los parámetros del desarrollo radical y aéreo relacionados con la capacidad de enraizamiento.

Los resultados que se obtuvieron en el primer ensayo indicaron que las estaquillas de diámetro grueso enraizaron mejor que las estaquillas de diámetro medio

cuando se utilizó una dosis de ácido indol butírico de 500 ppm, ya que la mayoría de los parámetros de desarrollo radical y aéreo estudiados mostraron valores significativamente más elevados cuando se utilizaron las estaquillas gruesas tratadas con 500 ppm.

Los resultados obtenidos en el segundo ensayo indicaron que la mayor profundidad de enterramiento afectó en general de manera negativa al enraizamiento de las estaquillas, ya que para la mayoría de los parámetros estudiados, tanto del desarrollo radical como aéreo, se obtuvieron los valores más elevados cuando las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB se enterraron de forma superficial (3 cm).

RESUMEN

Índice de Figuras

Índice de Tablas

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	22
2. ANTECEDENTES	24
2.1 ETIMOLOGÍA	25
2.2 EL TARAY	25
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE <i>TAMARIX BOVEANA</i> BUNGE	27
2.4. ADAPTACIONES	30
2.5. ECOLOGÍA Y HÁBITAT	30
2.6. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE	32
2.7. SILVICULTURA, PROPIEDADES Y USOS	33
2.8. PROPAGACIÓN DE <i>TAMARIX</i>	34
2.8.1. MULTIPLICACIÓN SEXUAL	34
2.8.2. MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA	34
2.8.2.1. MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE	35
2.8.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE	37
2.8.2.2.1. FITOHORMONAS	37
2.8.2.2.2. CONTENIDO EN HIDRATOS DE CARBONO	39
2.8.2.2.3. DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL.	39
2.8.2.2.4. ÉPOCA DE ESTAQUILLADO.	41
2.8.2.2.5. POSICIÓN DEL ESQUEJE EN EL TALLO (TOPÓFISIS)	42
2.8.2.2.6. OTROS FACTORES	42
2.9. ESTUDIOS REALIZADOS DE <i>TAMARIX</i>	43
3. MATERIAL Y MÉTODOS	47
3.1. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA (DICIEMBRE 2006)	48
3.1.1. MATERIAL VEGETAL	48
3.1.2. ELABORACIÓN DE LOS ESQUEJES	48
3.1.3. PLANTACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO	48

3.1.4. MEDIDA DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ENRAIZAMIENTO	51
3.1.4.1. PARÁMETROS DE DESARROLLO RADICAL	51
3.1.4.2. PARÁMETROS DE DESARROLLO AÉREO	52
3.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA (MARZO 2007)	53
3.2.1 MATERIAL VEGETAL	53
3.2.2. ELABORACIÓN DE LOS ESQUEJES	53
3.2.3 PLANTACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO	53
3.2.4. MEDIDA DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ENRAIZAMIENTO	57
3.2.4.1. PARÁMETROS DE DESARROLLO RADICAL	57
3.2.4.2. PARÁMETROS DE DESARROLLO AÉREO	57
3.3 ANALISIS ESTADÍSTICO	57
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA (DICIEMBRE 2006)	59
4.1.1. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO RADICAL	59
4.1.2. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO AÉREO	73
4.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA (MARZO 2007)	77
4.2.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO RADICAL	77
4.2.2 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO AÉREO	92
	97
5. CONCLUSIONES	
5.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA	98

5.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA	98
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
7. ANEJOS	112
7.1. DATOS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA ÓPTIMOS PARA EL MÁXIMO ENRAIZAMIENTO	113
7.2. DATOS PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA	132

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplar más grueso de la Península. Nombre común: Taray de Lo Santero; Nombre científico: <i>Tamarix canariensis</i> , Localidad: El Albardinal-Torre Pacheco (Murcia); Perímetro normal (m): 5.29; Perímetro en la base (m): 6.30; Altura (m): 5.80; Diámetro de copa máximo (m): 7.50; Edad estimada: 300 años. Latitud: 37°43'50"N; Longitud: 00°56'34"O; Altitud: 42 m.	26
Figura 2. Distribución de <i>Tamarix</i> en la cuenca mediterránea, región iranoturca y norte de África.	27
Figura 3. Planta de <i>Tamarix boveana</i>	28
Figura 4. <i>Tamarix boveana</i> , delta del Ebro, Tarragona (MA 338281): a) rama florífera; b) fragmento de una ramilla con hojas; c) brácteas florales; d) flor con su bráctea; e) flor con un fruto inmaduro; f) flor y sección del fruto inmaduro; g) sépalos; h) pétalo; i) androceo, disco estaminal y semillas inmaduras; j) cápsula al inicio de la dehiscencia; k) sección de la cápsula madura; l) semilla.	29
Figura 5. Semilla de <i>T. boveana</i> con un penacho de pelos que ayudan su dispersión anemófila	34
Figura 6. Esquejes de diámetro grueso	50
Figura 7. Detalle del diámetro de los esquejes basales y de su distribución en la bandeja	50
Figura 8. Esquejes de diámetro medio que emitieron inflorescencias y brotes vegetativos	50
Figura 9. Esquejes de diámetro fino	51
Figura 10. Disposición de las bandejas en la mesa de cultivo, en el interior del invernadero.	55

- Figura 11.** Bandejas de 35 alvéolos con las estaquillas enterradas 8 cm situadas a la izquierda de la foto y bandejas de 5 litros de volumen con estaquillas enterradas 8 cm a la derecha de la foto. 55
- Figura 12.** Detalle de la profundidad de plantación y del diámetro de las estaquillas que emitieron brotes vegetativos 56
- Figura 13.** Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 60
- Figura 14.** Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el peso del sistema radical generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 61
- Figura 15.** Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el volumen del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 63
- Figura 16.** Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el área superficial del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 64
- Figura 17.** Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el número de puntas del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 65

Figura 18. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en la longitud de las raíces emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 67

Figura 19. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 67

Figura 20. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 69

Figura 21. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 70

.

Figura 22. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 71

Figura 23. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican

diferencias significativas entre diámetros. 72

Figura 24. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en número de brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 74

Figura 25. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en la longitud de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 75

Figura 26. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el peso de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros. 76

Figura 27. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 78

Figura 28. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de raíces de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 79

Figura 29. Estudio del efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el diámetro medio de las raíces de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 81

Figura 30. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el volumen del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 82

Figura 31. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el área superficial del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 83

Figura 32. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de puntas del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 85

Figura 33. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en la longitud la raíz emitida por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 86

Figura 34. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 87

Figura 35. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 89

Figura 36. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 90

Figura 37. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 91

Figura 38. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 92

Figura 39. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de yemas de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 93

Figura 40. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 95

Figura 41. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en la longitud de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades. 96

Índice de Tablas

Tabla 1. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el porcentaje de enraizamiento de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 59

Tabla 2. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el peso seco de la raíz de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 61

Tabla 3. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el volumen del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 62

Tabla 4. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el área superficial del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 64

Tabla 5. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el número de puntas del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 65

Tabla 6. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en la longitud de la raíz de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 66

Tabla 7. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 68

Tabla 8. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 69

Tabla 9. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 70

Tabla 10. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias

significativas entre diámetros. 71

Tabla 11. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 72

Tabla 12. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el número de brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 73

Tabla 13. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB utilizada en la longitud de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 75

Tabla 14. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB utilizada en el peso seco de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros. 76

Tabla 15. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el porcentaje de enraizamiento de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 77

Tabla 16. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de raíces emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 79

Tabla 17. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el diámetro medio del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 80

Tabla 18. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el volumen del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 82

Tabla 19. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el área superficial del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 83

Tabla 20. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de puntas de raíces generadas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras

mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 84

Tabla 21. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en la longitud de la raíz generada por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 86

Tabla 22. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 87

Tabla 23. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 88

Tabla 24. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 89

Tabla 25. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro

generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 90

Tabla 26. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 91

Tabla 27. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de yemas de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 93

Tabla 28. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 94

Tabla 29. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en la longitud de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades. 95

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

En España habitan pocas especies del género *Tamarix*. A pesar de ello hay una especie, *Tamarix boveana* Bunge, que sólo está presente en Europa en el sureste de España pero su presencia es escasa. Esto es debido a la agricultura, a las repoblaciones con vegetación que no es propia de la zona, etc., entre otros factores.

En dos municipios de la comarca del Noroeste de la Región de Murcia está presente *Tamarix sp* (www.carm.es/siga/REVISTA/enclave_n5/html/altiplano.html). En Abanilla la flora es propia de ambientes mediterráneos, adaptada por lo general a condiciones de calor y sequía. No obstante, la presencia de ramblas, umbrías y afloramientos de agua permiten la existencia de distintos hábitats. En ramblas y ríos la vegetación viene dominada por el taray (*Tamarix sp.*), planta bien adaptada a suelos salinos y aunque son arbustivas, algunas adquieren porte arbóreo. Fortuna está próxima a la capital de la Región de Murcia y es conocida por la riqueza de sus manantiales. Su paisaje, a veces desértico, se cubre del agua que brota de sus termas. De gran importancia es el humedal del Ajauque y Rambla Salada, Espacio Natural Protegido de gran belleza donde las comunidades de carrizal y saladar ocupan la mayor parte del espacio. Entre las especies que forman parte del humedal, destaca la presencia de las poblaciones más importantes a nivel regional de *Tamarix boveana*.

Como esta especie de *Tamarix* tiene una distribución tan específica y sus poblaciones son tan minoritarias, estudios sobre el enraizamiento de esquejes serían de gran interés a la hora de diseñar planes de conservación y hábitat protegidos. Otro aspecto importante sería la repoblación de esta especie en su geografía autóctona. Además de su reforestación en zonas cuyas características coincidan con las del taray, como en zonas xerófilas, con encharcamientos intermitentes, en suelos salinos o en bosques con riesgo de quemarse, ya que son piroresistentes. Aunque hay algunos trabajos realizados en distintas especies del género *Tamarix*, ninguno de ellos estudia la propagación de *Tamarix boveana*.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la propagación vegetativa de *Tamarix boveana*, especie de gran interés en la Región de Murcia. Se realizaron dos

ensayos espaciados en el tiempo para conocer la capacidad de enraizamiento en dos épocas distintas del año, a la vez que se estudiaba el efecto del tratamiento y diámetro del esqueje sobre la producción de raíces en el primer ensayo y la influencia de la profundidad de enterramiento de las estaquillas en el sustrato en el segundo.

2. ANTECEDENTES

2.1 ETIMOLOGÍA

El género *Tamarix* parece que procede del que le dieron los romanos y se cree derivado del río Tamaris de la provincia Tarraconense en cuyas orillas se afirmaba que crecían con profusión estos arbustos (www.uhoman.com/2002capicua/carabassi/taray.htm).

En *Tamarix boveana*, la especie está dedicada a Nicolás Bové (1812-1842), jardinero del Museo de Historia Natural de París y recolector de plantas en el norte de África.

Dice la tradición que el maná del que se alimentaron los hebreos en el desierto era una sustancia azucarada obtenida de una variedad de Tamariz, como consecuencia de una picadura de la cochinilla del género *Coccus*.

2.2 EL TARAY

El taray, taraje o tamariz es un arbusto o árbol pequeño según la especie, ya que existen alrededor de unas 120 repartidas en cuatro géneros de la familia *Tamaricaceae*, distribuidas por las regiones cálidas y templadas de Europa, África y Oriente Próximo.

En España existen cuatro especies nativas de tarays todas ellas calificables como mediterráneo occidentales, *Tamarix gallica*, *Tamarix africana*, *Tamarix canariensis* (Figura 1) y *Tamarix boveana*.



Figura 1. Ejemplar más grueso de la Península. Nombre común: Taray de Lo Santero; Nombre científico: *Tamarix canariensis*, Localidad: El Albardinal-Torre Pacheco (Murcia); Perímetro normal (m): 5.29; Perímetro en la base (m): 6.30; Altura (m): 5.80; Diámetro de copa máximo (m): 7.50; Edad estimada: 300 años. Latitud: 37°43'50"N; Longitud: 00°56'34"O; Altitud: 42 m (www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio_GuiaMurcia.PDF).

Estructuralmente, los tarayales ibéricos suelen constituir formaciones abiertas y sus pies se instalan desde los bordes hasta el mismo centro de la rambla. Si la humedad es escasa el espaciamiento puede ser considerable, pues el sistema radical se extiende y profundiza mucho en busca de agua (se ha comprobado que puede desarrollarse decenas de metros en uno y otro sentido). Cuando disponen de más humedad, los tarayales pueden llegar a formar bandas continuas y espesas de hasta ocho metros de altura. En estos casos la sombra llega a ser muy intensa y el sotobosque es más escaso y menos diverso, cuando no prácticamente inexistente (Castro *et. al.* 2001).

Las diferentes concentraciones de sal no sólo determinan qué especies de *Tamarix* configuran el estrato principal, sino que influyen también en la composición de sus cortejos florísticos (Castro *et. al.* 2001).

En tarayales de localidades menos salinas (*Tamarix gallica*, *Tamarix africana*) son más abundantes las gramíneas (*Elymus repens*, *Elymus hispidus*, *Brachypodium phoenicoides*, *Phragmites australis*, *Arundo donax*, *Saccharum ravennae*, *Imperata cylíndrica*), junto a especies de otras familias, como ciperáceas, leguminosas o compuestas. En todos los tarayales, como en las saucedas arbustivas, no suele faltar una buena representación de flora nitrófila (los tarajes se adecuan bien a los medios nitrófilos, así como a riberas de cursos moderadamente contaminados) (Castro *et. al.* 2001).

El género *Tamarix* tiene gran importancia en los paisajes ribereños de los territorios áridos y semiáridos del oeste de Asia y de la cuenca mediterránea. La mayor diversidad específica se concentra en la región iranoturca y en el norte de África (Figura 2) (Castro *et. al.* 2001).



Figura 2. Distribución de *Tamarix* en la cuenca mediterránea, región iranoturca y norte de África (www.tinet.org/~ralturo/coscoja/arbol/tamarica/tgallica.htm)

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *TAMARIX BOVEANA* BUNGE

Tamarix boveana Bunge pertenece a la familia Tamaricaceae, constituida por 5 géneros y 78 especies (orden Caryophyllales, clase Magnoliopsida) división. Se les considera arbustos o árboles pequeños (de 3 a 5 metros de altura). Se caracterizan por sus ramas largas, flexibles, finas y follaje gris verdoso. La corteza de las ramas jóvenes es lisa y rojiza parda. Con la edad se hacen pardo púrpura y rugosas (Figura 3).

El sistema radical se extiende mucho y puede profundizar buscando agua cuando esta no abunda, quedando entonces los árboles muy espaciados entre sí. Cuando no hay problemas de agua pueden formar barreras continuas quedando en este caso el sistema radical disminuido.

Tienen hojas de pequeño tamaño (1 – 2 mm), por lo que cuando se agrupan en varios ejemplares dan lugar a bosquetes abiertos y luminosos. Son imbricadas, desprovistas de estípulas, escuamiformes o aciculares, alternas, sobrelapeadas unas con las otras y frecuentemente están incrustadas con secreciones de sal.



Figura 3. Planta de *Tamarix boveana*

Sus flores son blancas o rosa pálido, hermafroditas, actinomorfas, tetrámeras (*Tamarix boveana*) o pentámeras, hipoginas; reunidas en inflorescencias racemiforme o espiciforme, a veces aisladas. Aparecen en densas masas de 5 a 10 cm de longitud en las puntas de las ramas, entre la primavera y el verano, mientras algunas otras spp. (e.j. *T. aphylla*) florecen en invierno (es.wikipedia.org/wiki/Tamarix) (Figura 4).

Posee un periantio doble, cáliz con 4 ó 5 sépalos libres y corola con 4 ó 5 pétalos libres (www.arbolesornamentales.com/Tamaricaceae.htm) bastante reducidos. Los estambres, entre 4 y 10, son libres o soldados por la base, a veces separados del ovario por un disco nectarífero. El gineceo es súpero, integrado por 2, 4 ó 5 carpelos soldados en un ovario unilocular, con dos o más primordios seminales.

Sus frutos son una cápsula loculicida. Las semillas tienen alas y numerosos pelos largos para facilitar la dispersión anemócora, con o sin endosperma, embrión recto.

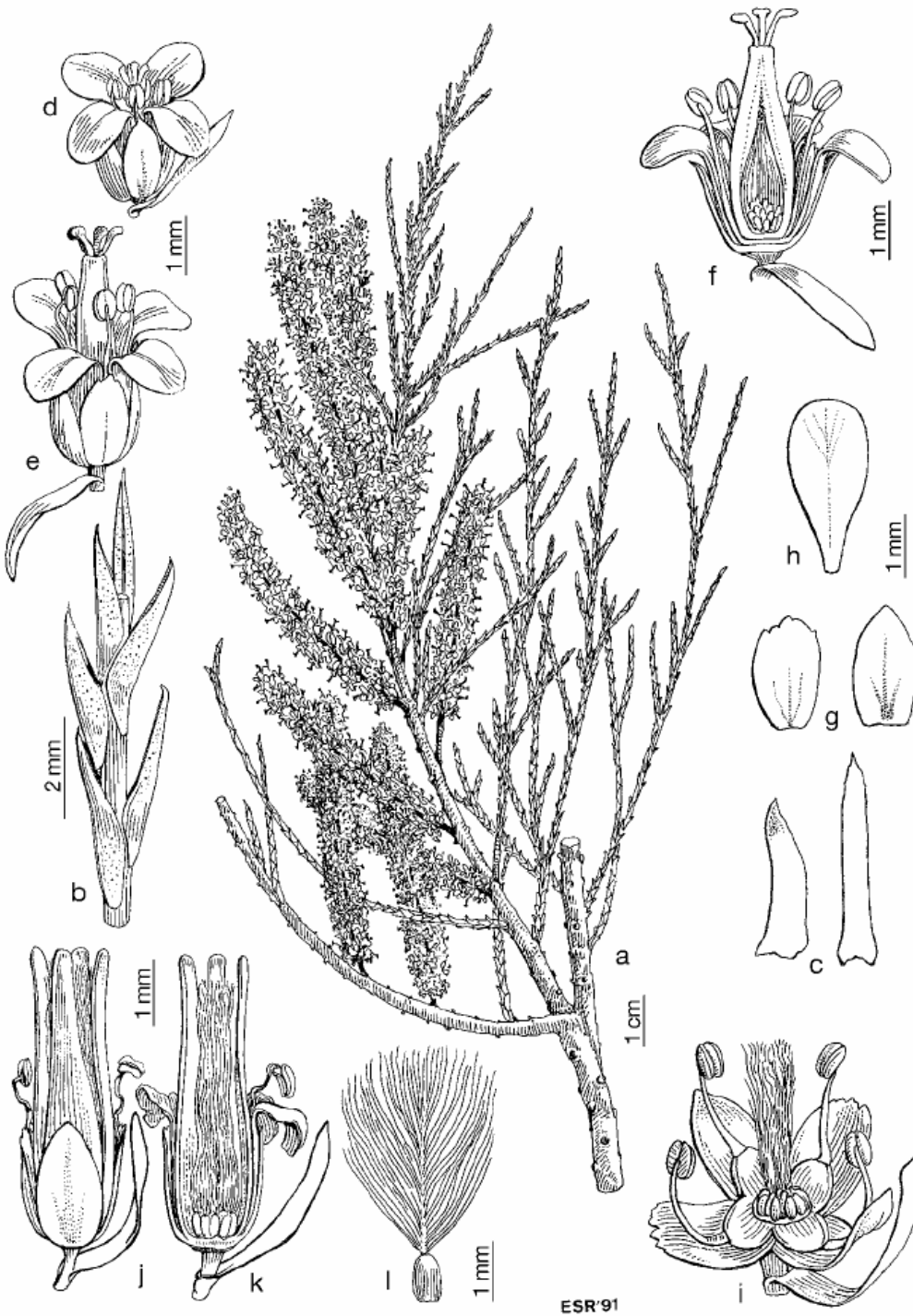


Figura 4. *Tamarix boveana*, delta del Ebro, Tarragona (MA 338281): a) rama florífera; b) fragmento de una ramilla con hojas; c) brácteas florales; d) flor con su bráctea; e) flor con un fruto inmaduro; f) flor y sección del fruto inmaduro; g) sépalos; h) pétalo; i) androceo, disco estaminal y semillas inmaduras; j) cápsula al inicio de la dehiscencia; k)

sección de la cápsula madura; 1) semilla
(bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/F(46)Fl_Iber3/Fl_Iber3_499.pdf).

2.4 ADAPTACIONES

Tamarix boveana está perfectamente adaptada a vivir en zonas halófilas. Es capaz de tomar el agua del suelo cargada de sales; la concentración salina del citoplasma supera la del suelo. Posteriormente elimina la sal de sus tejidos a través de unas glándulas secretoras especiales situadas en las hojas, por ello durante el día se presentan cubiertas de un polvo gris formado por cristales de sal; por la noche dan impresión de verdor y de estar cubiertas de rocío porque la sal en su superficie incorpora vapor de agua atmosférico. Una vez excretada la sal se va depositando en la superficie del suelo donde se va concentrando, siendo letal para muchas otras plantas. Tolerancia hasta 15.000 ppm de sal ClNa soluble (es.wikipedia.org/wiki/Tamarix).

El género *Tamarix* está adaptado al fuego de tres formas diferentes (es.wikipedia.org/wiki/Tamarix):

- Resiste al fuego activamente, gracias a intensas diseminaciones después del fuego, que reponen los individuos muertos por el fuego
- Arden mal debido al alto contenido de sales.
- Pueden rebrotar después del fuego.

Además son plantas xerófilas, es decir, están adaptadas a la escasez de agua en la zona en la que habitan. Presentan un gran sistema radical, tanto en extensión como en profundidad. Estas raíces largas profundizan en la tierra hasta alcanzar niveles freáticos o simplemente húmedos.

2.5. ECOLOGÍA Y HÁBITAT

Prefiere terrenos sueltos y con cierta humedad. Soporta suelos arcillosos, excesivamente nitrogenados y se da incluso en riberas moderadamente contaminadas. Además soporta suelos salinos, por lo que es de notable interés las diferentes actitudes ecológicas de las distintas especies y su mayor o menor adaptación a los medios salinos.

Tamarix gallica y *Tamarix africana* pueden desarrollarse en aguas no salinas, aunque toleran una cierta salinidad, mientras que *Tamarix canariensis* y *Tamarix boveana*, sobre todo éste último, son marcadamente halófilos y se desarrollan preferentemente en suelos con altas concentraciones de sales.

Los *Tamarix* que habitan en medios salobres son capaces de soportar un breve periodo de inundación. Si éste se prolonga resultan excluidos, dando paso a comunidades integradas por quenopodiáceas, mejor adaptadas. Si la inundación se hace aún más duradera, aparecen taxones más especializados como, por ejemplo, *Spartina maritima*.

La presencia de los distintos tarajes no se limita a los territorios surorientales señalados; también es corriente encontrarlos en muchos puntos del interior peninsular.

Un biotipo característico lo constituyen los depósitos de gravas fluviales, de tamaño medio o grueso, que se acumulan en los tramos medios o medio-altos de los ríos que drenan las grandes mesetas o depresiones ibéricas (Ebro, Guadalquivir, Tajo, Duero). Dichos depósitos se encuentran sometidos tanto a frecuentes avenidas como a periodos prolongados de sequía. Gran parte de los sauces arbustivos, capacitados en principio para soportar estas fluctuantes condiciones de margen de ribera, no aguantan la desecación y el fuerte calentamiento (xerothermicidad) de estos canturrales ribereños en ambientes continentales. Son entonces los tarajes los que los ocupan (Castro *et. al.* 2001).

También encontramos en el interior peninsular buenos ejemplos de tarayales hiperhalófilos, tanto en arroyos o ríos que discurren a través de niveles salinos (normalmente mocenos o triásicos) como en bordes de lagunas de régimen endorreico alimentadas por aguas de las citadas procedencias. En la mayor parte de estos biotopos interiores, el taray que predomina es *Tamarix canariensis*, pero en las zonas más orientales y bajas de la depresión del Ebro aparece también el más termófilo *T. boveana*. Se pueden destacar como ejemplo de estos tarayales halófilos interiores los que acompañan a varios arroyos estacionales del centro de la cuenca del Tajo (arroyo de la Cavina, Toledo) o a los más conocidos del Ebro: saladar del Codo (Belchite), salada de Chiprana (Caspé). Los cortejos florísticos de estos saladares húmedos interiores son, en general, más pobres que los de sus homólogos costeros, en razón principalmente de las

condiciones climáticas más contrastadas (subcontinentales), que impiden o limitan en gran medida la presencia de muchos taxones halotermófilos (Castro *et. al.* 2001).

2.6. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE

En el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y en las normas dictadas para el aprovechamiento de diversas especies forestales (BO. Región de Murcia 10-06-2003, núm. 131/2003), creados por el Decreto 50/2003, de 30 de mayo, determina que en la familia Tamaricaceae, *Tamarix boveana* pertenece a la categoría de especie “vulnerable” y todas las especies del género *Tamarix* a especies “de Interés especial” (www.carm.es/cma/dgmn/esquema/indice.htm).

La principal amenaza de los tarays es la agricultura ya que, las zonas en las que viven, presentan agua estancada en momentos o épocas especialmente lluviosas, permaneciendo secas varios años, teniendo como consecuencia el no desarrollo de la vegetación propia de la zona.

Otras amenazas son el cambio climático, con aumento de temperaturas y descenso de precipitaciones, así como la sobreexplotación de acuíferos, y las repoblaciones con especies alóctonas de tarays.

Estas formaciones vegetales son dignas de protección y conservación debido a que desempeñan un papel ecológico ya que constituyen un hábitat imprescindible para diversas especies de animales y un refugio para especies cinegéticas.

Debido a que las especies “vulnerables” corren el riesgo de pasar a la categoría de “sensibles a la alteración de su hábitat” o a la de especies “en peligro de extinción” si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos y que las especies “de interés especial” merecen de una atención particular por su rareza, su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad, habría que llevar a cabo una serie de acciones.

2.7. SILVICULTURA, PROPIEDADES Y USOS

Raramente es el taray objeto de aprovechamiento comercial que no sea el ornamental, por ello su silvicultura únicamente va encaminada a la protección del terreno (www.tinet.org/~ralturo/coscoja/arbol/tamarica/tgallica.htm).

Se ha utilizado principalmente en repoblaciones para:

- Fijación de márgenes de riberas en lugares áridos o semiáridos. Esto se hace tanto en cursos permanentes fijando el aterrazamiento y conteniendo derrumbamientos y taludes, como en torrentes temporales en los que la capa freática baja en verano hasta niveles que sólo especies como el taray pueden resistir.

- Fijación de dunas. En este caso normalmente se combina con arenaria (*Ammophila arenaria*), plantando las dos especies para parar el avance de la duna y poder introducir posteriormente otras especies que vivan al abrigo de su protección.

El uso mas interesante es el ya citado de especie protectora pero también tiene usos ornamentales y para construir vallas verdes en ajardinamientos, si bien con el defecto de no tener hoja en invierno. En este uso es fácil encontrarlo en parques y jardines de todo el litoral de su distribución natural y introducido en algunas otras zonas.

Por tratarse de una especie bastante piroresistente, su plantación en ramblas secas en verano tiene un efecto indirecto de prevención de incendios. La madera es bastante buena como combustible y las ramas son flexibles por lo que se han usado para construir norias.

Por su crecimiento lento y por no tener grandes dimensiones no tiene otros usos aunque Font Quer (1973, 287) y Dioscórides (1998, 1, 87) hacen referencia a que algunos países fabrican vasos de taray y que los que sufrían de obstrucciones del bazo y bebían con ellos acababan deshaciéndolas.

Es una planta astringente, rica en taninos y las ramillas y la corteza se aprovechan por esta propiedad.

2.8. PROPAGACIÓN DE TAMARIX

Las especies del género *Tamarix* se pueden propagar tanto por multiplicación sexual como vegetativa.

2.8.1. MULTIPLICACIÓN SEXUAL

La multiplicación por semillas de los tarays se debe a que cada flor puede producir miles de diminutas simientes (1 mm diámetro), contenidas en una pequeña cápsula usualmente adornada con un penacho de pelos que ayudan a su dispersión anemófila (Figura 5) (es.wikipedia.org/wiki/Tamarix). También pueden dispersarse por el agua. La germinación exige periodos grandes de suelo saturado.

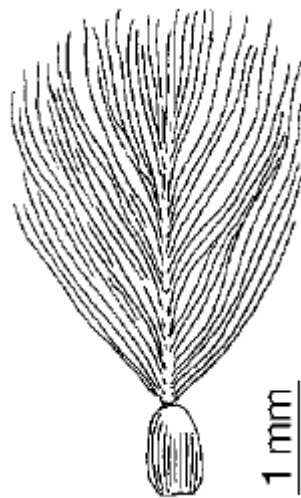


Figura 5. Semilla de *T. boveana* con un penacho de pelos que ayudan su dispersión anemófila

2.8.2. MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA

Aunque todas las plantas superiores producen semillas, no siempre éstas son fácilmente germinables, en ocasiones las produce en poca cantidad o, muchas veces, las

plantas cultivadas fuera de sus zonas de origen ni siquiera llegan a producir semillas. Es en estos casos cuando se acude a la multiplicación vegetativa o asexual.

Este tipo de propagación consiste en desprender un trozo de un individuo ya desarrollado que, por procesos mitóticos, es capaz de formar un individuo completo genéticamente idéntico a él. Se lleva a cabo con un solo progenitor y sin la intervención de los núcleos de las células sexuales o gametos. Los métodos de multiplicación vegetativa son estaquillado, acodo, división, injerto y cultivo in vitro.

Las especies de *Tamarix* han desarrollado una notable capacidad para la reproducción vegetativa, fundamentalmente por esquejado. Esta habilidad les viene muy bien para colonizar de nuevo las riberas tras las avenidas o riadas que de vez en cuando afectan a su medio.

2.8.2.1. MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE

Los tarays se multiplican vegetativamente por sus raíces adventicias o tallos enterrados (retoños). Además se propagan fácilmente por esquejes leñosos de alrededor de 30 cm plantados profundamente a finales de invierno, sin que deba observarse ningún cuidado especial. También enraízan con facilidad bajo vidrio las estacas de madera suave tomadas a principios del verano.

La multiplicación por esqueje tiene una serie de ventajas, que se mencionan a continuación:

- La mayoría de especies son aptas para reproducirse por este sistema en un período de tiempo razonablemente corto, pues no tienen que producir células sexuales, ni tienen que gastar energía en las operaciones previas a la fecundación, y con un coste prácticamente nulo.
- Los esquejes enraizados poseen las mismas características de la planta madre.
- Permiten la propagación de plantas sin semillas o plantas en las que la viabilidad de estas sea casi nula o presenten barreras en el momento de la germinación.

- Con este método se crea un sistema radicular fibroso y, como consecuencia de ello, las plantas serán más fáciles de trasplantar y podar las raíces.

Pero también tiene inconvenientes como:

- Si los esquejes no son muy gruesos, se precisa un cierto tiempo hasta conseguir una planta atractiva, si bien es cierto que este tiempo es mucho más corto que con semillas.

- Se produce una descendencia sin variabilidad génica, clónica, al ser genótipicamente equivalentes los descendientes a su parental y entre sí.

- Es posible que los individuos clónicos no logren sobrevivir a un medio que cambie de modo hostil, pues no poseen la información genética necesaria para adaptarse a este cambio. Por lo tanto esa especie podría desaparecer, salvo que haya algún individuo portador de una combinación genética que le permita adaptarse al nuevo medio.

Existen varios tipos de esqueje, que se clasifican en función de la parte de la planta que se use para tal fin en esquejes de tallo y de raíz. El esqueje de tallo, a medida que aumenta su grado de lignificación puede tardar más en emitir raíces, pero es menos sensible a enfermedades o problemas por el nivel de humedad. Además, el tallo enraizado ya tendrá un cierto calibre de tronco, acortando el tiempo de cultivo para conseguir una planta interesante. Los esquejes se pueden cortar de la planta madre en otoño o al final del invierno (depende del clima), cuando la leña ha madurado totalmente y tiene ya acumuladas suficientes reservas, y puede tratarse de leña de uno o dos años.

La reproducción por esqueje se basa en la capacidad de los vegetales de producir raíces en una parte separada del árbol madre. El cámbium emite primero un callo de cicatrización, para después producir un nuevo crecimiento de células, que en este caso, al estar enterradas y húmedas, son nuevas raíces. Esto es posible gracias a la capacidad que poseen las células vegetales vivas de regenerar la estructura entera de la planta. Esta capacidad de las células vegetales depende de dos propiedades:

- Totipotencia, una célula es capaz de diferenciarse en todos los tipos celulares de un organismo dando lugar a una planta completa y funcional.
- Desdiferenciación, capacidad de las células maduras para volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo.

2.8.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE

2.8.2.2.1. FITOHORMONAS

El desarrollo normal de una planta depende de la interacción de factores externos, luz, nutrientes, agua y temperatura, entre otros, como así mismo de factores internos, tales como las hormonas vegetales o fitohormonas. Las fitohormonas se han definido como compuestos naturales que poseen la propiedad de regular procesos fisiológicos en concentraciones muy por debajo de la de otros compuestos (nutrientes, vitaminas) y que en dosis más altas los afectarían (Salisbury, 1994).

Dentro de las hipótesis más acertadas en el mecanismo de regulación de las fitohormonas, está la acción de receptores específicos capaces de reconocer a la hormona, y la sensibilidad de los tejidos para responder a sus efectos (Weaver, 1975). Estudios referentes a los procesos de formación de raíces adventicias dan una mayor importancia a la dinámica de los reguladores, que a su cantidad en los tejidos vegetales. Su acción se genera mediante cofactores (ácidos fenólicos, flavonoides y terpenos), los que actuarían desbloqueando genes reprimidos y sintetizando enzimas nuevas las que influirían en la formación del callo.

Se han establecido cinco grupos de hormonas vegetales reguladoras del crecimiento que son las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno. (Weaver, 1976). De los distintos reguladores, las auxinas de síntesis, como el ácido indolbutírico (AIB) son los compuestos más comúnmente utilizados por estar directamente implicados en el proceso de enraizamiento (Liu y Reid, 1992). De hecho, son numerosas las citas que demuestran el efecto promotor de la rizogénesis de esta hormona en esquejes de diversas especies (Jarvis, 1986; Piccioni et al., 1996; Lee y Suh, 1997; Khabou y Drira, 2000; Klein et al., 2000). Normalmente, la aplicación de AIB

provoca la misma respuesta que el ácido indolacético (AIA) pero a concentraciones más bajas (Nordström y Eliasson, 1984; Copes y Mandel, 2000). Por otro lado, también ha sido sugerida la capacidad estimulante de dicho proceso por retardantes del crecimiento.

Las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices en crecimiento, es decir, en la punta del coleóptilo, en las yemas y en los ápices en crecimiento de las hojas y de las raíces (Rojas y Ramírez, 1987; Jensen y Salisbury, 1994). Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptilos (Weaver, 1976). En algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas, como por ejemplo citoquininas y giberelinas (Devlin, 1982).

Los efectos típicos de las auxinas son:

- Alargamiento de las células.
- Incremento de la longitud del tallo.
- Desarrollo del fruto en ausencia de polinización
- Producción de raíces adventicias.

En el proceso de formación de raíces adventicias, las auxinas provocan la desdiferenciación de células parenquimáticas y luego ellas mismas estimulan la formación de las iniciales de raíz, actuando sobre la división celular.

El esquejado no es un medio de multiplicación vegetativa viable en todas las especies debido a que la producción natural, por parte de la planta, de inhibidores de enraizamiento provoca la ausencia del sistema radical. Este fenómeno queda demostrado en numerosos ensayos con especies de madera dura.

La mayoría de especies tienen una respuesta positiva a la aplicación exógena de auxinas, que modifican y aceleran la producción de raíces adventicias. Además hay especies que solo pueden propagarse vegetativamente con la ayuda de auxinas. La aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento de tipo auxinas se justifica con los beneficios que aporta en los esquejes que son: aumentar el porcentaje de esquejes enraizados, acelerar la emisión de las raíces, aumentar el número y la calidad de las

raíces producidas por esqueje y aumentar la uniformidad del enraizamiento. Hay especies que enraizan sin necesidad del uso de reguladores de crecimiento por lo que no sería necesaria su aplicación.

2.8.2.2.2. CONTENIDO EN HIDRATOS DE CARBONO

Los carbohidratos son la fuente primaria de energía en las plantas, funcionando como compuestos de reserva y como sustratos en la síntesis de compuestos orgánicos. Adicionalmente, juegan un papel importante en la formación de las raíces con anterioridad a la aparición y crecimiento de los brotes en los esquejes (Haissing, 1982). Aun cuando en esquejes de *Hedera helix* ha sido observada una correlación negativa entre el contenido en carbohidratos en hojas y tallos y su capacidad de enraizamiento (Chang et al., 1981), otros muchos autores, Davis (1988) y Hartmann et al., (1997) en diversas especies, French (1990) en rododendro, Haissing (1990) en *Pinus banksia*, Patil y Shirol (1991) en adelfa, Smalley et al. (1991) en *Acer rubrum*, Svenson et al. (1995) en poinsetia, Yoo y Kim (1996) en *Abeliophyllum distichum*, Rowe et al. (1999) en *Pinus taeda*, etc., han observado que tanto los azúcares solubles como los carbohidratos de reserva están altamente implicados en el proceso de formación de raíces, generando dicho proceso una reducción de sus niveles en el esqueje. Por ello, parece evidente que los carbohidratos juegan un papel como fuente del proceso de enraizamiento, llegando a ser limitantes cuando no se encuentran en las concentraciones adecuadas (Veierskov et al., 1976; Veierskov, 1988) o cuando se procede a enraizar esquejes sin hoja o defoliados (Faabijan et al., 1981).

2.8.2.2.3. DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL

El sistema radical es una parte de la planta de vital importancia debido a las funciones que realiza, algunas son: donde se da síntesis de varias hormonas vegetales y reguladores del crecimiento, fijación de la planta al suelo, almacenamiento de sustancias nutritivas, absorción de agua y nutrientes del suelo y su transporte hasta los tallos.

A pesar de que las distintas especies vegetales tienen unas características determinadas genéticamente de crecimiento radical, estas pueden ser substancialmente modificadas por el medio ambiente en que las raíces se desarrollen (Scout, 1977; Bathke

et al., 1992; Smucker y Airen, 1992); así, la velocidad y forma de crecimiento radicular en el suelo varían con las propiedades físicas, químicas y biológicas, el potencial genético y el clima.

En cuanto a las propiedades físicas del suelo, un factor clave es el grado de aireación del suelo a diferentes profundidades (Westwood, 1982; Brown y Scout, 1984; Drew, 1988; Giulivo, 1990; Meyer y Barrs, 1991; Zobel, 1991). Entre las otras propiedades físicas del suelo; si bien están todas frecuentemente relacionadas, se han realizado diversos estudios específicos sobre la influencia desarrollo radicular de la textura (Dwyer et al. 1988), el tamaño de los agregados (Logsdon et al. 1987), la densidad aparente y la macroporosidad (Hughes y Wilde, 1988) y la profundidad (Brown y Sott, 1984).

La distribución del sistema radical en el perfil del suelo es otro factor importante. Las raíces no suelen ocupar más del 5% del volumen del suelo, ni en los horizontes superficiales, donde son más abundantes. Para la mayoría de cultivos, el volumen que ocupan decrece rápidamente al aumentar la profundidad y frecuentemente no es más de una centésima a una milésima por ciento a partir de 50-60 cm (Greenwood et al., 1982). De esto se deduce que solo una pequeña fracción del suelo de la zona de enraizamiento está en contacto directo con las raíces (Wild, 1992).

Desde el punto de vista agrícola cobra vital importancia la profundidad de enraizamiento, sobre todo si el agua y los nutrientes son escasos. Es aquí donde la textura y la estructura pasan a jugar un papel fundamental ya que influyen la profundidad de las raíces en el suelo, la capacidad de retención de agua en el suelo y la disponibilidad de esta para las raíces. Afectando todo esto en el crecimiento y desarrollo radical. Más aún teniendo en cuenta que el efecto de las condiciones físicas del suelo es a menudo un factor limitante de importancia para el crecimiento de la planta. En general, la profundidad del sistema radical y su distribución están enormemente influenciados por la disponibilidad de agua en los distintos horizontes del suelo (Fowkes y landsberg, 1981; Brown y Sott, 1984; Dwyer et al., 1988; Fernández et al., 1992), siendo la proliferación de raíces mucho más rápida en regiones del suelo con adecuado aporte hídrico que en regiones del suelo más secas.

Los parámetros que mejor definen la distribución del sistema radical son la densidad de longitud radical y la profundidad de enraizamiento (Ehlers et al., 1991), aunque existen otros parámetros como la longitud total de raíces tanto en el perfil completo como por profundidades, el diámetro de las mismas, y el número de extremos apicales que poseen.

2.8.2.2.4. ÉPOCA DE ESTAQUILLADO

Según Barnes y Lewandowski (1991) la elección del momento óptimo puede suponer la diferencia entre obtener unos buenos o mediocres resultados en relación con el aprovechamiento del material de propagación. La variación estacional de la capacidad de enraizamiento ha sido atribuida a diversos factores dependientes tanto de las condiciones medioambientales (temperatura, luz, estrés hídrico, etc.) (Hartmann et al., 1997) como de las fisiológicas de la planta madre (contenidos hormonales endógenos, contenidos carbohidratos, nutrición mineral, etc.) (Abousalim et al., 1993; Andersen, 1994; Montarone et al., 1997), estando ambos tipos de factores estrechamente relacionados.

Esquejes tomados de la planta madre en épocas en las que ha existido un fuerte crecimiento, han mostrado niveles de carbohidratos (solubles y de reserva) superiores a los de otras épocas. Yoo y Kim (1996) y Al-Obeed (2000) encontraron un paralelismo entre los contenidos elevados de glucosas y fructosa (analizados durante la época de fuerte crecimiento de las brotaciones de *Abeliophyllum distichum* y *Psidium guayaba*) y la mayor capacidad de enraizamiento de éstas, aunque, este patrón estacional puede cambiar según la especie considerada (Blakesley et al., 1991; Papafotiou et al., 2000).

Igualmente, los contenidos hormonales endógenos juegan un papel decisivo en el enraizamiento. Smith Wareing (1972) encontraron un descenso de los niveles de auxinas en la zona de enraizamiento del tallo de *Populus* directamente relacionado con el declive estacional de la capacidad de enraizamiento de los esquejes. Tanto los niveles endógenos de AIA (ácido indolacético) como los de AAB (ácido abscísico) han sido correlacionados con la distinta capacidad de enraizamiento mostrada durante las diversas estaciones en diferentes especies (Jarvis, 1986; Moncousin et al., 1988; Shin et al., 1988; Blakesley et al., 1991; Yoo y Kim, 1996).

2.8.2.2.5. POSICIÓN DEL ESQUEJE EN EL TALLO (TOPÓFISIS)

Es conocido que la posición del esqueje en el tallo puede alterar el enraizamiento (Montarone et al., 1999), aunque lo contrario también ha sido observado (Akoumianaki et al., 2000). Según la porción de tallo analizada, los niveles hormonales encontrados han determinado igualmente la mayor o menor capacidad de enraizamiento de dichas porciones (Patil y Shirol, 1991; Yoo y Kim, 1996). Sin embargo parece más lógico pensar que la diferente capacidad para enraizar dependa de un balance funcional entre carbohidratos, contenidos hormonales y otros factores del enraizamiento (Tschaplinski y Blake, 1989).

Está bien demostrado en numerosas plantas la distinta capacidad de enraizamiento que tienen los esquejes tomados de diferentes partes del tallo (Dunn et al., 1996; Montarone et al., 1997; Firoz et al., 1998; Bauer et al., 1999; Al Tury et al., 1999), aunque lo contrario también ha sido demostrado en algunas especies (Akoumianaki et al., 2000). Hartmann et al., (1997) postularon que la posición del nudo en el tallo era determinante en la rizogénesis debido a los distintos grados de juvenilidad existente a lo largo del mismo. En este sentido, Bauer et al. (1999) observaron que los esquejes juveniles de *Persoonia virgata* enraizaron significativamente mejor que los maduros, jugando las auxinas un papel decisivo en su enraizamiento. La topófisis está bien relacionada con los niveles de auxinas, pudiendo ser determinante en la propagación por esquejes de una determinada especie. Esquejes más juveniles tienen mayores concentraciones de auxinas. Las auxinas se sintetizan en tejidos meristemáticos, lo que hace pensar que los esquejes apicales van a ser más ricos en auxinas durante el periodo de actividad vegetativa y crecimiento, sin embargo, como su transporte es basípeto por la estela (conductos floemáticos) del esqueje podemos pensar que los basales contendrán más auxinas en las épocas en que cese la actividad meristemática y tenga lugar dicho tipo de transporte hacia las partes bajas de la planta, (p.ej. época invernal).

2.8.2.2.6. OTROS FACTORES

Las condiciones necesarias para un correcto esquejado implican buena iluminación (nunca el sol directo), una temperatura alta y constante tanto ambiental

como en el suelo (15 – 25° C) y un índice de humedad elevado. Es conveniente añadir algún fungicida general para destruir o evitar el desarrollo de mohos y hongos perjudiciales para las plantas.

El material a utilizar para estaquillado debe proceder de plantas madres libres de enfermedades y bien cultivadas, es decir, debe ser sano y bien desarrollado.

Los esquejes tomados de brotes laterales enraízan más rápido que los tomados del tallo principal. Además no deben seleccionarse de estacas con madera de mucho crecimiento, ni con entrenudos muy largos, ni de ramas pequeñas o débiles y tampoco de los tallos que han producido flores. La longitud del esqueje varía entre 10-15 cm y un diámetro de 0,5 a 5 cm, cortando la parte inferior justo por debajo de una yema y la superior un poco por debajo de otra, dejando en medio por lo menos dos yemas. Las estacas de madera dura se obtienen de especies leñosas. Se toman de las ramas nuevas que han tenido un periodo de crecimiento y están maduras en parte. Las estacas procedentes de plantas de hoja perenne se realizan dejándoles algunas hojas en el extremo.

El sustrato de enraizamiento debe retener la humedad pero eliminar el agua en exceso. Debe ser inocuo, libre de parásitos y hongos. Se suelen utilizar las turbas, la arena, perlita, etc. o vermiculita que es la que se uso en este ensayo. Todos ellos mezclados en diversas proporciones, según el tipo de enraizamiento a realizar.

2.9. ESTUDIOS REALIZADOS DE TAMARIX

Se conocen ensayos y estudios de *Tamarix sp.* pero no guardan una relación directa con el objetivo de este trabajo de *Tamarix boveana*.

Kleinkopf y Wallace (1974) estudiaron las respuestas fisiológicas a la salinidad de *Tamarix ramosissima*. Para ello los esquejes crecieron en una solución a diferentes concentraciones de ClNa. Los parámetros medidos fueron: productividad, composición mineral e intercambio de CO₂ y H₂O. Los resultados observados fueron:

- Los niveles de NaCl de 10 a 200 miliequivalentes/l generaron una disminución de la producción de hojas, tallos y raíces.
- Los análisis de las muestras de las hojas revelaron que la mayoría del Na transportado a la superficie foliar fue excretado por las glándulas de éstas al igual que el 25 % o más de K, Ca, Cu, Mn, B, Al, Si, Ti, Mo, Sr y Ba
- La acumulación masiva de Na se debió a la gran concentración de esta sal en el sustrato.
- La concentración de Na en las raíces y tallos fue mucho menor que en las hojas.
- Las proporciones de la fijación de dióxido de carbono fotosintético y la pérdida de agua por transpiración cambió muy poco con un incremento en el tratamiento de la sal indicando que el crecimiento decreció a causa de las pérdidas de energía, a través de una respiración que va en aumento y/o elevación de sales.

En el oeste de Estados Unidos muchos bosques nativos repoblados están debilitando el río por las presas y los desvíos, principalmente a la falta de éxito en la regeneración de especies nativas. Por ello Jonathan L. Horton y Janelle L. Clark (2001) llevaron a cabo el estudio el crecimiento y supervivencia de dos especies de árbol repobladas dominantes en el desierto Sonoran, la nativa *Salix gooddingii* y una exótica *Tamarix chinensis*, en declives similares de la capa de agua simulados en proporciones de 0, 1, 2 y 4 cm/día. Las conclusiones a las que se llegaron en este estudio en ambas especies fueron:

- Las plantas de *Salix* actuaron mejor en el tratamiento de 0 cm/día, en el que el suelo estaba saturado, mostrando una reducción de la supervivencia y del crecimiento con proporciones más altas en la disminución de la capa de agua. Los porcentajes de alargamiento de la raíz fueron más pequeños haciendo énfasis en el desarrollo lateral de la raíz. Este patrón de crecimiento de la raíz puede ser una adaptación al hábitat donde *Salix* crece típicamente, cerca del canal del arrollo donde la capa de agua es superficial. El desarrollo de las raíces laterales puede ayudar a proteger las plantas de *Salix* de riadas tardías de la estación.
- Las plantas de *Tamarix* mostraron una constante y alta resistencia en todos los tratamientos, teniendo el mejor crecimiento en los tratamientos de 0 a 1 cm/día.

Tamarix produjo el mayor alargamiento de la raíz como respuesta al declive de la capa de agua relativo al control, con el mejor alargamiento en el tratamiento de 1cm/día.

Las mejores proporciones de alargamiento de la raíz y la alta tolerancia a la sequía permitieron a las plantas de *Tamarix* persistir en suelos secos donde las plantas de *Salix* murieron.

Se realizó un ensayo en el que, Levine y Stromberg (2001), estudiaron del efecto de la inundación en plantas de especies nativas y exóticas para restaurar los bosques repoblados del sureste mediante la manipulación de agua y sedimentos.

En este experimento las semillas se escogieron de tres especies nativas diferentes, *Baccharis salicifolia*, *Populus fremontii*, *Salix gooddingii* y una exótica *Tamarix ramosissima* que se plantaron en invernadero. La plantación se hizo experimentalmente por sedimentos mediante progresivos intervalos de tiempo hasta 90 días. Los tratamientos de los sedimentos variaron en función de la profundidad (1 y 2 cm) y método de aplicación. Los estudios mostraron que a una edad más temprana la *Populus fremontii* sobrevive mejor si es más alta. Además se observó una mayor tasa de supervivencia de cuando llegó a tener entre 4 y 6 cm, valor que alcanzó cuando también tuvo casi 5 semanas de edad. Estos resultados mostraron que la *Populus fremontii* fue más competitiva que la *Tamarix ramosissima* bajo regímenes de caudales de sedimentos naturales.

En este otro ensayo, Conesa *et. al.* (2006) analizaron la acumulación de metales pesados y tolerancia en plantas de restos mineros, en el distrito minero semiárido de Cartagena- La Unión. Y se observó la infertilidad de esos suelos a causa de los metales. En el suelo en el que habita *Tamarix spp.* se encontró la mayor concentración de cobre, 11 mg/kg. La solución que planteó este estudio fue la plantación árboles que colonicen esas concentraciones de metales.

El siguiente estudio, Ladenburger *et. al.* (2006), lo realizaron en Bighorn Basin, Wyoming, para comprobar que las invasiones de *Tamarix* salinizaban el suelo.

En el oeste de Estados Unidos, se observó que la salinización del suelo se debe a la excreción de las hojas de *Tamarix*, ya que la basura que generaba se acumulaba en la superficie del suelo. La revegetación de los sitios invadidos por *Tamarix* fue limitada por las condiciones de un suelo alterado. Por tanto las especies que se usen en la repoblación deben tolerar las condiciones del suelo que marca *Tamarix*.

En el último estudio, realizado por Arbel *et. al.* (2005), que se nombra en este apartado se analizó el efecto de la topografía y de la capa impermeable del agua en el desarrollo uniforme de árboles plantados en una zona árida y arenosa.

Para ello se plantó un bosque de *Tamarix aphylla* en unas dunas de arena áridas al Norte del Negev, donde la media anual de lluvia es de 150 mm. Observaciones de campo, 40 años después de la plantación, revelaron que la supervivencia y el desarrollo de los árboles no fue uniforme en el espacio. Los árboles que se plantaron en las dunas abruptas tuvieron una alta tasa de supervivencia y se desarrollaron bien, con copas bastante pobladas. Mientras que los árboles que se plantaron en un área arenosa relativamente plana son pequeños, delgados y vegetativamente poco poblados.

Una cubierta espesa de residuo se desarrolló debajo de los árboles más grandes seguida de una capa arenosa que impermeabiliza el agua. Ambas capas estaban casi completamente ausentes en el área de los árboles pequeños. La impermeabilidad del agua se midió por el tiempo de percolación del agua.

Los resultados que se obtuvieron demostraron que dos mecanismos opuestos de realimentación se dan después de la plantación de árboles. Se dio un impacto positivo sobre las dunas montañosas. Los árboles grandes criaron una cantidad de hojas sustancial cuya caída dio lugar a una capa que impermeabilizó el agua.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA (DICIEMBRE 2006)

En este ensayo se estudió el efecto del diámetro del esqueje y de la concentración de ácido indol butírico (AIB) en el enraizamiento de esquejes de *Tamarix boveana*. Para ello, se llevaron a cabo dos tratamientos con distintas concentraciones de AIB, 500 y 1000 ppm, en estaquillas con tres diámetros diferentes, fino, medio y grueso, y un tratamiento control, sin hormona, con estaquillas de los tres diámetros.

3.1.1. MATERIAL VEGETAL

Las estaquillas de *T. boveana* se recolectaron en Abanilla, en su localización natural, la mañana del 18 de diciembre de 2006 y el ensayo se instaló la mañana del 19 de diciembre.

3.1.2. ELABORACIÓN DE LOS ESQUEJES

Los esquejes utilizados, de 10 cm de longitud, se obtuvieron de la posición apical, media y basal de las ramificaciones de *T. boveana*, desechándose aquellos esquejes que correspondían a las posiciones intermedias entre las tres seleccionadas. Los diámetros de los esquejes obtenidos se clasificaron como diámetro fino para la posición apical, medio para la posición intermedia y diámetro grueso para la basal. Los esquejes se separaron de las ramas mediante cortes rectos realizados con navaja.

3.1.3. PLANTACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron tres repeticiones de quince esquejes cada una, para cada tratamiento y diámetro ensayado.

Una vez cortados los esquejes, se introdujeron totalmente en un fungicida-bactericida de suelo sistémico (nombre comercial Beltanol 0.2%) compuesto por quinosol 50 % p/v, a una concentración de 0.1 % durante 10 minutos.

A continuación la parte basal se sumergió durante 2 minutos en la disolución de ácido indolbutírico, a 500 ppm ó 1000 ppm, utilizando el compuesto comercial Exuberone líquido (0.4 % de AIB). Las estaquillas se insertaron a una profundidad de aproximadamente 2 cm en bandejas de polietileno de 5 litros de volumen rellenas con vermiculita de granulometría gruesa. Como sustrato se eligió la vermiculita por su alta retención de agua y notable capacidad de intercambio de iones.

Los ensayos se realizaron en mesas de cultivo situadas en un invernadero de 100 m² cubierto con placa ondulada de policarbonato. Para mantener el sustrato con el nivel de humedad adecuado para el enraizamiento de los esquejes, la frecuencia y cantidad de riego por aspersión que se aplicó, a través un sistema de tuberías de PE, se determinó en función de la cantidad de agua demandada a causa de la temperatura e insolación de esa época del año y, teniendo en cuenta, la fisiología del material vegetal. En las figuras 6, 7, 8 y 9 se pueden observar los distintos diámetros de las estaquillas que se plantaron así como los brotes e inflorescencias que emitieron.

Los diferentes tratamientos que se aplicaron y diámetros que se usaron fueron los siguientes:

- Esquejes basales (diámetro grueso):

- Control (Ø 13.30 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 500 ppm (Ø 11.66 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 1000 ppm (Ø 13.03 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)

- Esquejes medios (diámetro medio):

- Control (Ø 6.01 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 500 ppm (Ø 6.55 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 1000 ppm (Ø 7.97 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)

- Esquejes apicales (diámetro fino (Ø 2.13 mm)):

- Control: 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 500 ppm: 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 1000 ppm: 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)



Figura 6. Esquejes de diámetro grueso



Figura 7. Detalle del diámetro de los esquejes basales y de su distribución en la bandeja



Figura 8. Esquejes de diámetro medio que emitieron inflorescencias y brotes vegetativos



Figura 9. Esquejes de diámetro fino

3.1.4. MEDIDA DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ENRAIZAMIENTO

Transcurridos 65 días desde la plantación de los esquejes el ensayo se dio por terminado. Para estudiar el comportamiento de las estaquillas en cada uno de los tratamientos y diámetros se llevaron a cabo medidas de diferentes parámetros morfológicos, tanto del desarrollo radical como aéreo. Para ello, todas las estaquillas utilizadas se sacaron del sustrato y se anotó si se habían formado o no raíces. Seguidamente, se lavaron bien las raíces con agua para eliminar todo resto de sustrato y se procedió a su separación de la estaquilla mediante un corte con navaja por su punto de inserción a la estaca. Del mismo modo se realizó el corte de los brotes, tras haber anotado una serie de datos del desarrollo aéreo de las estaquillas.

3.1.4.1. PARÁMETROS DE DESARROLLO RADICAL

Una vez separadas las raíces de la estaquilla, se determinaron los parámetros relacionados con la morfología radical utilizando un scanner de raíces WINRHIZO. Dada la complejidad del sistema, sólo se escanearon las raíces de 4 estaquillas por réplica de cada uno de los tratamientos y diámetros ensayados, aunque el resto de parámetros de desarrollo radical, exceptuando el porcentaje de enraizamiento, se determinó en todas las estaquillas enraizadas. Los parámetros que se determinaron fueron:

- Porcentaje de eraizamiento
- Número de raíces
- Peso de raíz
- Diámetro medio de las raíces
- Volumen del sistema radical
- Área superficial del sistema radical
- Número de puntas radiculares
- Longitud del sistema radical
- Longitud del sistema radical comprendido entre diferentes intervalos de diámetros de raíces:
 - o Longitud del sistema radical entre 0-0.50 mm de Ø.
 - o Longitud del sistema radical entre 0.50-1 mm de Ø.
 - o Longitud del sistema radical entre 1-1.50 mm de Ø.
 - o Longitud del sistema radical entre 1.50-2 mm de Ø.
 - o Longitud del sistema radical entre > 2 mm de Ø.

3.1.4.2. PARÁMETROS DE DESARROLLO AÉREO

En todas las estaquillas se determinaron los siguientes parámetros relacionados con el desarrollo aéreo:

- Número de yemas
- Número de brotes
- Longitud de brotes
- Peso de los brotes

3.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA (MARZO 2007)

En este ensayo se estudió el efecto en el enraizamiento de esquejes de *Tamarix boveana*, de la profundidad de enterramiento de las estaquillas en el sustrato. Para ello, se plantaron las estacas a dos profundidades diferentes, 3 y 8 cm, con un tratamiento de AIB a 500 ppm y un control, sin hormona, utilizando estaquillas de igual diámetro para las diferentes profundidades y aplicaciones hormonales.

3.2.1 MATERIAL VEGETAL

Las estaquillas de *T. boveana* se recolectaron en Abanilla, en su localización natural, la mañana del 21 de marzo de 2007 y el ensayo se instaló la mañana del 22 de marzo.

3.2.2. ELABORACIÓN DE LOS ESQUEJES

Los esquejes utilizados, de 10 cm de longitud, se obtuvieron de la posición basal de las ramificaciones de *T. boveana*, obteniendo así esquejes de diámetro grueso. Los esquejes se separaron de las ramas mediante cortes rectos realizados con navaja.

3.2.3 PLANTACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO

Para llevar a cabo el estudio se utilizaron tres repeticiones de quince esquejes cada una, para cada profundidad ensayada.

Una vez cortados los esquejes, el procedimiento que se llevó a cabo para la aplicación del fungicida-bactericida fue idéntica a la del primer ensayo.

A continuación, se sumergió la parte basal de los esquejes enterrados 3 cm y la totalidad de los enterrados 8 cm, durante 2 minutos en la disolución de ácido indolbutírico, a 500 ppm, usando el mismo compuesto comercial que en el ensayo anterior. La mitad de las estaquillas se insertaron a una profundidad de

aproximadamente 3 cm en bandejas de 5 litros de volumen y el resto en bandejas de 35 alvéolos, ambas de polietileno y rellenas con vermiculita de granulometría fina. Las razones del uso de este substrato son las mismas que las del primer ensayo.

El lugar donde se realizaron los ensayos, las características del invernadero y el sistema y frecuencia de riego son similares a las del ensayo anterior. En las figuras 10, 11 y 12 se pueden observar la disposición de las bandejas en el invernadero, las diferentes profundidades de plantación y el diámetro de las estaquillas, así como los brotes que emitieron.

Las diferentes profundidades de enterramiento que se realizaron fueron las siguientes:

- Esquejes enterradas 3 cm:

- Control (Ø 14.13 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 500 ppm (Ø 13.74 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)

- Esquejes enterrados 8 cm:

- Control (Ø 13.52 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)
- 500 ppm (Ø13.76 mm): 3 repeticiones de 15 esquejes (45 esquejes)



Figura 10. Disposición de las bandejas en la mesa de cultivo, en el interior del invernadero.



Figura 11. Bandejas de 35 alvéolos con las estaquillas enterradas 8 cm situadas a la izquierda de la foto y bandejas de 5 litros de volumen con estaquillas enterradas 8 cm a la derecha de la foto.



Figura 12. Detalle de la profundidad de plantación y del diámetro de las estaquillas que emitieron brotes vegetativos

3.2.4. MEDIDA DE PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ENRAIZAMIENTO

Transcurridos 56 días desde la plantación de los esquejes el segundo ensayo se dio por terminado. Para estudiar el comportamiento de las estaquillas en cada una de las profundidades se llevaron a cabo medidas de diferentes parámetros morfológicos, tanto del desarrollo radical como aéreo. El resto de pasos para la medida de los parámetros relacionados con el enraizamiento que se realizaron, fueron los mismos que los del ensayo anterior.

3.2.4.1. PARÁMETROS DE DESARROLLO RADICAL

En este punto del segundo ensayo se llevó a cabo el mismo procedimiento que se siguió en el ensayo anterior, determinando los mismos parámetros. La única excepción radica en que las 4 raíces por réplica que se escasearon fueron de cada tratamiento y profundidad de enterramiento ensayados.

3.2.4.2. PARÁMETROS DE DESARROLLO AÉREO

Los parámetros de desarrollo aéreo que se midieron en este ensayo fueron los mismos del punto 3.1.4.2

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los valores de los diferentes parámetros medidos en las estaquillas, tanto radicales como aéreos, se sometieron a un estudio estadístico mediante un ANOVA multifactorial usando el programa informático SPSS (Statistical Package for Social Sciences). El Test Turkey determinó las diferencias significativas con un intervalo de confianza o nivel de significación del 95 %.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA (DICIEMBRE 2006)

4.1.1. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO RADICAL

PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

En el porcentaje de enraizamiento no se dieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ensayados dentro del diámetro de estaquilla grueso, sucediendo lo contrario para el diámetro mediano en el que destacó el elevado porcentaje de enraizamiento obtenido cuando se utilizaron 1000 ppm de ácido indol butírico (Tabla 1 y Figura 13).

Dentro de cada tratamiento sólo se observaron diferencias en las estaquillas tratadas con 500 ppm, mostrando un elevado porcentaje de enraizamiento las de diámetro grueso.

Tabla 1. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el porcentaje de enraizamiento de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Porcentaje de enraizamiento	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	86,66 ± 17,63 Aa	53,33 ± 17,63 Aa
500	82,22 ± 7,70 Ba	53,33 ± 6,66 Aa
1000	88,88 ± 7,69 Aa	80,00 ± 13,33 Ab

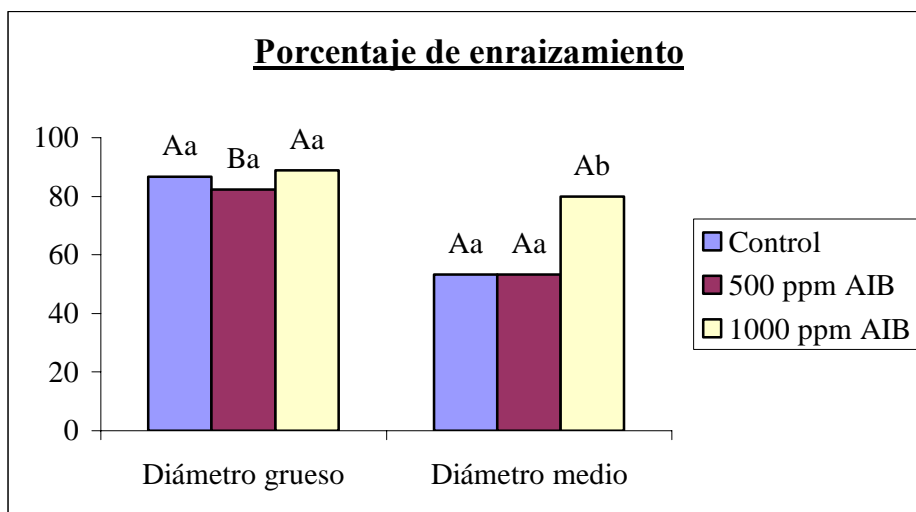


Figura 13. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

NÚMERO DE RAÍCES

El número de raíces que emitieron las estaquillas no se vieron afectadas ni por los dos diámetros usados, ni por las diferentes concentraciones de AIB aplicadas a las estacas, obteniéndose un número medio de raíces de 2.53.

PESO DE RAÍZ

Respecto al peso seco de las raíces, se presentaron diferencias significativas en las estacas de diámetro grueso, pesando más las tratadas con 500 ppm. Sin embargo, en las de diámetro medio el mayor peso de la raíz se mostró en los esquejes tratados con la mayor concentración de AIB, 1000 ppm (Tabla 2 y Figura 14).

Dentro de cada tratamiento, sólo en los esquejes tratados con 1000 ppm no se dieron diferencias entre los dos diámetros utilizados, presentando los valores más elevados del peso seco de las raíces las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 2. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el peso seco de la raíz de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Peso seco (g)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	0,029 ± 0,021 Ba	0,014 ± 0,016 Aa
500	0,038 ± 0,021 Bb	0,0154 ± 0,0122 Aa
1000	0,029 ± 0,0144 Aa	0,021 ± 0,205 Ab

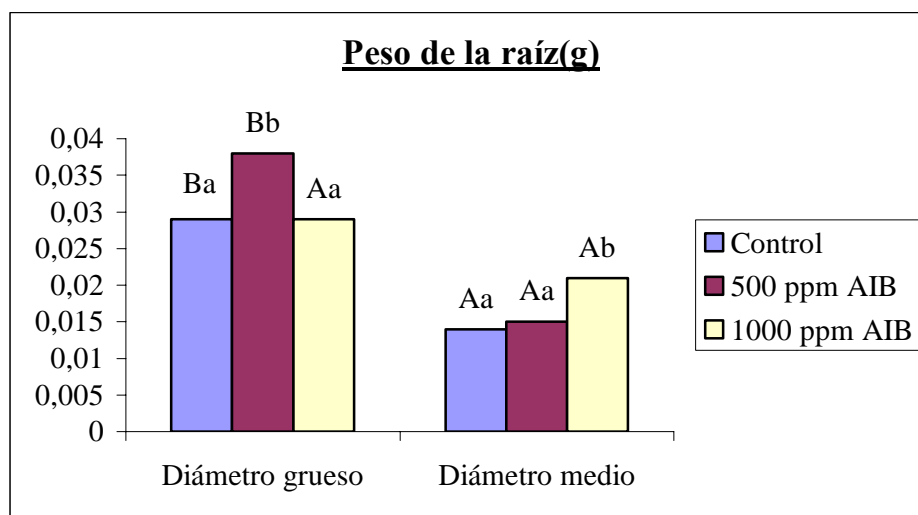


Figura 14. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el peso del sistema radical generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

DIÁMETRO MEDIO DE LAS RAÍCES

No se observó ningún efecto del diámetro de la estaquilla ni de la dosis de AIB en el diámetro medio de las raíces emitidas por las estaquillas, que fue de 0.49 mm.

VOLUMEN DEL SISTEMA RADICAL

El volumen del sistema radical de las estaquillas de diámetro medio no se vio afectado por los diferentes tratamientos ensayados, a diferencia de las estaquillas de diámetro grueso en las que el tratamiento de 500 ppm dio lugar a un mayor volumen del sistema radical (Tabla 3 y Figura 15).

Dentro de cada tratamiento, tan solo se observaron diferencias significativas en los esquejes tratados con 500 ppm de ácido indol butírico, dándose un mayor volumen de raíces en las estacas de mayor diámetro

Tabla 3. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el volumen del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Volumen del sistema radical (cm ³)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	0,212 ± 0,11 Aa	0,16 ± 0,16 Aa
500	0,39 ± 0,10 Bb	0,19 ± 0,14 Aa
1000	0,25 ± 0,11 Aa	0,31 ± 0,19 Aa

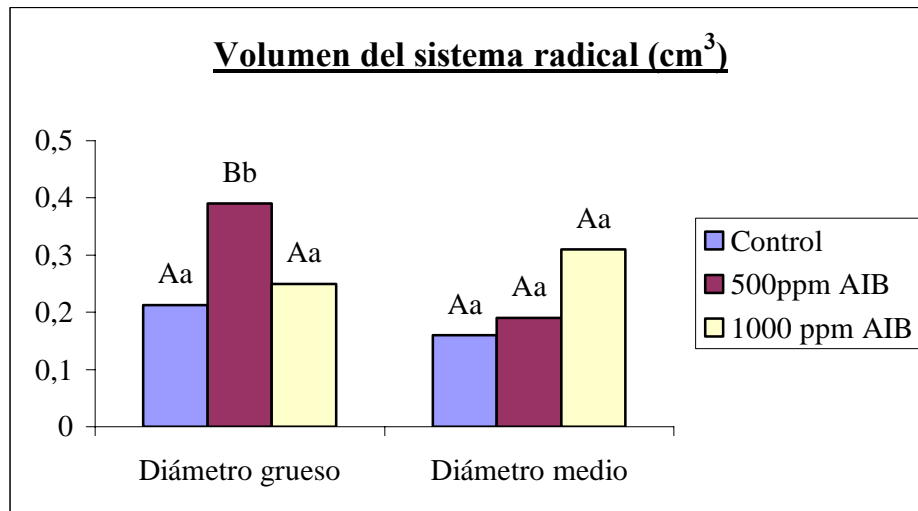


Figura 15. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el volumen del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

ÁREA SUPERFICIAL DEL SISTEMA RADICAL

Al igual que ocurrió para el volumen radical, los diferentes tratamientos de AIB aplicados a las estaquillas de diámetro medio no provocaron diferencias en el área superficial, mientras que en las estaquillas de diámetro grueso sí se observaron diferencias, obteniéndose un mayor valor de área superficial en las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB (Tabla 4 y Figura16).

Dentro de cada tratamiento, sólo se observaron diferencias entre las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB, obteniéndose mayor área superficial en las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 4. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el área superficial del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Área superficial (cm ²)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	18,18 ± 13,2 Aa	14,05 ± 14,9 Aa
500	36,02 ± 9,6 Bb	17,10 ± 13,63 Aa
1000	20,17 ± 9,2 Aa	25,85 ± 17,6 Aa

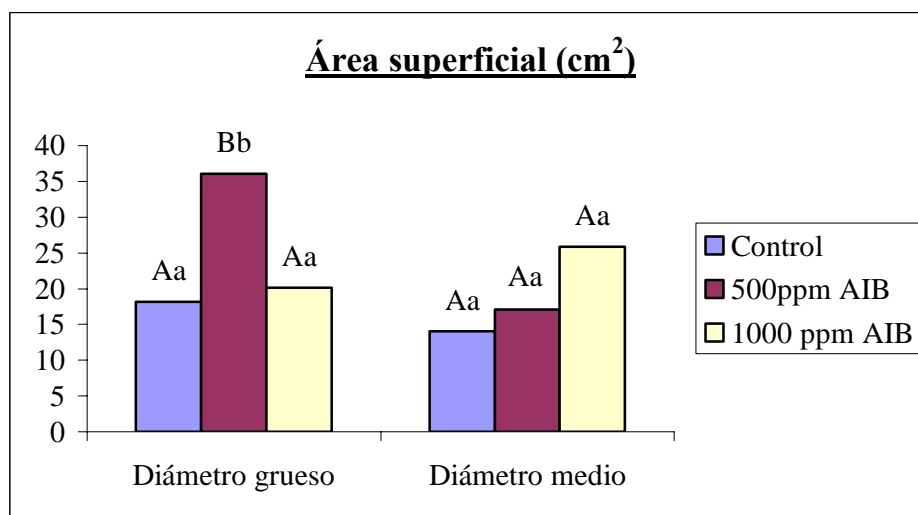


Figura 16. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el área superficial del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

NÚMERO DE PUNTAS RADICULARES

Al igual que en los dos parámetros anteriores, los diferentes tratamientos de AIB aplicados a las estaquillas de diámetro medio no provocaron diferencias en el número de puntas radiculares, mientras que en las estaquillas de diámetro grueso sí se observaron diferencias, obteniéndose un mayor valor del número de puntas radiculares en las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB (Tabla 5 y Figura 17).

Dentro de cada tratamiento, sólo se observaron diferencias entre las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB, obteniéndose mayor número de puntas radicales en las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 5. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el número de puntas del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Número de puntas radiculares	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	302 ± 324,93 Aa	247 ± 293,72 Aa
500	588,46 ± 257,81 Bb	264 ± 187,61 Aa
1000	293,2 ± 123,22 Aa	426,13 ± 293,22 Aa

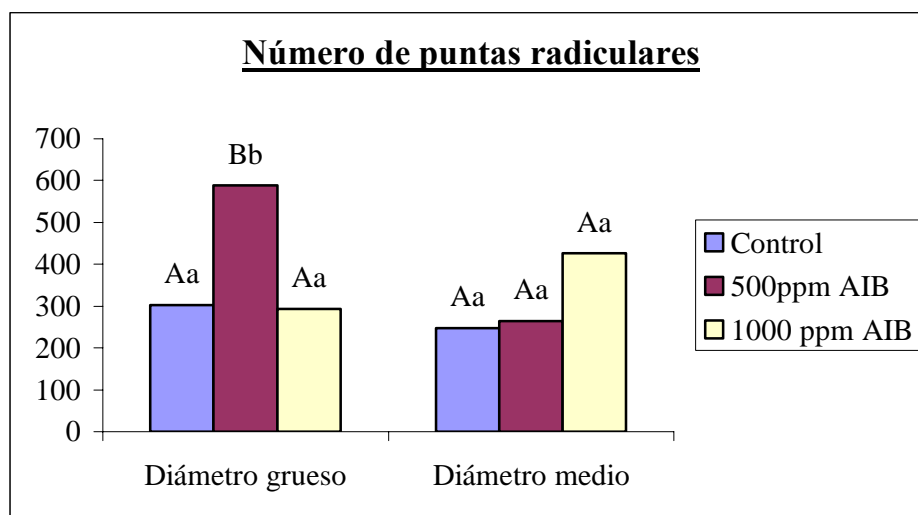


Figura 17. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el número de puntas del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL

Al igual que en los tres parámetros anteriores, los diferentes tratamientos de AIB aplicados a las estaquillas de diámetro medio no provocaron diferencias en la longitud del sistema radical, mientras que en las estaquillas de diámetro grueso sí se observaron diferencias, obteniéndose una mayor longitud del sistema radical en las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB (Tabla 6 y Figura 18).

Dentro de cada tratamiento, sólo se observaron diferencias entre las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB, obteniéndose mayor longitud del sistema radical en las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 6. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en la longitud de la raíz de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical (cm)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	129,16 ± 122,9 Aa	99,40 ± 111,3 Aa
500	262,87 ± 81,9 Bb	118,52 ± 104,78 Aa
1000	128,73 ± 62,8 Aa	174,42 ± 138,79 Aa

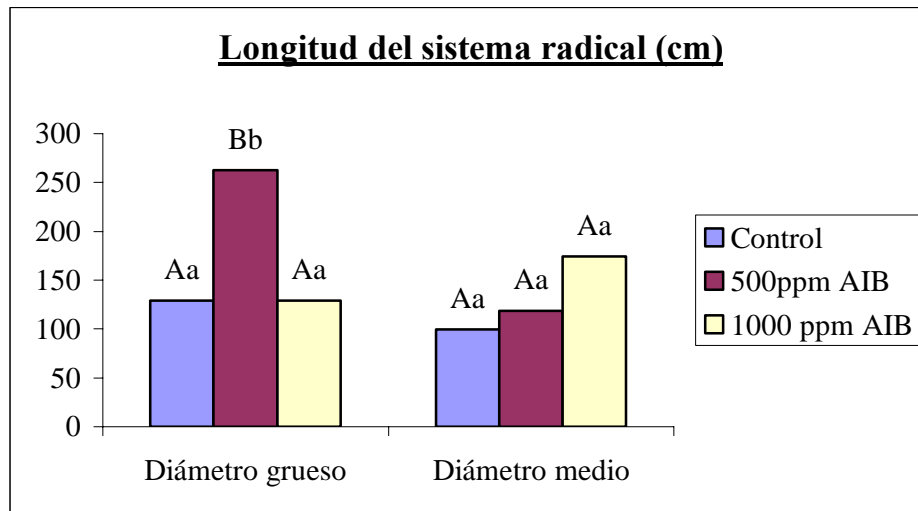


Figura 18. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en la longitud de las raíces emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL COMPRENDIDO ENTRE DIFERENTES INTERVALOS DE DIÁMETRO DE RAÍCES

En todos los intervalos de diámetro de raíces estudiados se observó el mismo comportamiento en el enraizamiento de las estaquillas. Entre las estaquillas de diámetro medio no se observaron diferencias en la longitud de las raíces comprendidas entre los distintos intervalos de diámetro en función del tratamiento aplicado, mientras que en las estaquillas de diámetro grueso el tratamiento que proporcionó mayor longitud de raíces para todos los diámetros fue el de 500 ppm de AIB. Estos resultados indican que el tratamiento hormonal no afectó a ningún diámetro radical en particular, sino que todo el sistema radical en su conjunto sufrió un mayor crecimiento en longitud.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 0 – 0.50 MM DE DIÁMETRO

Tabla 7. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 0.-0.50 mm de Ø	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	82,6 ± 93,36 Aa	66,78 ± 81,50 Aa
500	184,34 ± 64,31 Bb	78,86 ± 80,25 Aa
1000	80,4 ± 45,19 Aa	117,10 ± 106,35 Aa

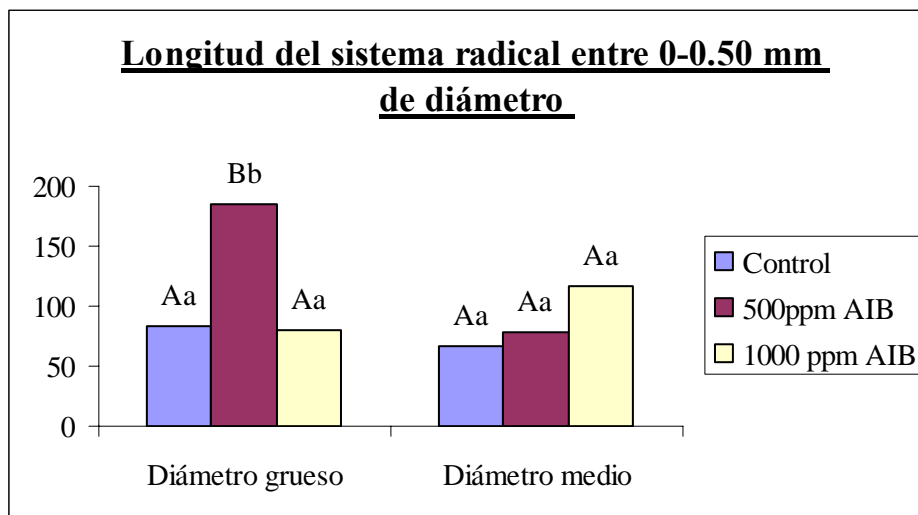


Figura 19. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 0.50 – 1 MM DE DIÁMETRO

Tabla 8. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 0.50-1 mm de Ø	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	36,53 ± 27,95 Aa	23,72 ± 20,55 Aa
500	57,06 ± 18,23 Bb	29,86 ± 16,68 Aa
1000	34,59 ± 16,10 Aa	40,24 ± 24,56 Aa

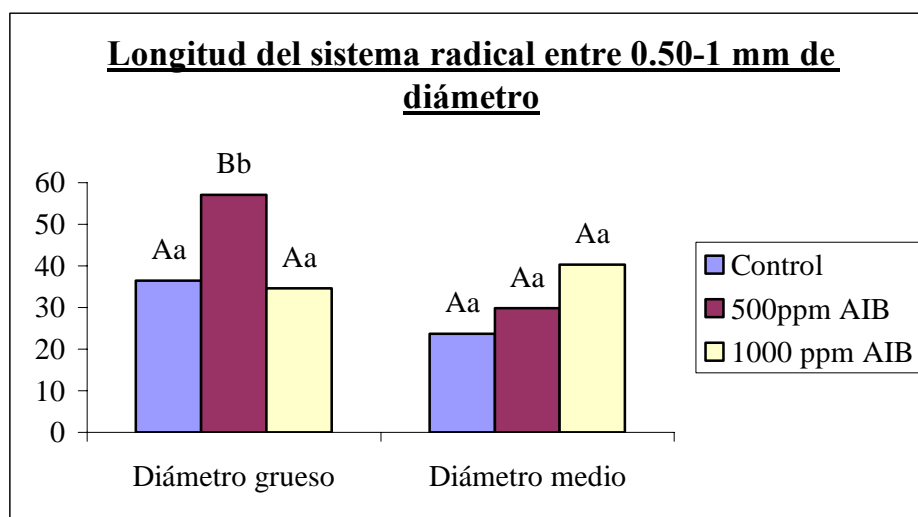


Figura 20. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 1 – 1.50 MM DE DIÁMETRO

Tabla 9. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 1-1.50 mm de Ø	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	3,86 ± 2,43 Aa	3,98 ± 4,3 Aa
500	7,89 ± 2,76 Bb	3,81 ± 3,45 Aa
1000	5,39 ± 2,31 Aa	7,19 ± 5,10 Aa

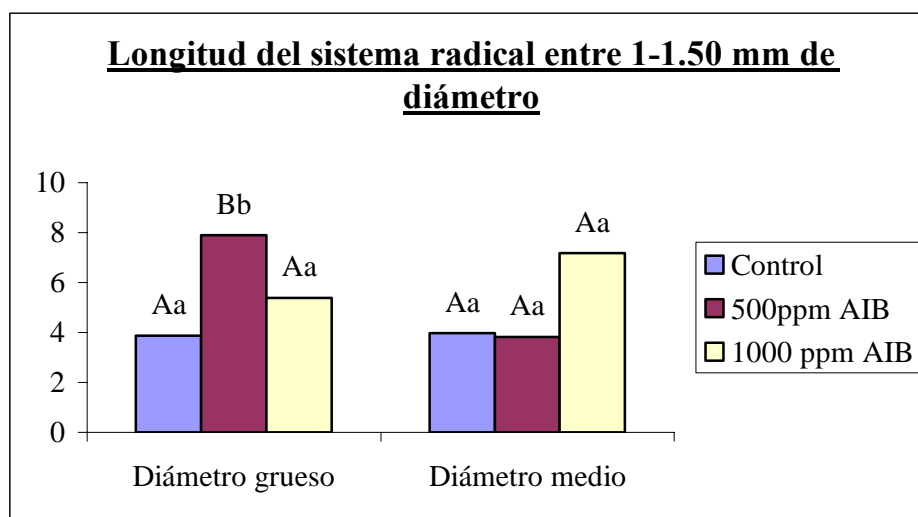


Figura 21. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 1.50-2 MM DE DIÁMETRO

Tabla 10. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 1.50-2 mm de Ø	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	4,87 ± 3,53 Aa	3,63 ± 5,19 Aa
500	9,7 ± 2,60 Bb	4,39 ± 4,48 Ba
1000	6,04 ± 4,68 Aa	7,10 ± 5,36 Aa

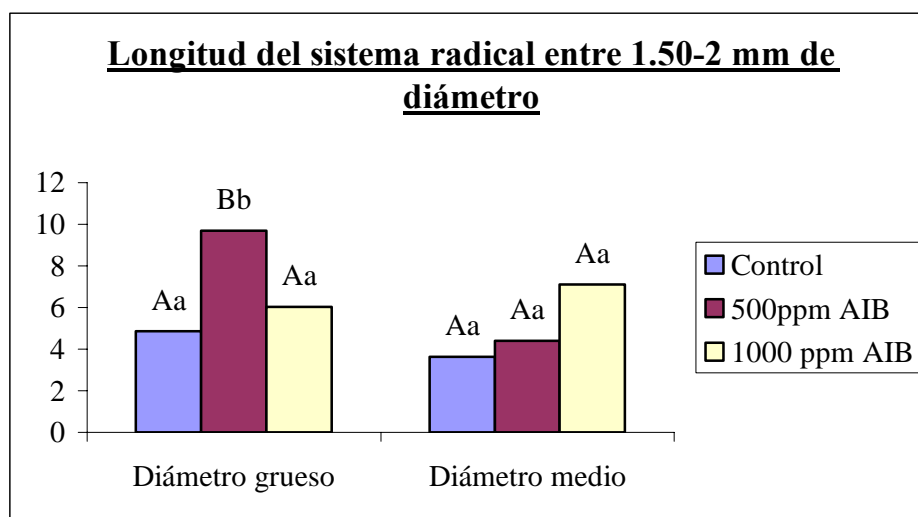


Figura 22. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL > 2 MM DE DIÁMETRO

Tabla 11. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical >2 mm de Ø	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	1,27 ± 1,08 Aa	1,27 ± 2,11 Aa
500	3,81 ± 2,05 Bb	1,56 ± 2,08 Aa
1000	2,20 ± 1,95 Aa	2,7 ± 2,84 Aa

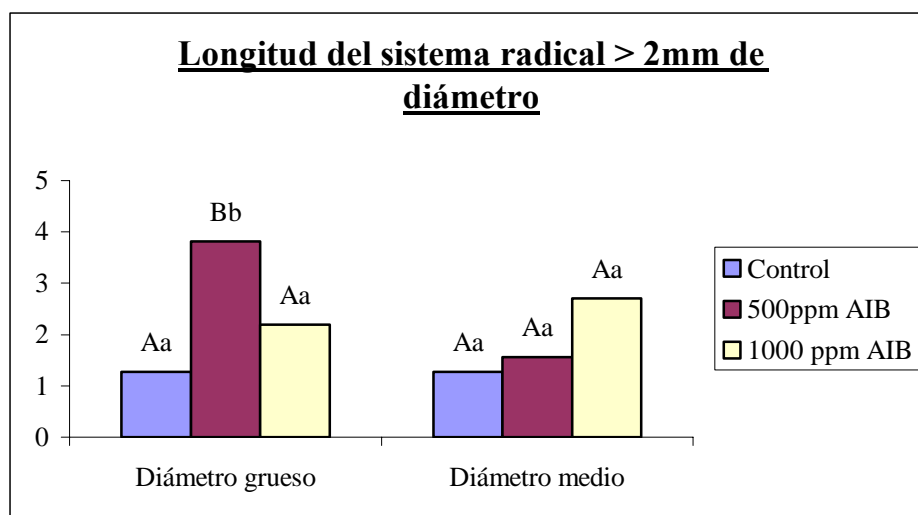


Figura 23. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

4.1.2. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO AÉREO

NÚMERO DE YEMAS

El número de yemas de las estaquillas no se vio afectado ni por las diferentes aplicaciones hormonales de AIB ni por el diámetro.

NÚMERO DE BROTES

Cuando se utilizaron estaquillas de diámetro grueso no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Sin embargo, con estaquillas de diámetro medio sí se dieron diferencias, generándose mayor número de brotes en el tratamiento control (Tabla 12 y Figura 24).

Dentro de cada tratamiento, sólo en el control no se dieron diferencias en el número de brotes desarrollados en los dos diámetros utilizados. Cuando se utilizó AIB, en las dos dosis ensayadas se produjo mayor número de brotes en las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 12. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB aplicada en el número de brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Número de brotes	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	7,15 ± 5,06 Aa	6,83 ± 6,97 Ab
500	7,43 ± 3,97 Ba	4,57 ± 1,83 Aa
1000	7,60 ± 7,36 Ba	4,20 ± 1,91 Aa

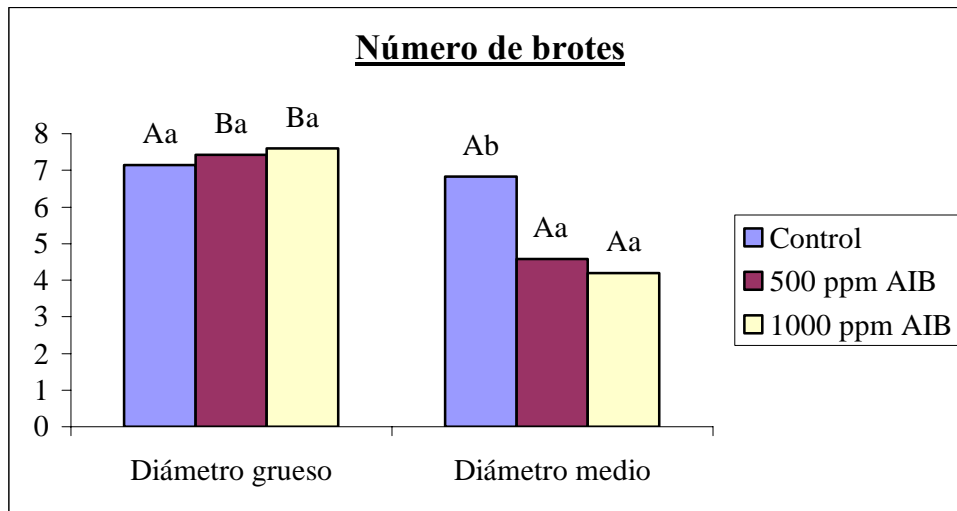


Figura 24. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en número de brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

LONGITUD DE BROTES

En la longitud de los brotes se dieron diferencias significativas en ambos diámetros debido a los distintos tratamientos. En los esquejes de mayor diámetro los brotes más largos se observaron en el tratamiento hormonal de 500 ppm. En los de menor diámetro los brotes más largos se obtuvieron en los esquejes tratados con AIB, sin diferencias significativas entre las dos dosis utilizadas (Tabla 13 y Figura 25).

Respecto a cada tratamiento, todas las estacas tratadas con 1000 ppm produjeron brotes de igual longitud, mientras que de las estacas del tratamiento control y de las tratadas con 500 ppm produjeron brotes más largos las que tenían el diámetro más grueso.

Tabla 13. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB utilizada en la longitud de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Longitud de brotes (cm)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	8,12 ± 6,03 Ba	3,89 ± 2,40 Aa
500	16,85 ± 7,40 Bb	8,40 ± 3,80 Ab
1000	8,92 ± 6,19 Aa	10,36 ± 4,45 Ab

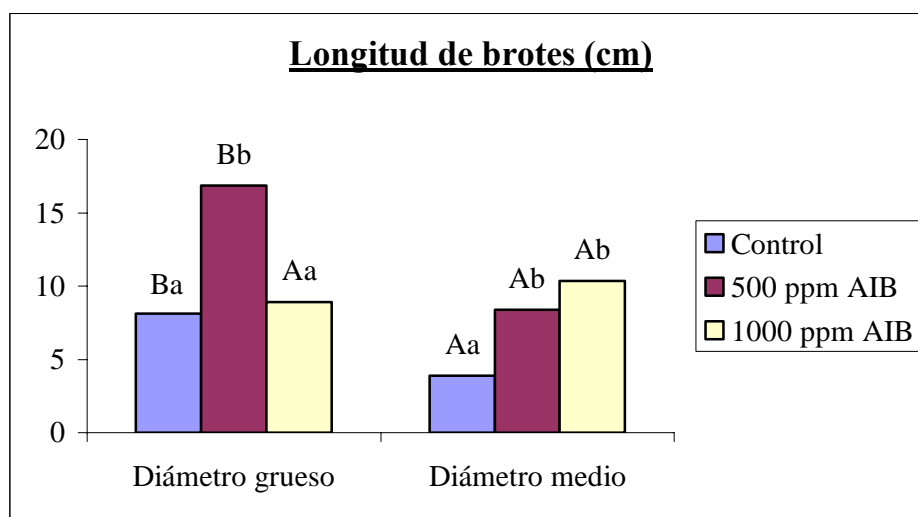


Figura 25. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en la longitud de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

PESO DE LOS BROTES

Cuando se utilizaron estaquillas de diámetro grueso se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados, obteniéndose un peso mayor de los brotes en las estaquillas tratadas con 500 ppm. Sin embargo, con las estaquillas de diámetro medio el mayor peso de los brotes se obtuvo con la aplicación de 500 ppm y

1000 ppm de AIB, sin diferencias significativas entre las dos dosis utilizadas (Tabla 14 y Figura 26).

Dentro de cada tratamiento, sólo en las estaquillas tratadas con 500 ppm se presentaron diferencias en el peso de brotes desarrollados en los dos diámetros utilizados, teniendo un peso más elevado los brotes de las estaquillas de diámetro grueso.

Tabla 14. Efecto del diámetro de la estaquilla y de la dosis de AIB utilizada en el peso seco de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo diámetro indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre diámetros.

Tratamiento (ppm)	Peso de los brotes (g)	
	Ø Grueso	Ø Medio
0	0,180 ± 0,098 Aa	0,176 ± 0,100 Aa
500	0,437 ± 0,202 Bb	0,222 ± 0,076 Ab
1000	0,223 ± 0,111 Aa	0,251 ± 0,105 Ab

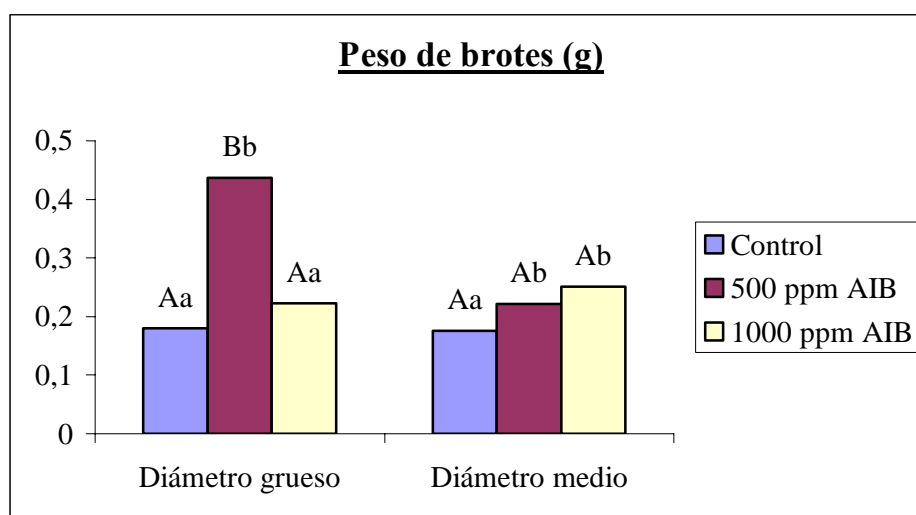


Figura 26. Efecto de la aplicación de AIB a diferentes concentraciones y del uso de diferentes diámetros en el peso de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas

diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre diámetros.

4.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA (MARZO 2007)

4.2.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO RADICAL

PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

En las estaquillas enterradas a 8 cm de profundidad no se produjeron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento entre las estaquillas del tratamiento control y las tratadas con 500 ppm de AIB, mientras que en las estaquillas enterradas a menor profundidad se obtuvo un mayor porcentaje de enraizamiento en las tratadas con 500 ppm (Tabla 15 y Figura 27).

Atendiendo a los tratamientos, este parámetro solo se vio afectado en las estaquillas con aplicación hormonal, produciendo un mayor porcentaje de enraizamiento las estacas plantadas a menor profundidad.

Tabla 15. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el porcentaje de enraizamiento de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Porcentaje de enraizamiento	
	3 cm	8 cm
0	28,88 ± 13,87 Aa	51,11 ± 10,18 Aa
500	71,11 ± 15,39 Bb	42,22 ± 3,84 Aa

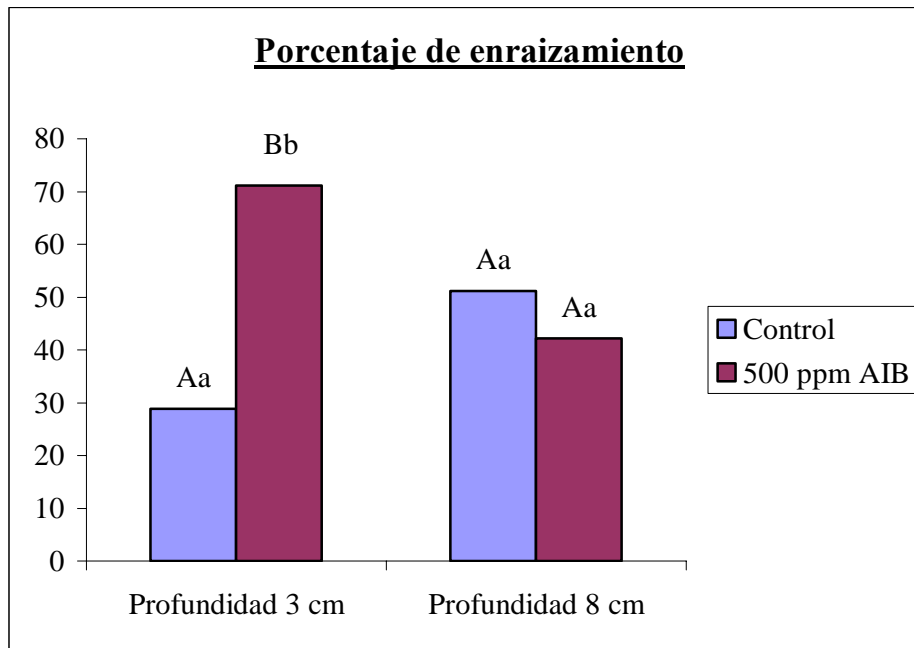


Figura 27. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

NÚMERO DE RAÍCES

En el número de raíces no se dieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ensayados dentro de la mayor profundidad de enterramiento, sucediendo lo contrario para la profundidad menor, en la que se obtuvo mayor número de raíces cuando las estacas fueron tratadas con 500 ppm de ácido indol butírico.

Dentro de cada tratamiento sólo se observaron diferencias en las estaquillas que no se trataron, mostrando un elevado número de raíces las plantadas a una profundidad de 8 cm.

Tabla 16. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de raíces emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Número de raíces	
	3 cm	8 cm
0	1,84 ± 1,14 Aa	3,65 ± 2,67 Ba
500	2,59 ± 1,10 Ab	3,31 ± 1,91 Aa

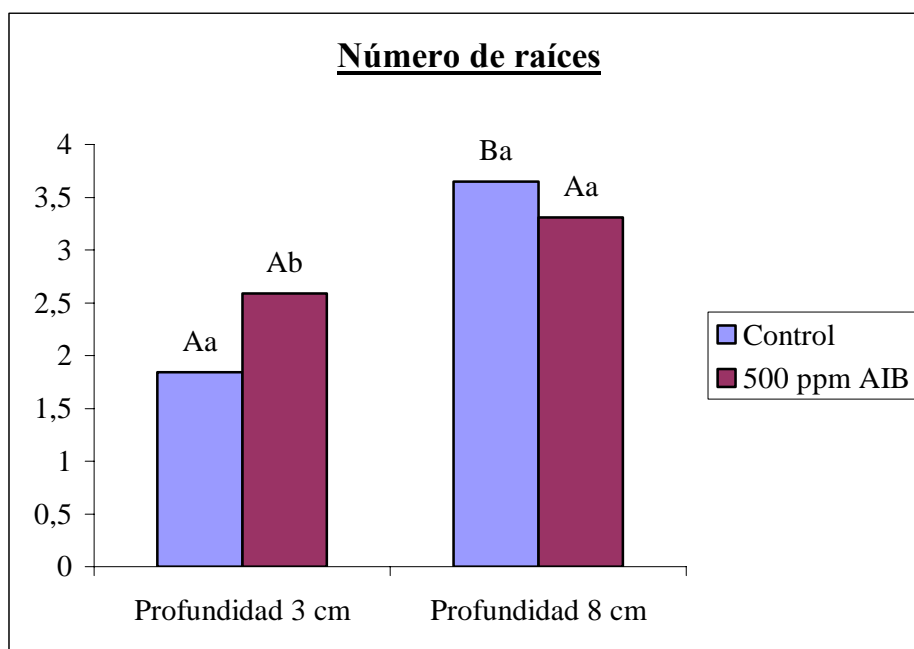


Figura 28. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de raíces de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

PESO DE RAÍZ

El peso seco de las raíces no se vio afectado ni por el tratamiento ni por la profundidad de plantación, obteniéndose un valor medio de 19.37 mg.

DIÁMETRO MEDIO DE LAS RAÍCES

Cuando se enterraron las estaquillas 3 cm no se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Sin embargo, en las estaquillas enterradas 8 cm sí se dieron diferencias, generándose mayor diámetro medio de las raíces en el tratamiento control (Tabla 17 y Figura 28).

Dentro de cada tratamiento, sólo en el control se dieron diferencias en el diámetro medio de las raíces en las dos profundidades utilizadas, produciendo raíces de mayor diámetro las estaquillas enterradas una profundidad de 8 cm.

Tabla 17. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el diámetro medio del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Diámetro medio de las raíces	
	3 cm	8 cm
0	0,347 ± 0,042 Aa	0,467 ± 0,0566 Bb
500	0,366 ± 0,047 Aa	0,381 ± 0,059 Aa

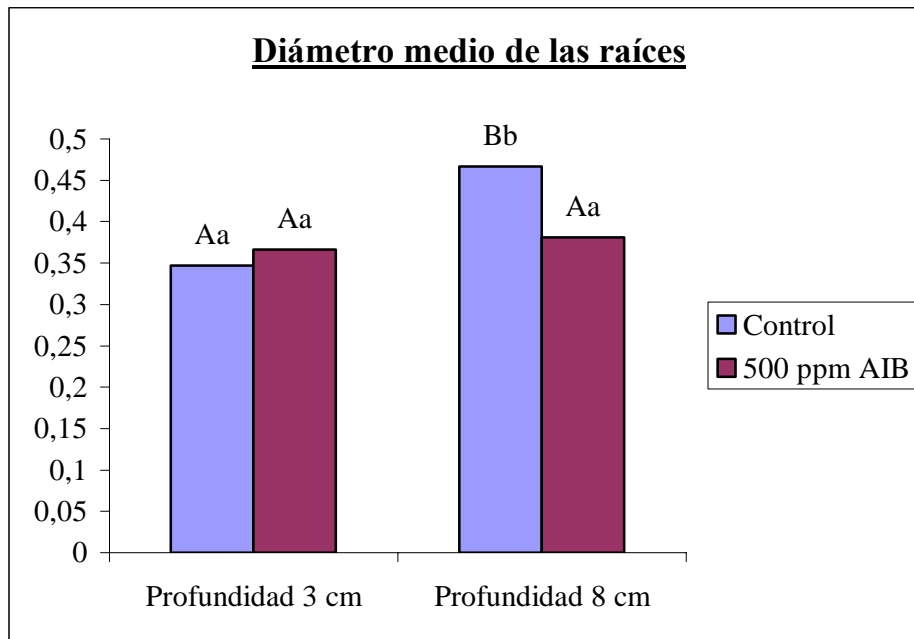


Figura 29. Estudio del efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el diámetro medio de las raíces de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

VOLUMEN DEL SISTEMA RADICAL

Cuando se enterraron las estaquillas 3 cm se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Siendo el tratamiento de 500 ppm de AIB el que produjo mayor volumen del sistema radical (Tabla 18 y Figura 29).

Dentro de cada tratamiento, sólo en las estaquillas tratadas hormonalmente se dieron diferencias en el volumen del sistema radical en las dos profundidades utilizadas, generándose mayor volumen radical en las estaquillas enterradas a una profundidad de 3 cm.

Tabla 18. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el volumen del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Volumen del sistema radical (cm ³)	
	3 cm	8 cm
0	0,0843 ± 0,097 Aa	0,1727 ± 0,138 Aa
500	0,338 ± 0,125 Bb	0,1291 ± 0,108 Aa

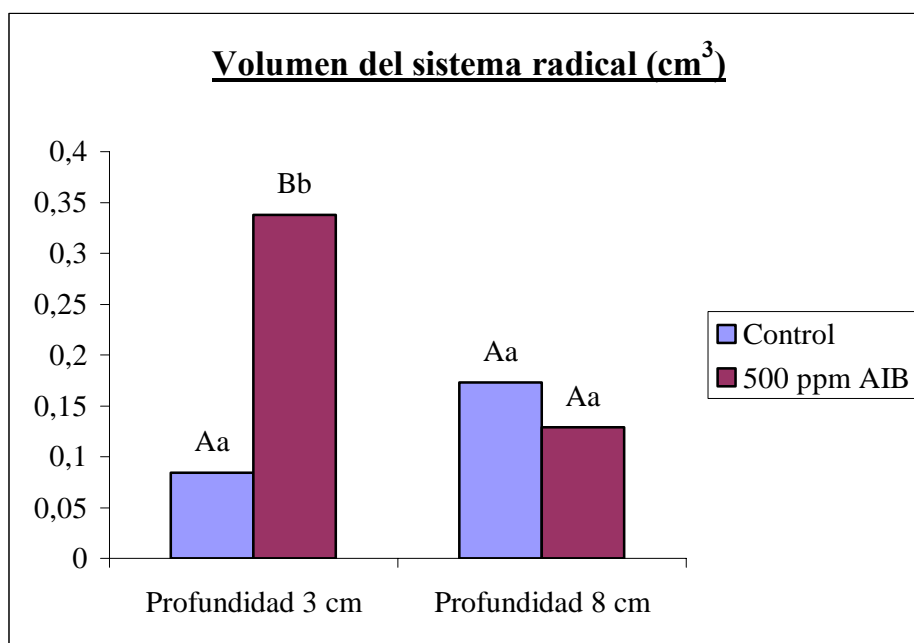


Figura 30. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el volumen del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

ÁREA SUPERFICIAL DEL SISTEMA RADICULAR

Cuando se enterraron las estaquillas 3 cm se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Siendo el tratamiento de 500

ppm de AIB el que produjo mayor área superficial del sistema radical (Tabla 19 y Figura 30).

Dentro de cada tratamiento, sólo en las estaquillas tratadas hormonalmente se dieron diferencias en el área superficial del sistema radical en las dos profundidades utilizadas, generándose mayor área superficial del sistema radical en las estaquillas enterradas a una profundidad de 3 cm.

Tabla 19. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el área superficial del sistema radical de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Área superficial del sistema radical (cm ²)	
	3 cm	8 cm
0	9,94 ± 11,95 Aa	14,62 ± 10,27 Aa
500	36,38 ± 11,48 Bb	13,28 ± 11,39 Aa

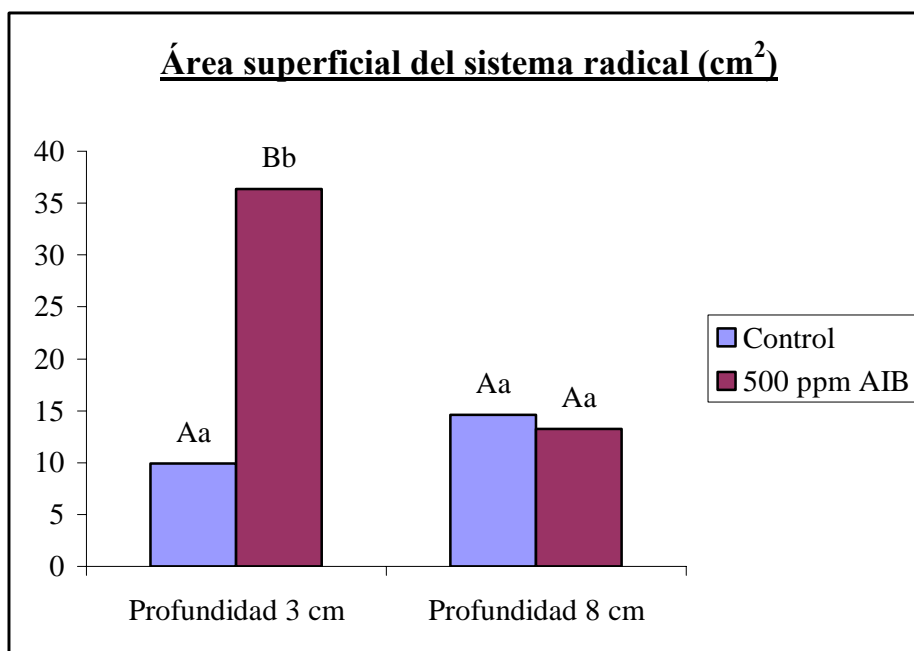


Figura 31. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el área superficial del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican

diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

NÚMERO DE PUNTAS RADICALES

Cuando se enterraron las estaquillas 3 cm se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Siendo el tratamiento de 500 ppm de AIB el que produjo mayor número de puntas radicales (Tabla 20 y Figura 31).

Dentro de cada tratamiento, sólo en las estaquillas tratadas con 500 ppm se dieron diferencias en el número de puntas del sistema radical en las dos profundidades utilizadas, generándose mayor número de puntas radicales en las estaquillas enterradas a una profundidad de 3 cm.

Tabla 20. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de puntas de raíces generadas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Número de puntas radicales	
	3 cm	8 cm
0	339,00 ± 471,60 Aa	284,33 ± 213,62 Aa
500	1125,00 ± 535,25 Bb	394,44 ± 371,32 Aa

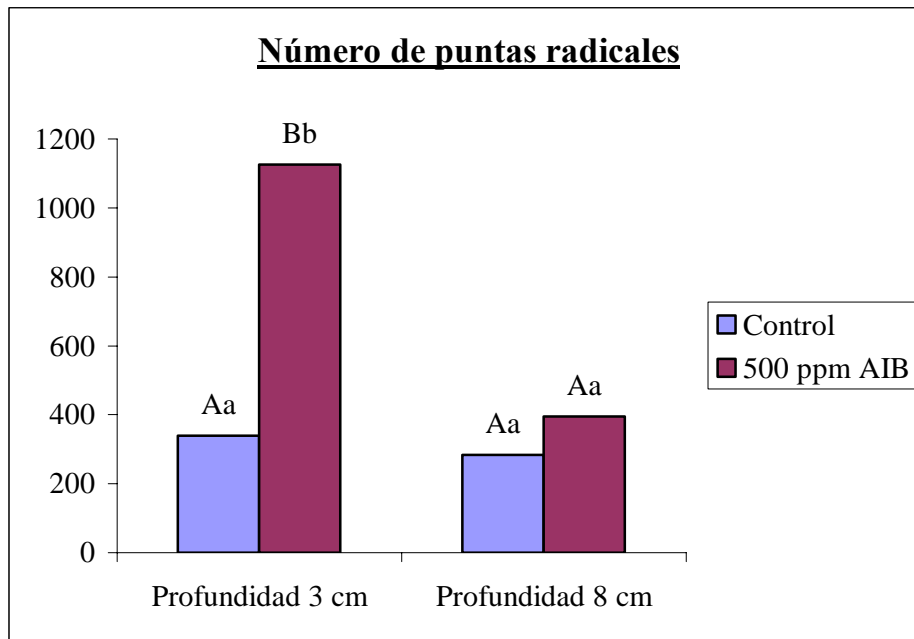


Figura 32. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de puntas del sistema radical de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

LONGITUD DE RAÍZ

Cuando se enterraron las estaquillas 3 cm se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos utilizados. Siendo el tratamiento de 500 ppm de AIB el que produjo mayor longitud en la raíz (Tabla 21 y Figura 32).

Dentro de cada tratamiento, sólo en las estaquillas tratadas con 500 ppm se dieron diferencias en la longitud de raíz en las dos profundidades utilizadas, generándose mayor longitud de raíz en las estaquillas enterradas a una profundidad de 3 cm.

Tabla 21. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en la longitud de la raíz generada por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud de raíz (cm)	
	3 cm	8 cm
0	94,35 ± 117,04 Aa	100,13 ± 63,80 Aa
500	315,82 ± 94,85 Bb	110,31 ± 97,31 Aa

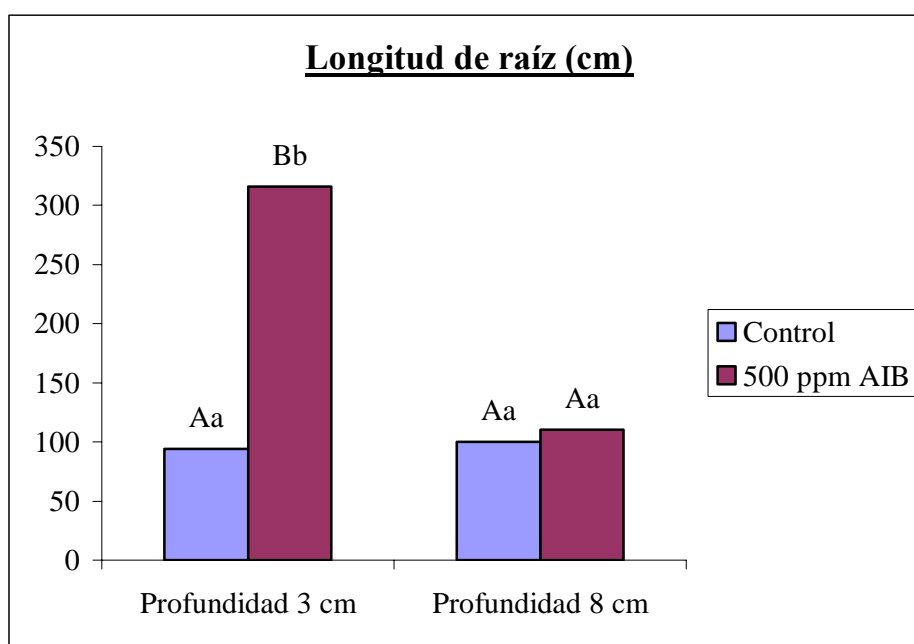


Figura 33. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en la longitud la raíz emitida por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL COMPRENDIDO ENTRE DIFERENTES INTERVALOS DE DIÁMETRO DE RAÍCES

En todos los intervalos de diámetro de raíces estudiados se observó el mismo comportamiento en el enraizamiento de las estaquillas. Entre las estaquillas enterradas a una profundidad de 8 cm no se observaron diferencias en la longitud de las raíces

comprendidas entre los distintos intervalos de diámetro en función del tratamiento aplicado, mientras que en las estaquillas enterradas 3 cm el tratamiento que proporcionó mayor longitud de raíces fue el de 500 ppm de AIB. Estos resultados indican que el tratamiento hormonal no afectó a ningún diámetro radical en particular, sino que todo el sistema radical en su conjunto sufrió un mayor crecimiento en longitud.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 0 – 0.50 MM DE DIÁMETRO

Tabla 22. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 0-0.50 mm de Ø	
	3 cm	8 cm
0	339,00 ± 471,60 Aa	284,33 ± 213,62 Aa
500	1125,00 ± 535,25 Bb	394,44 ± 371,32 Aa

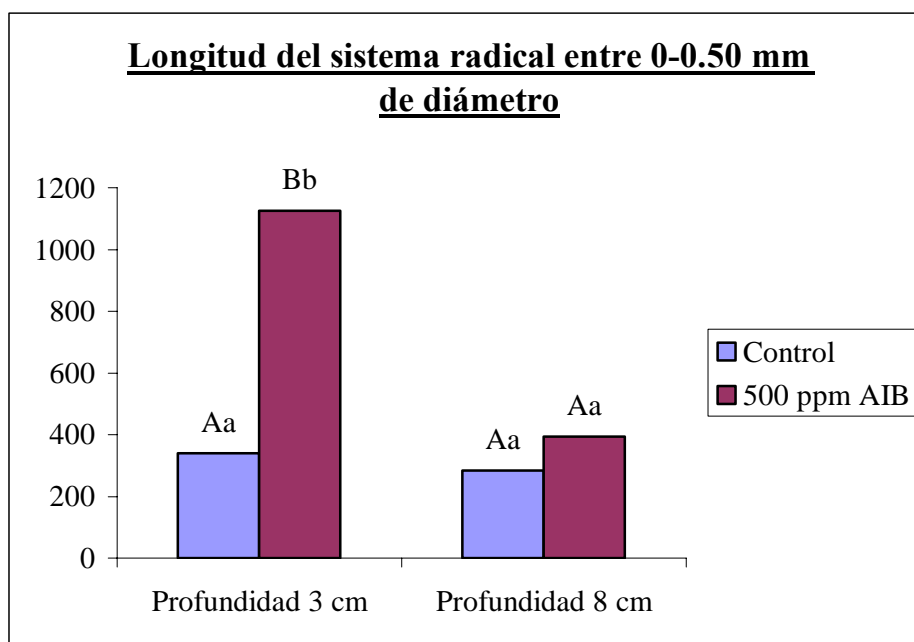


Figura 34. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 0 y 0.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras

minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 0.50-1 MM DE DIÁMETRO

Tabla 23. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 0.50-1 mm de Ø	
	3 cm	8 cm
0	339,00 ± 471,60 Aa	284,33 ± 213,62 Aa
500	1125,00 ± 535,25 Bb	394,44 ± 371,32 Aa

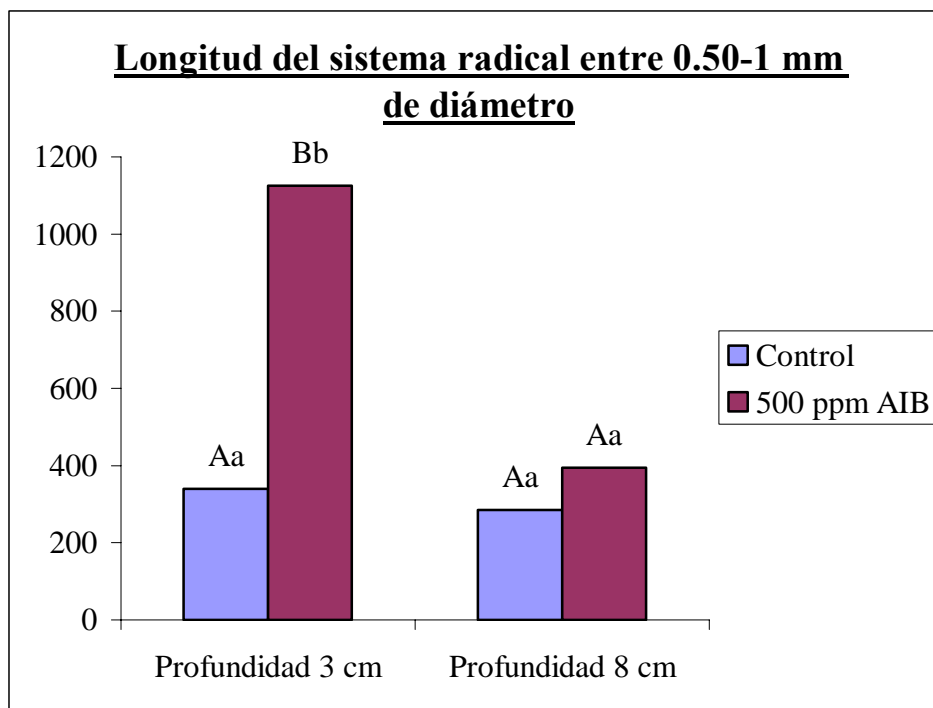


Figura 35. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 0.50 y 1 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 1-1.50 MM DE DIÁMETRO

Tabla 24. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 1-1.50 mm de Ø	
	3 cm	8 cm
0	2,98 ± 4,51 Aa	6,80 ± 6,19 Aa
500	13,00 ± 6,19 Bb	4,93 ± 4,35 Aa

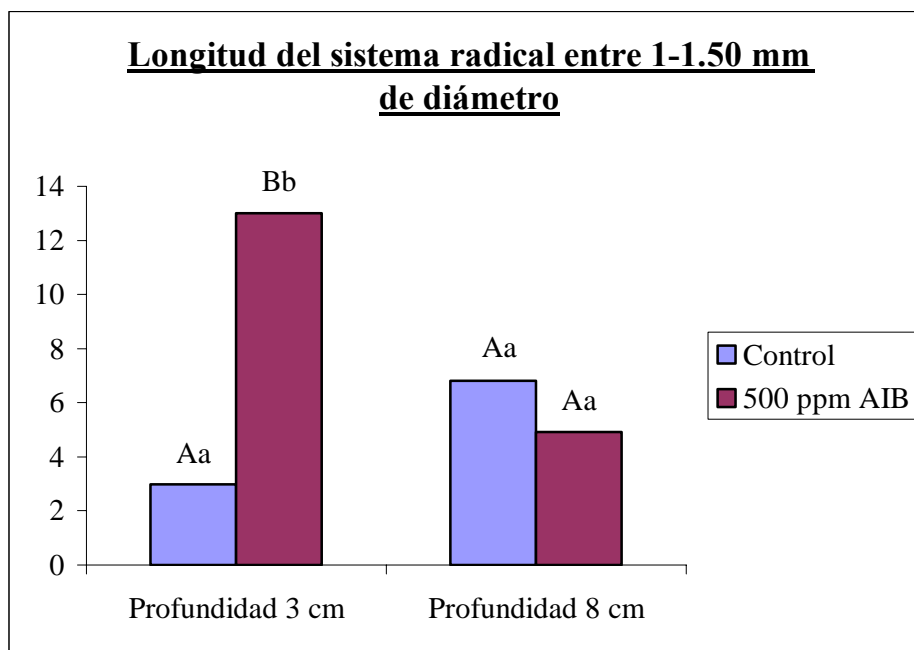


Figura 36. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 1 y 1.50 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL ENTRE 1.50-2 MM DE DIÁMETRO

Tabla 25. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical entre 1.50-2 mm de Ø	
	3 cm	8 cm
0	341,98 ± 476,08 Aa	291,13 ± 218,41 Aa
500	1138 ± 5,35,26 Bb	399,37 ± 375,26 Aa

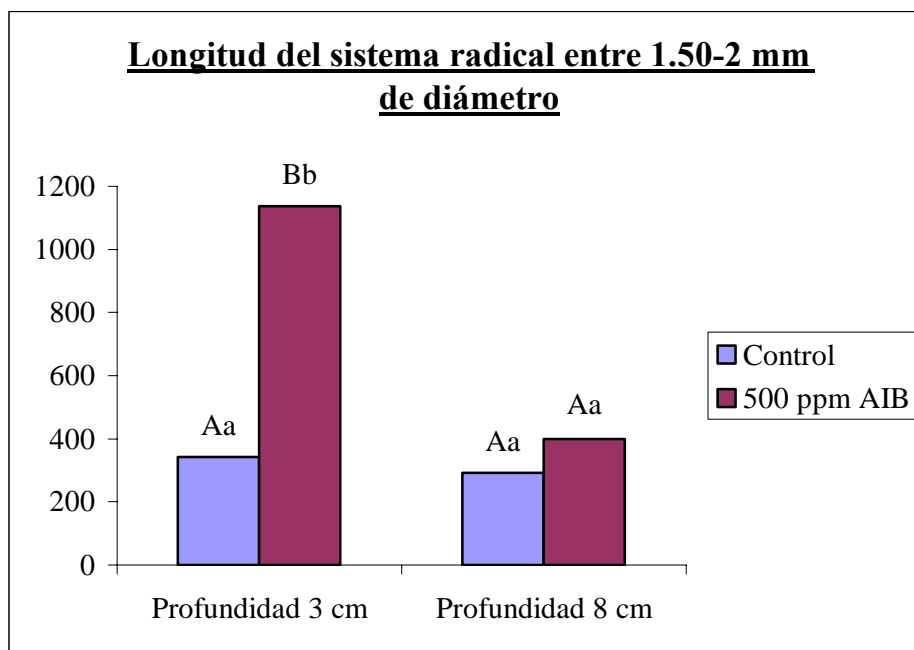


Figura 37. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el intervalo de longitud de raíz entre 1.50 y 2 mm de diámetro generado por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

◆ LONGITUD DEL SISTEMA RADICAL >2 MM DE DIÁMETRO

Tabla 26. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud del sistema radical >2 mm de Ø	
	3 cm	8 cm
0	1,088 ± 1,16 Aa	2,06 ± 3,19 Aa
500	4,53 ± 2,02 Bb	1,89 ± 1,79 Aa

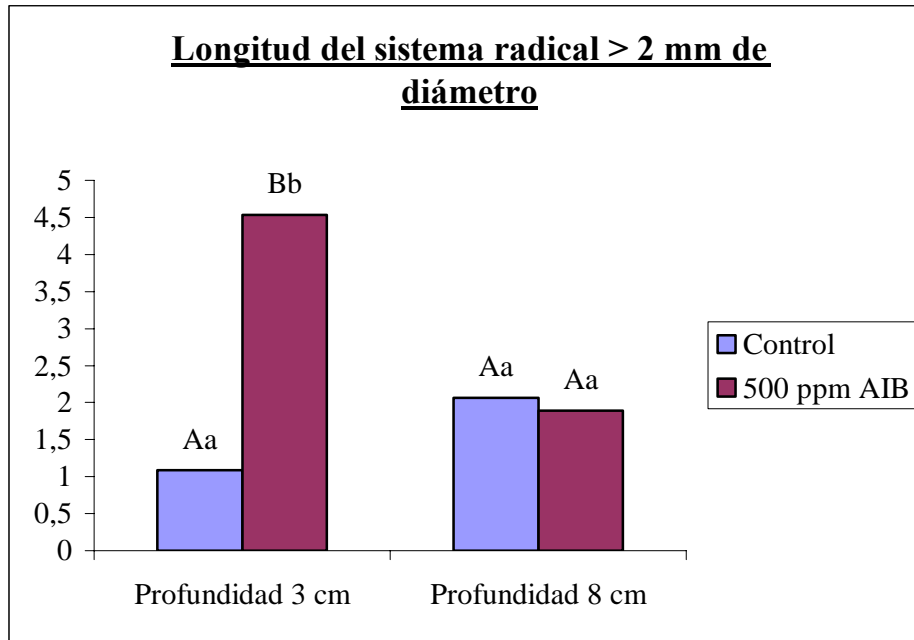


Figura 38. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en longitudes de raíz mayores de 2 mm de diámetro emitidas por las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

4.2.2 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE DESARROLLO AÉREO

NÚMERO DE YEMAS

No se encontraron diferencias significativas en el número de yemas en las dos profundidades de enterramiento a las que fueron sometidas las estaquillas, entre los distintos tratamientos utilizados (Tabla 27 y Figura 38).

Dentro de cada tratamiento, tanto en las estaquillas tratadas como en las control se dieron diferencias en el número de yemas en las dos profundidades utilizadas, generándose mayor número de yemas en las estaquillas enterradas a una profundidad de 3 cm.

Tabla 27. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de yemas de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Número de yemas	
	3 cm	8 cm
0	4,54 ± 2,94 Ba	2,81 ± 1,25 Aa
500	4,75 ± 2,35 Ba	2,78 ± 1,27 Aa

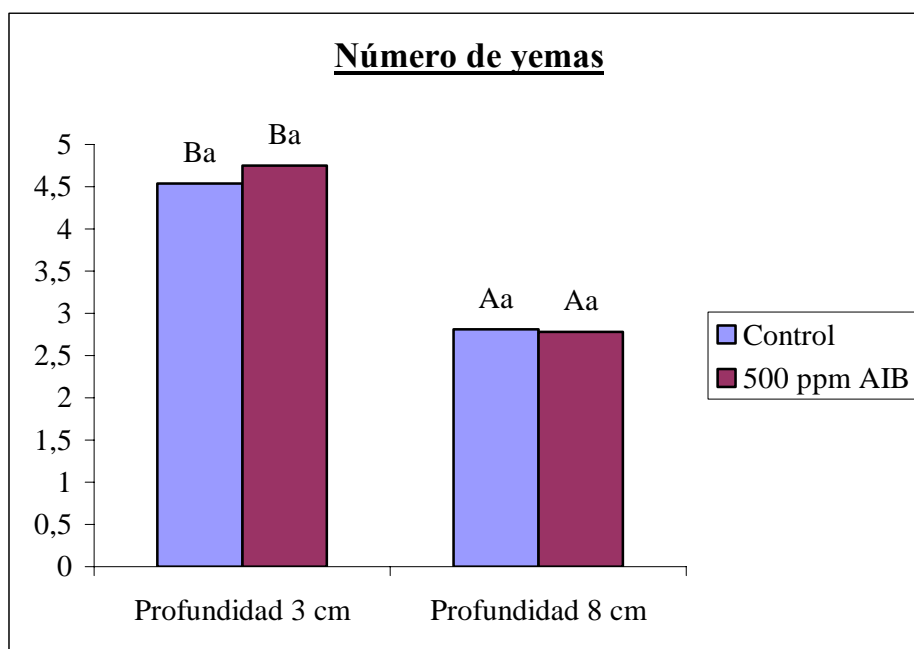


Figura 39. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de yemas de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

NÚMERO DE BROTES

Para cada profundidad de enterramiento no se produjeron diferencias en el número de brotes entre las estaquillas control y las tratadas con 500 ppm de AIB (Tabla 28 y Figura 39).

Dentro de cada tratamiento, sólo las estaquillas tratadas hormonalmente se vieron afectadas en el número de brotes según su profundidad de enterramiento, generando mayor cantidad las estacas enterradas a 3 cm.

Tabla 28. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en el número de brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Número de brotes	
	3 cm	8 cm
0	5,63 ± 3,95 Aa	4,00 ± 2,16 Aa
500	5,93 ± 3,09 Ba	4,21 ± 2,17 Aa

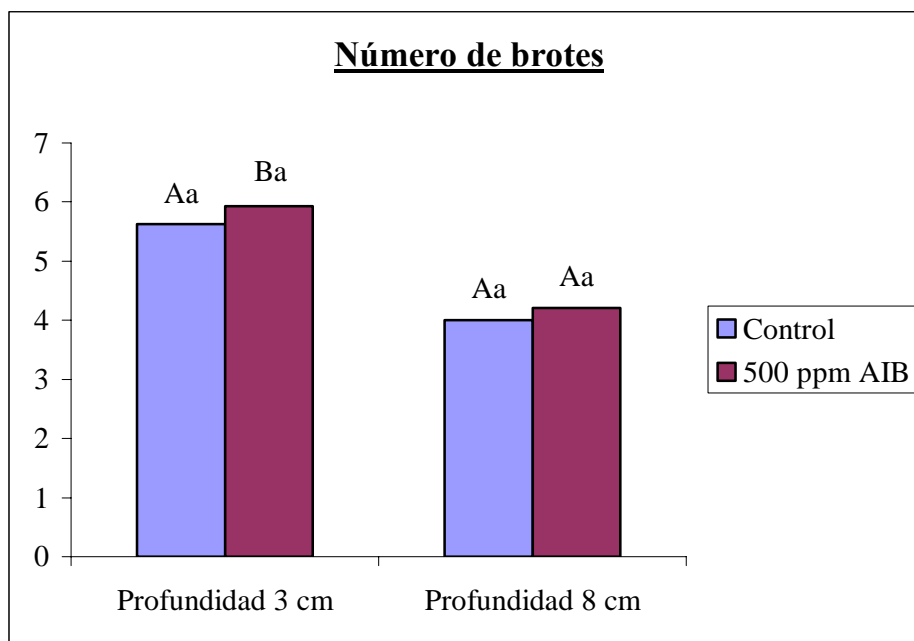


Figura 40. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en el número de brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

LONGITUD DE BROTES

En este parámetro solo se muestran diferencias cuando la profundidad de plantación es de 3 cm, produciendo una mayor longitud de brotes las estaquillas tratadas con AIB (Tabla 29 y Figura 40).

Tabla 29. Efecto de la profundidad de enterramiento en el sustrato y del tratamiento en la longitud de los brotes de las estacas de *T. boveana*. Letras minúsculas diferentes dentro de una misma profundidad indican diferencias significativas entre diferentes tratamientos. Letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento indican diferencias significativas entre profundidades.

Tratamiento (ppm)	Longitud de brotes (cm)	
	3 cm	8 cm
0	11,35 ± 6,62 Aa	14,14 ± 8,67 Aa
500	20,01 ± 8,22 Ab	15,23 ± 8,80 Aa

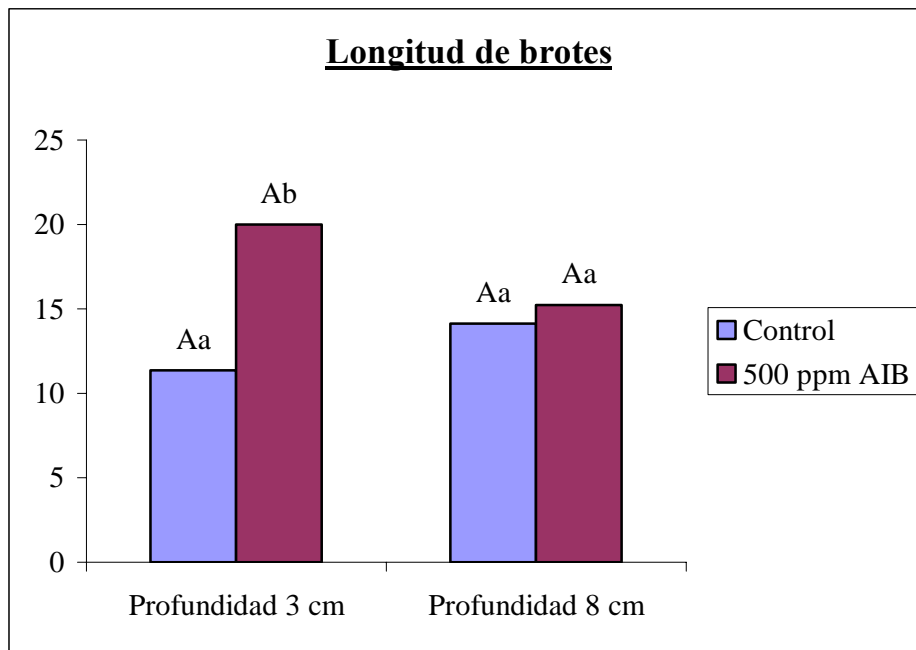


Figura 41. Efecto de la profundidad de plantación y aplicación hormonal en la longitud de los brotes de las estaquillas. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades.

PESO DE BROTES

En el peso de los brotes no se observaron diferencias significativas ni por el tratamiento ni por las diferentes profundidades de plantación de las estaquillas, obteniéndose un valor medio de 0.18 g.

5. CONCLUSIONES

5.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA

- Los resultados obtenidos en este primer ensayo indican que las estaquillas de diámetro grueso enraízan mejor que las estaquillas de diámetro medio cuando se utiliza una dosis de ácido indol butírico de 500 ppm, ya que la mayoría de los parámetros de desarrollo radical y aéreo estudiados muestran valores significativamente más elevados cuando se utilizan las estaquillas gruesas tratadas con 500 ppm.
- Los parámetros del desarrollo radical como porcentaje de enraizamiento, peso seco de la raíz, volumen radical, área superficial, n° de puntas radiculares, longitud del sistema radical y longitud del sistema radical comprendido entre diferentes intervalos de diámetro y los parámetros de desarrollo aéreo como longitud y peso de los brotes tuvieron el mismo comportamiento, de tal forma que los diferentes tratamientos aplicados a las estaquillas de diámetro medio no provocaron diferencias significativas en estos parámetros, mientras que en las estaquillas de diámetro grueso sí se observaron diferencias, obteniéndose un mayor valor de todos ellos en las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB.
- Por el contrario, en parámetros como n° de raíces, diámetro medio de las raíces y n° de yemas, no se observó ningún efecto del diámetro de la estaquilla ni de la dosis de AIB utilizada, obteniéndose en todos ellos valores similares al control.

5.2. EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA

- Los resultados obtenidos en el segundo ensayo indican que la mayor profundidad de enterramiento afectó en general de manera negativa al enraizamiento de las estaquillas, ya que para la mayoría de los parámetros estudiados, tanto del desarrollo

radical como aéreo, se obtuvieron los valores más elevados cuando las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB se enterraron de forma superficial (3 cm).

- Los parámetros del desarrollo radical como porcentaje de enraizamiento, volumen radical, área superficial, n° de puntas radiculares, longitud del sistema radical y longitud del sistema radical comprendido entre diferentes intervalos de diámetro y los parámetros de desarrollo aéreo como n° de yemas y longitud de los brotes tuvieron el mismo comportamiento, de tal forma que se obtuvieron los valores más elevados cuando las estaquillas tratadas con 500 ppm de AIB se enterraron de forma superficial (3 cm).
- Por el contrario, el n° de raíces y el diámetro medio de las raíces alcanzaron los valores más elevados cuando las estaquillas no tratadas con AIB (control) se enterraron a mayor profundidad (8cm).
- El peso de la raíz, n° de brotes y peso de los brotes no se vieron afectados sin embargo por la profundidad de enterramiento.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ABOUSALIM, A., WALALI, L.D.M. and SLAOUI, K.** (1993). Effect of phenological stage on rooting of semi-hardwood olive cuttings in heated frames. *Olivae*, 46: 30-37
- **AKOUMIANAKI I.A.; KRAVARI, E.; CHRONOPOULOS, J.; MALOUPA, E.** (2000). Propagation of *Polygala myrtifolia* by cutting. *Acta Horticulturae*, 541: 265-268
- **AL OBEED, R.S.** (2000). The effect of growth regulators, phenolic compounds and time of propagation on the rooting of guava stem cuttings. *Alexandria Journal of Agricultural Researchs*, 45: 2, 189-199.
- **AL TURY, M.H; OMARI, M.A. Y QAOUD, H.A.** (1999). Studies on the propagation of carob *Ceratonia siliqua* by stem cuttings. *Dirasat Agricultural-Sciences*. 26: 161-167.
- **ANDERSEN, A. S.,** (1994). Physiological basis for stock plants effects on cuttings and post propagation growth of propagules. *Acta Horticulturae*, 314: 283-289.
- **ARTHUR WALLACE and G. E. KLEINKOPF.** (1974). Physiological basis for salt tolerance in *Tamarix ramosissima*. Volumen 3, 157-163.
- **BARNES, B. and LEWANDNOWSKI, R.J.** (1991). Timing is everything. *American nurseryman*, 174:44-53.
- **BATHKE, G.R.; CASSEL, D.K.; HARGROVE, W.L.; PORTER, P.M.** (1992). Modification of soil physical properties and root growth response. *Soil Science*, 154, 316-329.

- **BAUER, L.M.; JOHNSTON, M.E. and WILLIAMS, R.R.** (1999). Plant genotype, juvenility and mechanisms of inhibition of rooting *Persoonia virgata* R. cuttings. Australian
- **BLAKESLEY, D.; WESTON, G.D. and ELLIOT, M.C.** (1991). Endogeneous levels of indole-3-acetic acid and abscisic acid during the rooting of *Cotinus coggygria* cuttings taken at different times of the year. *Plant Growth Regularion*, 10: 1-12.
- **BLANCO CASTRO, E. et. al.** (2001). Los bosques ibéricos. Planeta, Barcelona: 490 – 493.
- **BROWN, D.A.; SCOTT, A.** (1984). Dependence of crop growth and yield on root development and activity. En: *Roots, Nutrient and watter influx, and Plant Growth* (Barber, S.A. y Bouldin, D.R. Eds.). ASA Special Publication n°48, American Society of Agronomy, Madison, Winsconsin, 101-136.
- **CHANG, S.K.; JUNG, J.H. and YEAM, D.Y.** (1981). Seasonal changes of growth, endogenous nutrients and rooting ability of *Heredera helix* L. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 22: 51-67.
- **COPEs, D.L. and MANDEL, N.L.** (2000). Effects of IBA and NAA treatments on rooting Douglas fir ítem cuttings. *New Forests*, 20: 249–257.
- **C. M. LEVINE AND J. C. STROMBERG** (2001). Effects of flooding on native and exotic plant seedlings: implications for restoring south-western riparian forests by manipulating water and sediment flows. *Journal of Arid Environments* 49: 111-131

- **C. G. LADENBURGER, A. L. HILD, D. J. KAZMER, L. C. MUNN** (2006). Soil salinity patterns in *Tamarix* invasions in the Bighorn Basin, Wyoming, USA. *Journal of Arid Environments* 65: 111-128.
- **DAVIS, T.D.** (1988). Photosynthesis during adventitious rooting. En: *Adventitious root formation in cuttings* (Davis, T.D.; Haissing, B.E. y Sankhla, N. Eds.). *Advances in Plant Sciences Series*, vol 2. Dioscorides Press, Portland, Oregon, pp. 79-87.
- **DIOSCÓRIDES** (1998), *Plantas y remedios medicinales* (De material médica); vol. I: libros I-III, vol. II: libros IV-V y Pseudo Dioscórides, Introd., y trad. y notas de M. García Valdés, Madrid, Editorial Gredos, Biblioteca Clásica Gredos, 253-254.
- **DREW, M.C.** (1988). Effects of flooding and oxygen deficiency and plant mineral nutrition. *Advances in plant nutrition*, 3, 115-159.
- **DUNN, D.E.; COLE, J.C. and SMITH, M.W.** (1996). Position of cut, bud retention and auxins influence rooting of *Pistacia chinensis*. *Scientia Horticulturae*, 67: 105-110.
- **DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; BALCHIN, D.** (1998). Rooting characteristics of corn, soybeans and barley as a function of available water and soil physical characteristics. *Canadian Journal of Soil Science*, 68, 121-132.
- **EHLERS, W.; HAMBLIN, A.P.; TENNANT, D.; VAN DER PLOEG, R.R.** (1991). Root system parameters determining water uptake of field crops. *Irrigation Science*, 12, 115- 124.
- **FABIJAN, D.; YEUNG, E.; MUKHERJEE, I. and REID, D.M.** (1981). Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings. *Physiol. Plant.*, 53: 578-588.

- **FENNER, M.** (1985). Seed ecology, Chapman and Hall, New York.
- **Fernández, J.E.; Moreno, F.; Martin-Aranda, J.; Fereres, E.** 1992. Olive-tree root dynamics under different soil water regimes. *Agricultura Mediterránea*, 122, 225-235.
- **FIROZ, Z.A.; HOSSAIN, M.M.; CHOUDHURY, A.K. and CHOWDHURY, M.U.** (1998). Effect of root growth media and parts of shoot cutting on the success of cherry. *Thai Journal of Agricultural Science*. 31: 1, 47-52.
- **FONT QUER, PÍO** (1973), Plantas medicinales. El Dioscórides renovado, Barcelona, Editorial Labor, Segunda edición.
- **FOWKES, N.D.; LANDSBERG, J.J.** (1981). Optimal roots systems in terms of water uptake and movement. En: *Mathematics and Plant Physiology*. Academic Press, London, 109-125.
- **FRENCH, C.J.** (1990). Rooting Rhododendron “Anna Rose Whitney” cuttings as related to stem carbohydrate concentration. *HortScience*, 25: 409-411.
- **GIULIVO, C.** (1990). Interazioni tra nutrizione minerale e estado idrico della pianta e del terreno. *Rivista di frutticoltura*, 52 (4), 9-18.
- **GREENWOOD, D.J.; GERWITZ, A.; STONE, D.A.; BARNES, A.** (1982). Root development of vegetable crops. *Plant and soil*, 30, 205-214.
- **HAISSING, B.E.** (1982). Carbohydrate and amino acid concentrations during adventitious root primordium development in *Pinus banksiana* Lamb. Cutting. *For. Sci.*, 28: 813-821.

- **HAISSING, B.E.** (1990). Reduced irradiance and applied auxin influence carbohydrate relations in *Pinus banksiana* cuttings during propagation. *Physiologia Plantarum*, 78: 455–461.
- **HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T. and GENEVE, R.L.** (Eds.) (1997). *Plant Propagation: Principles and Practices*, Sixth Edition. Prentice-Hall, pp. 289
- **HÉCTOR M. CONESA, ÁNGEL FAZ and RAQUEL ARNALDOS** (2006). Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid Cartagena-La Unión mining district (SE Spain). *Science of the Total Environment* 366: 1-11.
- **HUGHES, K.A.; WILDE, R.H.** (1988). Rooty distributions and their interactions with the *soj* 1. *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand*, 18, 33-36.
- **JARVIS, B.C.** (1986). Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cutting. In: MB Jackson, ed. *New Root Formation in Plants and Cuttings*, 191-222.
- **JONATHAN L. HORTON, JANELLE L. CLARK** (2001). Water table decline alters growth and survival of *Salix gooddingii* and *Tamarix chinensis* seedlings. *Forest Ecology and Management* 140: 239-247
- **KHABOU, W. and DIRA, N.** (2000). Variation in the rooting of leafy ítem cuttings of olive varieties and clones (*Olea europaea* L.) cultivated in Tunisia. *Olivae*, 84: 47–49.
- **KLEIN, J.D.; COHEN, S. y HEBBE, I.** (2000). Seasonal variation on rooting ability ob myrtle (*Myrtus communis* L.) cuttings. *Scientia Horticulturae*, 83: 71–76.

- **LEE, A. and SUH, J.K.** (1997). Effect of media, plant growth regulators and hot water treatment on rooting of stem and root cuttings in *Ardisia* spp. *Journal of Korean Society for Horticultural Science*, 38: 546–550.
- **LIU, J.H. and REID, D.M.** (1992). Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings. IV The role of changes in endogenous free and conjugated indole-3 acetic acid. *Physiol. Plant.* 86: 285–292.
- **MEYER, W.S.; BARRS, H.D.** (1991). Roots in irrigated clay soils: Measurement Techniques and responses to rootzone conditions. *Irrigation Science*, 12, 125- 134.
- **MONCOUSIN, C.; FAVRE, J.M. and GASPAR, T.** (1998). Changes in peroxidase activity and endogenous IAA levels during adventitious root formation in vine cutting. In: MRS Kitacek, RS Bandurski and J Krekule, ed. *Biochemistry of Auxins in Plants*, 331-337. The Hague: SPB Academic Publishing.
- **MONTARONE, M., SAVIGNAC, D. and BEAREZ, P.** (1997). Effect of the position of cuttings along the mother stem on the rhizogenesis and the ramification in soilless cultivation. *Acta Horticulturae*, 453: 87-98
- **NORDSTRÖM, A.C. and ELIASSON, L.** (1984). Regulation of root formation by auxin-ethylene interaction in pea stem cuttings. *Physiol. Plant.* 61: 298–302.
- **OCHOA, J.** (2002). Optimización de la producción viverística de *Nerium oleander* L. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 32 – 34, 67, 95 – 96.
- **PAPAFOTIOU, M.; TRIANDAPHYLLOU, N.; CHRONOPOULUS, J. and MALOUPA, E.** (2000). Studies on propagation of species of the

xerophytic vegetation of Greece with potential use. *Acta Horticulturae*, 541: 269-272

- **PATIL, A.A., and SHIROL, A.M.** (1991). Studies on rooting of oleander cuttings. *South Indian Horticulture*, 39: 1, 48-53.
- **PICCIONI, E.; LANGARI, F.; STANDARDI, A. and CIRIBUCO, S.** (1996). Propagation by cuttings and containerized production of several woody species. *Informatore Agrario*, 52: 87–91.
- **ROWE, D.B.; BLAZICH, F.A. and WEIR, R.J.** (1999). Mineral nutrient and carbohydrate status of loblolly pine during mist propagation as influenced by stock plant nitrogen fertility. *HortScience*, 34: 1279–1285.
- **SHIN, H.K., CHUN, C.K. and CHOI, S.T.** (1988) Seasonal changes of rooting ability in herbaceous cutting of *Gypsophila paniculata* L. cv Bristol Fairy. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 29: 319-327.
- **SMALLEY, T.J.; DIRR, M.A.; ARMITAGE, A.M.; WOOD, B.W.; TESKEY, R.O. and SEVERSON, R.F.** (1991). Photosynthesis and leaf water, carbohydrate and hormone status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 116: 1052–1057.
- **SMITH, N.G. and WAREING, P. F.** (1972). The rooting of actively growing and dormant leafy cutting in relation to the endogenous hormone levels and photoperiod. *New Phytol*, 71: 483-500.
- **SMUCKER, A.J.M.; AIKEN, R.M.** (1992). Dynamic root responses to water deficits. *Soil Science*, 154, 281-289.

- **SVENSON, S.E.; DAVIES, F.T. y DURAY, S.A.** (1995). Gas exchange, water relations and dry weight partitioning during root initiation and development of poinsettia cuttings. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 120: 454–459.
- **TSCHAPLINSKI, T.J. and BLAKE, T.J.** (1989). Correlation between early root production, carbohydrate metabolism, and subsequent biomass production in hybrid poplar. *Can. J. Bot.* 67: 2168-2174.
- **VEIERSKOV, B.** (1988). Relation between carbohydrates and adventitious root formation. En: *Adventitious root formation in cuttings*. Davis, T.D.; Haissing, B.E. y Sankhla, N. (Eds.). Dioscorides Press, Portland, Oregon, pp. 70–78.
- **VEIERSKOV, B.; HANSEN, J. and ANDERSEN, S.** (1976). Influence of cotyledon excision and sucrose on root formation in pea cuttings. *Physiol. Plant.*, 36: 105–109.
- **WESTWOOD, M.N.** (1982). *Fruticultura en zonas templadas*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. Wiesman, Z. y Lavee, S. 1995. Enhancement of AIB stimulatory effect on rooting of olive cultivar stem cuttings. *Scientia Horticulturae* 62: 189-198.
- **WILD, A.** (1992). *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 4, 123-167
- **YOO, Y. K. and KIM, K.S.** (1996). Seasonal variation in rooting ability, plant hormones, carbohydrate, nitrogen, starch, and soluble sugar contents in cuttings of white forsythia (*Abeliophyllum distichum nakai*). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 37: 554-560

- **Y. ARBEL, A. YAIR, S. OZ** (2005). Effect of topography and water repellent layer on the non-uniform development of planted trees in a sandy arid area. *Journal of Arid Environments* 60: 67-81.
- **ZOBEL, R.W.** (1991). Root growth and development. En: *Rhizosphere and Plant Growth* (Keister, D.L. and Kregan, P.E. Eds.). Kluwer Academic Pub, Dordrecht, the Netherlands, 61-71.
- www.arbolesornamentales.com/multiplicacionvegetativa.htm
- www.arbolesornamentales.com/Tamaricaceae.htm
- www.bonsaiglobal.com/avanzados-8.php
- www.botanical-online.com/llavor.htm
- www.carm.es/cma/dgmn/esquema/indice.htm
- www.carm.es/siga/REVISTA/enclave_n5/html/altiplano.html
- www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Tama_fam.html
- www.gijon.es/Contenido.aspx?id=24517&area=301&leng=es
- www.incendiosforestales.org/subselvi_prev.asp
- www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/vegetacion_ribera/comunidades_riparias/tarayal.htm
- www.monografias.com/trabajos/lasemilla/lasemilla.shtml
- www.murcia.es/medio-ambiente/material/normativa/decreto.doc

- www.pta.es/pta/esp/parqueinfor/revIDEA/14/noticias13.html
- www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,a,0,m,1308&r=ReP-5139-DETALLE_REPORTAJES
- www.rjb.csic.es/floraiberica/floraiberica/texto/pdfs/03_067_01_Tamarix.pdf
- www.tamarisk.org/tamarisk/roots.html
- www.terra.es/personal/esparvel/pdfs/Esparvel%20Actua%202005.pdf.
- www.tinet.org/~ralturo/coscoja/arbol/tamarica/tgallica.htm
- www.ucm.es/BUCM/revistas/ghi/02119803/articulos/AGUC8686110185A.PDF
- www.uhoman.com/2002capicua/carabassi/taray.htm
- es.wikipedia.org/wiki/Semilla
- es.wikipedia.org/wiki/Esqueje
- es.wikipedia.org/wiki/Tamarix
- articulos.infojardin.com/plantas_de_interior/multiplicacion-reproduccion-plantas-2.htm
- [bibdigital.rjb.csic.es/Imágenes/F\(46\)Fl_Iber3/Fl_Iber3_499.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imágenes/F(46)Fl_Iber3/Fl_Iber3_499.pdf)
- personal.telefonica.terra.es/web/plantasdejardin/especial%20sobre%20esquejes/conceptos%20generales.htm

- conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/Fichas%20Tecnicas/Tamarix%20parviflora.pdf

7. ANEJOS

7.1. DATOS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA ESTAQUILLA Y DOSIS DE HORMONA ÓPTIMOS PARA EL MÁXIMO ENRAIZAMIENTO

Tratamiento	Réplica	Diámetro	Nº raíces	Peso raíz (g)	Nº yemas	Nº brotes	Long. (cm)	Peso brote (g)	Diámetro (mm)
1	1	1	4	0,0103	3	20	7,5	0,1667	15,44
1	1	1	8	0,036	5	14	17,8	0,3414	12,35
1	1	1	3	0,0276	7	21	16	0,308	12,46
1	1	1	3	0,011	4	16	14,3	0,2234	12,77
1	1	1	1	0,003	1	1	4,8	0,0493	11,51
1	1	1	3	0,0155	5	6	5,4	0,2022	15,75
1	1	1	2	0,0077	5	8	5	0,1419	15,62
1	1	1	2	-	4	6	5	0,1805	15,39
1	1	1	3	0,0725	8	16	16,3	0,2587	13,74
1	1	1	5	0,0242	11	18	14,5	0,1981	12,94
1	1	1	2	0,0343	2	6	19,6	0,2583	10,3
1	1	1	4	0,0537	4	7	23	0,3182	10,84
1	1	1	10	0,0638	4	5	10,5	0,4489	19,05
1	1	1	8	0,0515	6	10	20,6	0,2577	12,76

1	1	1	4	0,0557	2	2	14,4	0,2639	14,14
1	2	1	0	-	4	7	1	-	11,96
1	2	1	1	0,0338	4	9	4,9	0,1441	14,07
1	2	1	1	0,0034	3	3	2	0,0734	13,07
1	2	1	1	0,0125	3	3	4,5	0,132	13,64
1	2	1	2	0,0267	2	3	9,5	0,2133	14,06
1	2	1	6	0,0606	6	7	9,6	0,2532	13,32
1	2	1	0	-	1	1	1	-	14,07
1	2	1	0	-	4	4	1,1	-	12,52
1	2	1	1	0,0194	5	5	1,3	0,0467	11,68
1	2	1	3	0,0088	5	5	10,5	0,1625	9,33
1	2	1	1	0,0231	3	3	7	0,1874	11,56
1	2	1	0	-	1	1	0,8	-	17,72
1	2	1	3	0,0163	5	6	5,5	0,1194	14,47
1	2	1	1	0,0043	3	4	2	0,0891	12,8
1	2	1	0	-	6	6	2,7	-	15,69
1	3	1	2	0,0356	2	3	1,4	0,0387	15,44
1	3	1	4	0,0783	6	7	5,9	0,1875	15,52
1	3	1	2	0,0114	6	8	5,7	0,2272	12,6
1	3	1	3	0,0453	5	6	3	0,1197	13,37

1	3	1	2	0,0338	5	5	11,5	0,3344	11,4
1	3	1	1	-	2	2	2,2	0,0771	14,85
1	3	1	1	0,011	2	2	-	0,1365	12,4
1	3	1	2	0,0092	3	3	1,6	0,0464	17,64
1	3	1	2	0,0348	7	10	6,7	0,2476	12
1	3	1	0	-	5	5	0,9	-	11,17
1	3	1	1	-	5	5	2,2	0,046	9,11
1	3	1	1	0,0024	4	4	1	0,029	10,34
1	3	1	1	0,0478	4	7	7,1	0,162	11,67
1	3	1	3	0,0392	4	5	2,8	0,1079	14,3
1	3	1	2	0,0534	6	8	6,1	0,2338	11,91
1	4	2	1	0,0144	1	2	16	0,2535	5,69
1	4	2	6	0,042	5	5	18	0,4339	7,32
1	4	2	2	0,0126	-	6	6,5	0,1181	5,75
1	4	2	0	-	1	4	2,8	-	4,97
1	4	2	1	0,0036	-	6	5,1	0,2332	9,27
1	4	2	0	-	-	3	-	-	4,99
1	4	2	3	0,0136	1	9	8,5	0,149	8,5
1	4	2	0	-	-	4	1,9	0,3307	5,71
1	4	2	1	0,0059	1	4	5,5	-	5,81

1	4	2	0	-	-	5	1,5	0,2023	4,4
1	4	2	2	0,0016	-	5	3,6	-	6,2
1	4	2	0	-	-	4	2,3	0,1808	5,9
1	4	2	0	-	-	4	1,8	-	4,35
1	4	2	0	-	-	5	1,6	-	3,81
1	4	2	0	-	-	3	1,8	-	5,29
1	5	2	0	-	-	4	2	-	7,48
1	5	2	1	0,009	-	6	3,1	-	4,71
1	5	2	1	0,0345	9	9	12,4	0,2096	7,3
1	5	2	2	0,0125	-	4	6	0,1699	8,34
1	5	2	1	-	-	2	6,9	0,1069	7,76
1	5	2	1	0,0022	1	2	6,1	0,0716	4,04
1	5	2	4	0,0541	4	5	22	0,2724	7,77
1	5	2	1	0,0049		6	4,7	0,1563	5,39
1	5	2	2	0,0287	5	6	11,4	0,311	6,95
1	5	2	7	0,0486	7	7	-	0,3383	7,63
1	5	2	2	0,0047	-	3	4,2	0,0995	4,83
1	5	2	1	0,0032	-	2	4,5	0,095	5,56
1	5	2	0	-	-	5	2,6	-	6,01
1	5	2	0	-	5	6	2,6	-	5,73

1	5	2	0	-	-	-	-	-	5,93
1	6	2	1	0,0064	4	4	1,5	0,0612	5,07
1	6	2	2	0,0097	4	5	6	0,137	6,15
1	6	2	1	0,001	-	3	3,5	0,108	5,12
1	6	2	1	0,0012	-	2	5	0,0975	5,01
1	6	2	1	0,0012	7	7	5	0,1317	6,62
1	6	2	1	0,0016	-	4	3	0,1269	6,16
1	6	2	0	-	7	8	2,5	-	6,6
1	6	2	0	-	-	1	1,1	-	7,54
1	6	2	0	-	2	3	1	-	4,53
1	6	2	0	-	-	4	2,8	-	6,42
1	6	2	0	-	3	5	2,5	-	5,5
1	6	2	0	-	-	2	2,9	-	6,09
1	6	2	0	-	-	3	2,5	-	5,33
1	6	2	0	-	-	3	1,5	-	5,99
1	6	2	0	-	1	6	1,5	-	5,12
2	7	1	3	0,0417	8	13	8,7	0,3023	13,74
2	7	1	1	-	4	7	8,8	0,1192	11,3
2	7	1	5	0,0605	4	8	22	0,6763	11,09
2	7	1	1	0,0112	5	5	6,1	0,1582	10,24

2	7	1	4	0,0546	3	3	23,5	0,5159	10
2	7	1	7	-	9	12	12	0,5663	13,23
2	7	1	0	-	4	4	2,5	-	11,56
2	7	1	3	0,0655	3	7	22,3	0,501	11
2	7	1	6	0,1044	7	12	23,5	0,8378	12,8
2	7	1	0	-	4	4	1,2	-	11,44
2	7	1	5	0,0573	7	9	17	0,5489	10,89
2	7	1	2	0,0449	5	8	20,9	0,5936	12,91
2	7	1	0	-	3	3	2,8	-	9,79
2	7	1	4	0,0564	6	7	15	0,4604	13,48
2	7	1	0	-	4	4	2,5	-	10,96
2	8	1	4	-	6	9	17,8	-	11,03
2	8	1	1	-	3	4	4,1	-	11,13
2	8	1	3	0,025	5	6	9	0,2811	11,23
2	8	1	2	-	1	1	8,6	0,1184	10,58
2	8	1	1	-	1	1	6,6	0,0957	9,44
2	8	1	2	0,0307	4	4	22,5	0,4068	12,28
2	8	1	1	0,0191	4	4	5,6	0,1581	11,07
2	8	1	0	-	3	3	5,7	-	9,92
2	8	1	1	-	3	3	8,5	0,1797	12,11

2	8	1	3	-	6	11	7	0,2033	10,9
2	8	1	5	0,0452	5	6	23	0,6315	11,69
2	8	1	9	0,0537	13	20	19,2	0,7898	12,34
2	8	1	0	-	4	4	4	-	8,81
2	8	1	1	0,0236	4	6	18,9	0,3281	9,44
2	8	1	3	0,0539	7	8	17	0,5459	12,42
2	9	1	2	-	5	8	28	0,5066	11,57
2	9	1	0	-	4	4	8,5	-	12,55
2	9	1	4	0,0483	7	13	18,3	0,6716	12,45
2	9	1	3	0,0267	3	5	25	0,4585	12,42
2	9	1	3	0,0285	3	5	24,5	0,5865	12,54
2	9	1	2	0,0109	7	10	13,6	0,3725	12,27
2	9	1	3	0,0217	5	7	16,3	0,3416	12,14
2	9	1	3	0,0527	3	5	18,8	0,3739	12,59
2	9	1	1	0,0315	6	7	30	0,5302	13,39
2	9	1	1	0,0232	3	3	14	0,3941	11,52
2	9	1	6	0,0467	5	12	32	0,8185	13,78
2	9	1	3	0,031	5	11	24	0,5573	10,77
2	9	1	1	0,0034	1	3	20	0,3484	11,23
2	9	1	2	0,0158	9	12	11,4	0,321	14,58

2	9	1	0	-	2	3	6	-	12,09
2	10	2	3	0,0222	5	6	7,5	0,1511	7,15
2	10	2	1	0,011	1	3	10,9	0,1842	5,44
2	10	2	0	-	3	3	0,5	-	7,23
2	10	2	2	0,0161	6	6	9,5	0,2503	7,54
2	10	2	0	-	-	2	1,1	-	5,6
2	10	2	0	-	-	-	-	-	5,75
2	10	2	1	0,0027	5	5	2	0,1656	7,54
2	10	2	0	-	-	-	-	-	3,86
2	10	2	0	-	-	2	1,3	-	6
2	10	2	0	-	-	1	0,9	-	7,7
2	10	2	1	0,0064	4	4	5	0,1769	6,08
2	10	2	0	-	-	2	1,3	-	5,16
2	10	2	1	0,0058	-	8	2,2	0,1553	5,36
2	10	2	9	0,0256	-	6	14	0,313	7,87
2	10	2	1	0,0248	3	3	12,5	0,2927	7,51
2	11	2	4	0,017	5	7	10	0,2785	6,1
2	11	2	0	-	-	5	1,7	-	5,78
2	11	2	1	0,0073	5	5	8	0,2686	9,86
2	11	2	0	-	2	2	0,5	-	3,91

2	11	2	0	-	1	2	2,5	-	6,01
2	11	2	2	0,017	5	5	5,5	0,1389	6,11
2	11	2	1	0,0073	-	2	6	0,1268	5,03
2	11	2	0	-	2	2	3	-	4,5
2	11	2	3	0,0473	7	9	11,6	0,2639	5,24
2	11	2	1	0,0065	5	7	3	0,2303	6,45
2	11	2	1	0,0026	-	2	4	0,1017	4,98
2	11	2	3	0,0421	5	6	10,5	0,2818	7,37
2	11	2	3	0,0191	5	6	13	0,2678	6,75
2	11	2	0	-	5	5	3,2	-	8,16
2	11	2	0	-	-	3	2,3	-	6,99
2	12	2	1	0,0118	2	3	5,5	0,2094	6,11
2	12	2	0	-	2	4	4	-	7,38
2	12	2	0	-	6	7	3,1	-	7,1
2	12	2	3	0,0203	4	5	12	0,3198	7,87
2	12	2	0	-	-	2	3,1	-	6,47
2	12	2	2	0,0278	2	3	11,7	0,3635	7,2
2	12	2	1	0,0023	3	4	3,5	0,1578	9,09
2	12	2	0	-	-	3	2,2	-	6,62
2	12	2	2	-	-	4	-	-	6,65

2	12	2	2	0,0084	-	4	6,6	0,3088	7,21
2	12	2	0	-	-	3	-	-	5,43
2	12	2	0	-	5	9	5	-	6,18
2	12	2	1	0,0021	4	5	4	0,1002	8,17
2	12	2	0	-	-	3	3	-	8,47
2	12	2	0	-	-	3	3,8	-	5,66
3	13	1	4	0,0557	5	5	7	0,3219	12,72
3	13	1	2	0,0109	5	7	4,6	0,1488	13,34
3	13	1	0	-	-	-	-	-	15,23
3	13	1	2	0,0147	5	8	2,8	0,0654	15,22
3	13	1	0	-	3	3	6	-	13,3
3	13	1	1	0,0265	4	5	4,5	0,1534	11,87
3	13	1	4	0,0262	5	5	12	0,2561	14,37
3	13	1	0	-	5	6	1,1	-	14,16
3	13	1	3	0,0222	3	3	6	0,1219	12,32
3	13	1	2	0,0559	4	5	17,3	0,3499	12,12
3	13	1	4	0,04	6	7	11	0,2889	13,88
3	13	1	2	-	6	7	9,6	0,2456	11,18
3	13	1	2	0,0162	4	4	5,9	0,2044	13,83
3	13	1	1	0,037	5	5	14	0,3533	13,75

3	13	1	2	0,0286	4	4	6	0,1746	14,54
3	14	1	2	0,0231	1	3	4,9	0,1105	10,96
3	14	1	2	0,0302	5	6	6,2	0,134	13,33
3	14	1	2	0,0126	4	4	4,5	0,1244	12,86
3	14	1	3	0,0269	5	5	3	0,1047	13,54
3	14	1	1	-	1	2	2,5	0,0583	16,25
3	14	1	2	0,0283	4	4	7,5	0,1742	12,62
3	14	1	1	-	4	4	5,1	0,1231	11,33
3	14	1	1	0,0182	3	3	15,7	0,2872	13,59
3	14	1	0	-	4	6	4,4	0,3439	13,13
3	14	1	1	0,0108	1	3	1	0,0326	13,55
3	14	1	2	0,068	4	5	0,3	-	15,42
3	14	1	1	0,0482	5	6	9	0,3646	15,86
3	14	1	1	0,0177	4	4	16,4	0,375	11,98
3	14	1	6	0,0318	4	5	4	0,1572	13,43
3	14	1	1	0,0083	2	3	0,5	-	12,61
3	15	1	2	0,0354	4	4	6,9	0,2182	13,83
3	15	1	5	0,0171	5	13	19,5	0,1889	12,9
3	15	1	4	0,0492	6	6	4,3	0,1571	12,56
3	15	1	2	0,0224	4	4	13,6	0,4088	10,36

3	15	1	3	0,0258	6	6	13,1	0,375	11,18
3	15	1	8	0,0382	8	23	15,5	0,362	11,43
3	15	1	6	0,0312	7	25	14,4	0,4446	15,05
3	15	1	5	0,0326	7	31	17,8	0,1271	15,09
3	15	1	2	0,0101	5	5	3,5	-	11,64
3	15	1	5	0,0301	7	10	15,2	0,1937	12,21
3	15	1	1	-	1	1	1,3	-	11,9
3	15	1	0	-	1	1	2,2	-	11,72
3	15	1	5	0,0556	7	28	25	0,5695	11,36
3	15	1	2	0,019	4	4	7	0,2937	11,63
3	15	1	3	0,0463	7	22	18,6	0,3243	11,27
3	16	2	3	0,0317	5	5	7,6	0,2393	9,46
3	16	2	1	0,0091	2	3	13,2	0,348	7,71
3	16	2	3	0,0169		6		0,1342	7,97
3	16	2	1	0,0205	5	5	14	0,2354	9,97
3	16	2	2	0,0122	-	7	11,5	0,422	9,42
3	16	2	2	0,0188	3	4	3,6	0,0172	7,4
3	16	2	0	-	4	4	3,6	-	10,74
3	16	2	0	-	-	3	2,1	-	8,63
3	16	2	0	-	-	4	2,6	-	6,2

3	16	2	0	-	-	5	2	-	6,52
3	16	2	2	0,0069	-	4	6,2	0,2423	6,25
3	16	2	0	-	3	3	3	-	6,62
3	16	2	2	0,0063	-	3	6,4	0,2406	6,63
3	16	2	2	0,079	2	3	6	0,1653	7,82
3	16	2	1	0,0119	4	4	7,1	0,1966	7,63
3	17	2	9	0,0798	5	6	21,2	0,5651	9,83
3	17	2	4	0,0283	5	5	16,7	0,3875	7,92
3	17	2	2	0,0058	-	4	5	0,2812	7,73
3	17	2	4	0,0222	4	9	7,2	0,2501	8,2
3	17	2	1	0,0255	3	4	16	0,3126	5,93
3	17	2	1	0,0224	5	6	10,6	0,2803	8,44
3	17	2	3	0,0204	4	4	14	0,1977	5,2
3	17	2	4	0,0396	5	8	10,7	0,2866	7,19
3	17	2	2	0,005	-	3	5,5	0,1777	6,75
3	17	2	1	0,0097	3	5	6	0,2166	6,49
3	17	2	1	0,0064	1	4	12,7	0,1263	4,47
3	17	2	1	0,0077	4	4	9,5	0,2404	8,52
3	17	2	0	-	3	3	3,5	-	7,98
3	17	2	1	0,0018	-	5	4,6	0,2268	6,42

3	17	2	2	0,0011	-	4	3	0,0959	4,51
3	18	2	2	0,0374	5	5	10	0,2481	8,34
3	18	2	3	0,014	2	8	8,1	0,2494	7
3	18	2	0	-	1	5	9,5	-	5,76
3	18	2	2	0,0372	6	8	11,4	0,2501	7,58
3	18	2	3	0,0275	3	4	14	0,4998	9,96
3	18	2	5	0,0167	2	5	15,4	0,2115	5,39
3	18	2	2	0,0761	5	5	4,6	0,233	10,21
3	18	2	0	-	3	8	2	-	7,38
3	18	2	3	0,0201	2	3	9	0,2043	7,13
3	18	2	2	0,011	-	4	6	0,2226	6,55
3	18	2	1	0,0064	-	4	7,5	0,335	7,35
3	18	2	3	0,0084	5	5	5,4	0,2143	8,13
3	18	2	0	-	3	3	3,5	-	6,57
3	18	2	1	-	3	3	5	-	9,38
3	18	2	1	-	-	2	2,6	-	4,89

Tratamiento	Réplica	Diámetro	Longitud (cm)	Área superficial (cm ²)	Volumen (cm ³)	Puntas	L: 0 - 0,50	L: 0,50 - 1	L: 1 - 1,50	L: 1,50 - 2	L: >2
1	1	1	55,4198	9,0095	0,117	213	222,1265	435,1265	1,0628	436,1893	0,2294
1	1	1	283,9469	33,0498	0,306	770	803,3558	1573,3558	2,5387	1575,8945	1,1764
1	1	1	222,534	28,2783	0,286	633	661,5643	1294,5643	4,9859	1299,5502	2,5025
1	1	1	482,049	53,7401	0,477	1177	1231,2171	2408,2171	8,1875	2416,4046	3,7849
1	1	1	145,1037	18,3192	0,184	431	449,5032	880,5032	3,0929	883,5961	1,3834
1	3	1	84,1895	14,2836	0,193	117	131,4766	248,4766	5,376	253,8526	0,6724
1	2	1	109,5088	20,8047	0,315	219	240,1197	459,1197	5,7076	464,8273	2,7583
1	2	1	26,1768	5,6658	0,098	63	68,7638	131,7638	1,7421	133,5059	0,3215
1	2	1	22,8804	4,2179	0,062	67	71,2799	138,2799	0,5701	138,85	0,0687
1	2	1	95,2847	16,0808	0,216	271	287,2968	558,2968	4,5257	562,8225	1,447
1	3	1	115,7243	21,1377	0,307	145	166,4447	311,4447	6,3593	317,804	0,8649
1	3	1	26,2034	4,7945	0,07	40	44,8645	84,8645	1,5414	86,4059	0,4769
1	3	1	113,3528	19,6063	0,27	110	129,8763	239,8763	6,8602	246,7365	1,2493
1	3	1	19,0834	3,551	0,053	36	39,604	75,604	0,6969	76,3009	0,1809
1	3	1	136,0481	20,2185	0,239	238	258,4575	496,4575	4,6522	501,1097	2,0418
2	7	1	405,6981	48,7568	0,466	920	969,2228	1889,2228	8,5748	1897,7976	8,0642
2	7	1	247,8915	34,9749	0,393	561	596,3679	1157,3679	5,7117	1163,0796	3,7905

2	7	1	340,2103	44,2366	0,458	536	580,6946	1116,6946	10,2556	1126,9502	3,8466
2	7	1	212,1907	35,763	0,48	440	476,243	916,243	6,9159	923,1589	7,7711
2	7	1	216,6309	31,6457	0,368	424	456,0137	880,0137	6,5446	886,5583	2,5061
2	8	1	392,9386	54,9336	0,611	579	634,5446	1213,5446	15,1745	1228,7191	4,7193
2	8	1	303,8444	37,3671	0,366	870	907,7331	1777,7331	6,6316	1784,3647	1,7108
2	8	1	240,1701	37,9806	0,478	406	444,4586	850,4586	10,3442	860,8028	5,4087
2	8	1	176,8253	27,7773	0,347	421	449,1243	870,1243	8,0667	878,191	2,5852
2	8	1	182,1045	22,7234	0,226	525	547,9494	1072,9494	4,2676	1077,217	1,6773
2	9	1	275,8949	35,8881	0,371	764	800,2591	1564,2591	7,7537	1572,0128	2,1242
2	9	1	359,4433	46,2747	0,474	1225	1271,7487	2496,7487	7,7929	2504,5416	4,7586
2	9	1	261,9941	36,322	0,401	585	621,723	1206,723	10,0622	1216,7852	4,0401
2	9	1	179,6354	23,9174	0,253	242	266,1704	508,1704	5,0748	513,2452	2,6263
2	9	1	147,6107	21,7458	0,255	329	351,0008	680,0008	5,3047	685,3055	1,6421
3	13	1	89,8953	15,8891	0,223	144	160,1121	304,1121	7,5248	311,6369	0,6853
3	13	1	190,5019	29,6083	0,366	435	464,9743	899,9743	7,2927	907,267	4,3868
3	13	1	121,4544	19,1843	0,241	245	264,4253	509,4253	7,2909	516,7162	1,3868
3	13	1	317,1337	48,7127	0,595	635	684,3077	1319,3077	11,1026	1330,4103	7,7729
3	13	1	132,2925	15,1666	0,138	380	395,3046	775,3046	3,0321	778,3367	1,099
3	14	1	58,2943	11,9957	0,196	211	223,1917	434,1917	4,0144	438,2061	1,9293
3	14	1	67,0838	11,7075	0,163	240	251,8705	491,8705	3,1428	495,0133	0,2516

3	14	1	129,1996	20,8369	0,267	224	245,1039	469,1039	5,7389	474,8428	3,2135
3	14	1	118,1317	19,2277	0,249	273	292,4767	565,4767	5,097	570,5737	1,8136
3	14	1	97,169	17,584	0,253	264	281,837	545,837	4,2675	550,1045	3,8134
3	15	1	89,19	12,2704	0,134	206	218,4044	424,4044	1,9547	426,3591	2,0999
3	15	1	115,7693	16,8836	0,196	329	346,0796	675,0796	6,6924	681,772	2,1614
3	15	1	93,0331	16,6391	0,237	163	179,8761	342,8761	3,712	346,5881	0,45
3	15	1	156,7914	21,9846	0,245	318	340,2296	658,2296	5,2949	663,5245	0,7795
3	15	1	155,0658	25,0034	0,321	331	356,3244	687,3244	4,7169	692,0413	1,3025
1	4	2	132,0065	16,6796	0,168	225	241,8476	466,8476	5,063	471,9106	0,3859
1	4	2	346,0868	45,6066	0,478	764	810,0846	1574,0846	7,4155	1581,5001	7,0187
1	4	2	101,9635	12,7058	0,126	254	266,8318	520,8318	1,5312	522,363	0,0899
1	4	2	30,2949	7,1937	0,136	96	103,3297	199,3297	4,4523	203,782	0,1406
1	4	2	36,3965	5,6662	0,07	227	232,7362	459,7362	0,9757	460,7119	0,9773
1	5	2	161,4526	27,0895	0,362	276	303,4515	579,4515	9,923	589,3745	2,8723
1	5	2	71,5353	9,8379	0,108	111	120,9459	231,9459	1,8437	233,7896	0,9517
1	5	2	29,0061	4,6726	0,06	100	104,7326	204,7326	1,5699	206,3025	0,1512
1	5	2	26,1547	4,0608	0,05	68	72,1108	140,1108	1,2076	141,3184	0
1	5	2	330,4292	45,4874	0,498	1035	1080,9854	2115,9854	15,0548	2131,0402	4,5628
1	6	2	33,4502	6,2665	0,093	55	61,3595	116,3595	4,8285	121,188	0,0127
1	6	2	80,761	9,8973	0,097	193	202,9943	395,9943	1,8854	397,8797	0,6506

1	6	2	7,3073	0,9394	0,01	32	32,9494	64,9494	0,0592	65,0086	0
1	6	2	4,7829	0,7072	0,008	22	22,7152	44,7152	0,0137	44,7289	0
2	10	2	96,5615	16,0123	0,211	109	125,2233	234,2233	3,4339	237,6572	0,6948
2	10	2	55,1612	8,7426	0,11	97	105,8526	202,8526	2,7613	205,6139	0,6938
2	10	2	96,0039	12,6909	0,134	192	204,8249	396,8249	2,4164	399,2413	0,102
2	10	2	20,2055	4,641	0,085	70	74,726	144,726	1,6709	146,3969	0,1056
2	10	2	177,1988	24,2719	0,265	345	369,5369	714,5369	4,2024	718,7393	1,5545
2	11	2	17,3438	3,1074	0,044	37	40,1514	77,1514	0,3373	77,4887	0,0359
2	11	2	381,3103	48,5184	0,491	539	588,0094	1127,0094	11,8079	1138,8173	4,4082
2	11	2	169,5186	23,5989	0,261	436	459,8599	895,8599	7,0335	902,8934	1,8573
2	11	2	275,5537	39,7845	0,457	641	681,2415	1322,2415	9,2915	1331,533	7,1167
2	11	2	22,1884	4,3512	0,068	40	44,4192	84,4192	0,4908	84,91	0,2305
2	12	2	60,7911	9,3122	0,114	267	276,4262	543,4262	1,3935	544,8197	0,5363
2	12	2	136,4076	23,6127	0,325	282	305,9377	587,9377	5,4763	593,414	3,5426
2	12	2	48,565	6,9312	0,079	304	311,0102	615,0102	0,7983	615,8085	0,1032
2	12	2	102,4724	13,9632	0,151	337	351,1142	688,1142	2,3152	690,4294	0,9761
3	16	2	146,3729	23,1715	0,292	277	300,4635	577,4635	4,786	582,2495	2,5561
3	16	2	97,9327	14,9859	0,182	228	243,1679	471,1679	4,2927	475,4606	0,6393
3	16	2	71,8486	9,2763	0,095	130	139,3713	269,3713	1,7107	271,082	0,4945
3	16	2	58,2902	8,7292	0,104	150	158,8332	308,8332	2,0383	310,8715	0,5143

3	16	2	47,7704	9,5077	0,151	202	211,6587	413,6587	1,9418	415,6005	2,3744
3	17	2	577,0415	72,0417	0,716	1305	1377,7577	2682,7577	19,265	2702,0227	5,0549
3	17	2	205,3915	33,1935	0,427	539	572,6205	1111,6205	13,8393	1125,4598	4,4813
3	17	2	89,7924	15,6426	0,217	325	340,8596	665,8596	5,8087	671,6683	1,8101
3	17	2	137,1253	21,5046	0,268	434	455,7726	889,7726	5,7224	895,495	2,4921
3	17	2	143,1231	19,6137	0,214	526	545,8277	1071,8277	4,8777	1076,7054	0,3689
3	18	2	283,1259	51,0475	0,732	675	726,7795	1401,7795	12,5286	1414,3081	10,9297
3	18	2	226,0054	33,7849	0,402	340	374,1869	714,1869	5,7413	719,9282	5,1661
3	18	2	318,4277	39,6438	0,393	542	582,0368	1124,0368	12,937	1136,9738	3,5489
3	18	2	162,3294	23,2845	0,266	484	507,5505	991,5505	7,0499	998,6004	0,8481
3	18	2	51,7861	12,4121	0,237	235	247,6491	482,6491	5,3776	488,0267	0,1426

7.2. DATOS PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL ENRAIZAMIENTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE LA ESTACA

Tratamiento	Réplica	Profundidad	Nº raíces	Peso raíz (g)	Nº yemas	Nº brotes	Long. (cm)	Peso brote (g)	Diámetro (mm)
1	1	0	1	0,0026	0,0026	12	5	0,0908	14,59
1	1	0	5	0,0578	0,0578	6	27,2	0,9022	13,05
1	1	0	2	0,0356	0,0356	5	12,5	0,2794	13
1	1	0	2	0,0025	0,0025	9	9,3	0,1583	14,84
1	1	0	2	0,0071	0,0071	5	14	0,2203	15
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	-

1	2	0	1	-	-	1	4,6	-	12,39
1	2	0	1	-	-	2	6,3	-	13,91
1	2	0	1	0,0008	0,0008	no	no	-	13,45
1	2	0	1	0,0046	0,0046	no	no	-	14,42
1	2	0	3	0,0246	0,0246	2	18,2	0,1386	14,73
1	2	0	2	0,0018	0,0018	11	8	0,1469	15,25
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	2	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	2	0,0027	0,0027	8	9,1	0,1853	14,63
1	3	0	1	0,0056	0,0056	1	10,7	0,1172	14,55
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-

1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	3	0	-	-	-	-	-	-	-
1	4	1	8	0,0168	5	5	26,7	0,2976	14,56
1	4	1	1	0,0035	1	1	17,5	0,1308	11,66
1	4	1	4	0,003	4	6	4,3	0,0735	14,66
1	4	1	1	0,0003	3	5	15,7	0,2344	11,41
1	4	1	1	0,0026	1	1	11,2	0,0776	12,6
1	4	1	1	0	2	4	11,4	0,0876	10,66
1	4	1	4	-	3	4	11	-	12,49
1	4	1	1	-	1	2	2,5	-	12,84
1	4	1	3	0,0267	3	8	2,5	0,6867	12,09
1	4	1	-	-	-	-	-	-	-

1	4	1	-	-	-	-	-	-	-
1	4	1	-	-	-	-	-	-	-
1	4	1	-	-	-	-	-	-	-
1	4	1	-	-	-	-	-	-	-
1	4	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	1	0,0157	3	3	18,1	0,1895	13,26
1	5	1	4	0,0017	3	4	8	0,0368	11,36
1	5	1	3	-	-	-	-	-	13,3
1	5	1	4	0,0262	3	3	20	0,4948	15,22
1	5	1	4	0,0442	2	2	16,5	0,2289	14,09
1	5	1	3	-	1	1	2	-	15,5
1	5	1	8	0,0174	3	3	29,6	0,4459	15,18
1	5	1	7	0,0695	3	3	28,5	0,6174	17,35
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
1	5	1	-	-	-	-	-	-	-

1	6	1	1	0,0006	4	7	7,8	0,1757	15,73
1	6	1	3	-	4	4	4,5	-	14,05
1	6	1	5	0,0258	4	8	12	0,3493	12,73
1	6	1	11	0,012	3	6	19,9	0,303	13,46
1	6	1	3	0,0149	1	2	26,7	0,3998	13,77
1	6	1	3	-	5	6	14,8	0,21	13,19
1	6	1	-	0,0041	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
1	6	1	-	-	-	-	-	-	-
2	7	0	1	-	-	-	-	-	14,78
2	7	0	2	0,0095	4	4	19,3	0,254	14,71
2	7	0	3	0,0125	7	11	16,5	0,2581	14
2	7	0	1	-	1	1	1,6	-	12,3
2	7	0	2	0,0031	4	5	7,7	0,0903	13,34

2	7	0	2	0,0045	-	-	-	-	14
2	7	0	4	0,0368	10	11	21,9	0,8019	14,17
2	7	0	2	0,0068	7	8	12,4	0,1338	12,78
2	7	0	4	0,0296	4	6	29,2	0,4327	12,74
2	7	0	2	0,0157	4	4	16,5	0,3326	14,19
2	7	0	4	0,0349	3	7	30,9	0,7895	15,01
2	7	0	1	0,007	6	8	13,5	0,2353	13,48
2	7	0	-	-	-	-	-	-	-
2	7	0	-	-	-	-	-	-	-
2	7	0	-	-	-	-	-	-	-
2	8	0	4	0,0106	3	5	24,5	0,5439	12,54
2	8	0	2	0,009	3	4	20,6	0,3169	10,81
2	8	0	3	0,0112	5	5	16	0,1726	15,28
2	8	0	1	0,0362	5	5	22,2	0,3828	15,26
2	8	0	1	0,0797	6	6	-	-	12,76
2	8	0	3	0,0441	5	9	36,4	0,9644	12,8
2	8	0	2	0,0043	5	7	37,5	0,7103	13,5
2	8	0	3	0,0287	3	4	14,8	0,2014	10,77
2	8	0	2	-	3	5	18	0,3438	10,99
2	8	0	2	0,0027	12	16	12	-	16,82

2	8	0	3	0,098	2	2	14,2	0,3145	17,27
2	8	0	3	-	2	2	14,5	-	17,27
2	8	0	-	-	-	-	-	-	-
2	8	0	-	-	-	-	-	-	-
2	8	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	2	0,0219	3	3	18,4	0,1442	13,82
2	9	0	5	0,0349	8	8	30,5	0,6458	15,63
2	9	0	3	0,0179	4	4	19	0,2932	13,04
2	9	0	4	0,0307	5	5	25,7	0,572	11,4
2	9	0	4	0,0451	4	7	20,7	0,4874	14,2
2	9	0	2	0,0154	-	-	-	-	13,04
2	9	0	2	0,0445	5	5	28,6	0,499	12,91
2	9	0	4	0,0131	5	5	17,2	0,214	14,16
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-
2	9	0	-	-	-	-	-	-	-

2	10	1	2	-	1	1	5,4	-	11,93
2	10	1	2	0,0102	4	9	19,5	0,3148	14
2	10	1	3	0,015	4	6	23,6	0,4562	13,4
2	10	1	2	0,0078	2	2	19	0,1809	13,16
2	10	1	6	0,0516	3	3	35,1	0,6507	15,73
2	10	1	5	0,0199	2	6	3,1	0,0656	13,76
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	10	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	1	0,0009	2	3	4,5	0,047	14,81
2	11	1	1	-	2	2	1,7	-	13,46
2	11	1	2	0,0052	1	1	18,6	0,245	14,77
2	11	1	3	0,0057	4	7	19,4	0,3023	14,52
2	11	1	6	0,0688	5	6	19,2	0,5584	14,63

2	11	1	5	0,0367	4	6	23,6	0,4267	12,87
2	11	1	4	0,0228	5	5	12,8	0,3225	12,88
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	11	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	1	0,0056	2	5	17	0,3035	12,99
2	12	1	4	0,0022	2	4	19	0,1277	15,04
2	12	1	1	0,0138	2	3	1,6	0,3578	13,19
2	12	1	5	0,0031	2	4	18,5	0,0321	12,04
2	12	1	3	-	4	5	10,8	-	13,49
2	12	1	7	0,0063	2	2	17	0,2581	14,87
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-

2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-
2	12	1	-	-	-	-	-	-	-

Tratamiento	Réplica	Profundidad	Longitud (cm)	Área superficial (cm ²)	Volumen (cm ³)	Puntas	L: 0 - 0,50	L: 0,50 - 1	L: 1 - 1,50	L: 1,50 - 2	L: >2
1	1	0	25,6827	2,5877	0,021	54	54	54	0,2717	54,2717	0,091
1	1	0	48,0633	6,7348	0,075	90	90	90	1,5013	91,5013	1,6978
1	1	0	307,7932	31,7694	0,261	1260	1260	1260	11,4203	1271,4203	2,4504
1	2	0	48,6317	4,7491	0,037	149	149	149	0,3933	149,3933	0,9847
1	2	0	253,8168	26,0193	0,212	899	899	899	8,8844	907,8844	2,9737
1	2	0	7,7184	0,855	0,008	9	9	9	0,0624	9,0624	0
1	3	0	14,7528	1,5961	0,014	37	37	37	0	37	0,018
1	3	0	48,3444	5,2706	0,046	214	214	214	1,3389	215,3389	0,4948
1	4	1	102,4085	12,3643	0,119	349	349	349	2,4855	351,4855	1,3676
1	4	1	14,2282	2,4944	0,035	41	41	41	1,2107	42,2107	0,018
1	4	1	96,2174	14,3229	0,17	247	247	247	7,4632	254,4632	0,8186
1	5	1	87,8048	13,1053	0,156	109	109	109	6,1896	115,1896	1,6832
1	5	1	172,458	23,4059	0,253	640	640	640	12,9089	652,9089	2,2706
1	5	1	205,9345	35,6063	0,49	470	470	470	19,1541	489,1541	10,3384
1	6	1	26,1982	3,7409	0,043	78	78	78	0,6363	78,6363	0,1915
1	6	1	137,4292	18,2888	0,194	492	492	492	9,1573	501,1573	1,5031

1	6	1	58,5098	8,3023	0,094	133	133	133	2,0389	135,0389	0,3518
2	7	0	265,2609	36,7933	0,406	1043	1043	1043	8,5035	1051,5035	5,9923
2	7	0	159,2746	16,7298	0,14	466	466	466	4,3379	470,3379	1,016
2	7	0	462,106	52,5045	0,475	1356	1356	1356	19,8214	1375,8214	6,3833
2	8	0	271,0048	36,9285	0,4	561	561	561	21,0254	582,0254	6,3873
2	8	0	402,8876	51,1547	0,517	836	836	836	20,1562	856,1562	6,8302
2	8	0	331,0311	34,3315	0,283	1255	1255	1255	13,2257	1268,2257	2,3428
2	9	0	379,0613	40,4262	0,343	1943	1943	1943	13,8228	1956,8228	3,547
2	9	0	348,7286	35,2119	0,283	1891	1891	1891	8,2581	1899,2581	3,8388
2	9	0	223,0457	23,3899	0,195	774	774	774	7,8979	781,8979	4,5184
2	10	1	86,4039	9,1123	0,076	278	278	278	2,4483	280,4483	0,6454
2	10	1	107,7202	12,6628	0,118	505	505	505	4,2862	509,2862	3,6235
2	10	1	94,2032	10,9061	0,1	288	288	288	4,9909	292,9909	0,6225
2	11	1	31,3385	3,0548	0,024	84	84	84	0,3478	84,3478	0,018
2	11	1	352,7061	40,9106	0,378	1328	1328	1328	14,4771	1342,4771	4,4416
2	11	1	144,4332	18,7702	0,194	404	404	404	8,7991	412,7991	3,2969
2	12	1	78,1083	12,7947	0,167	230	230	230	5,0392	235,0392	3,6033
2	12	1	38,6802	4,659	0,045	155	155	155	1,3035	156,3035	0,1216
2	12	1	59,2682	6,7007	0,06	278	278	278	2,7258	280,7258	0,6853