

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Parte introductoria

Título de la tesis	i
Hoja de legalización del proyecto.....	ii
Certificación del Director y Codirector	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Índice de Contenidos	vi
Listado de Tablas.....	viii
Listado de Cuadros	xix
Listado de Figuras.....	xx
Listado de Anexos.....	xxv
Resumen.....	xxvi
Abstract.....	xxvii

Cuerpo de la tesis

Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Formulación del problema	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Marco teórico	5
1.4.1 Características generales de la especie en estudio	5
1.4.2 Cultivo in vitro	20
1.4.3 Tipos de propagación in vitro.....	20
1.4.4 Etapas de la micropropagación clonal in vitro	31
1.4.5 Factores que influyen en el cultivo in vitro	37
1.5 Sistema de hipótesis.....	46
Capítulo 2 Materiales y métodos	47
2.1 Ubicación geográfica de la investigación	47
2.2 Cultivo de embriones	47
2.2.1 Selección y colecta de semillas de piñón	47

2.2.2 Fase de imbibición.....	48
2.2.3 Fase de desinfección.....	49
2.2.4 Prueba de viabilidad mediante tinción con TZ.....	51
2.2.5 Tratamientos pregerminativos	53
2.2.6 Evaluación del desarrollo embrionario.....	54
2.3 Micropropagación de yemas apicales adultas de piñón	63
2.3.1 Selección y colecta del material vegetal.....	63
2.3.2 Fase de desinfección.....	64
2.3.3 Fase de inducción de brotes.....	69
2.3.4 Fase de multiplicación de brotes	74
Capítulo 3 Resultados	77
3.1 Cultivo de embriones	77
3.1.1 Fase de desinfección.....	77
3.1.2 Prueba de viabilidad mediante tinción	86
3.1.3 Tratamientos pregerminativos	87
3.1.4 Evaluación del desarrollo embrionario.....	88
3.2 Micropropagación de yemas apicales adultas de piñón	125
3.2.1 Fase de desinfección.....	125
3.2.2 Fase de inducción de brotes.....	138
3.2.3 Fase de multiplicación de brotes	147
Capítulo 4 Discusión.....	151
4.1 Cultivo de embriones	151
4.1.1 Desinfección y viabilidad	151
4.1.2 Tratamientos pregerminativos	153
4.1.3 Evaluación del desarrollo embrionario.....	154
4.2 Micropropagación de yemas apicales adultas de piñón	167
4.2.1 Desinfección y viabilidad	167
4.2.2 Fuente de material vegetal	169
4.2.3 Fase de inducción de brotes.....	170
4.2.4 Fase de multiplicación de brotes	173
Capítulo 5 Conclusiones	176
Capítulo 6 Recomendaciones	180
Capítulo 7 Bibliografía	181
ANEXOS	192

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Diferentes tratamientos de desinfección aplicados a semillas de piñón antes de la extracción del embrión.....	49
Tabla 2.2 Escala de viabilidad establecida para la tinción con TZ de embriones de piñón	52
Tabla 2.3 Tratamientos pregerminativos utilizados en el cultivo de embriones de piñón	53
Tabla 2.4 Tratamientos aplicados para la evaluación del desarrollo embrionario de piñón	54
Tabla 2.5 Escala establecida para evaluar la longitud del sistema radical	57
Tabla 2.6 Tratamientos aplicados para la evaluación de reguladores de crecimiento en el desarrollo embrionario de piñón.....	60
Tabla 2.7 Escala establecida para evaluar el grosor del tallo de las plántulas de piñón	61
Tabla 2.8 Escala establecida para evaluar la formación de callo en las plántulas de piñón	62
Tabla 2.9 Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo en la vía El Carmen – Pedernales, provincia de Manabí y en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador, 2009	64
Tabla 2.10 Diferentes tratamientos aplicados para la desinfección de yemas apicales de piñón colectadas de plantas de campo	67
Tabla 2.11 Escala establecida para evaluar la viabilidad de las yemas de piñón luego de la desinfección	68
Tabla 2.12 Diferentes tratamientos utilizados en la inducción y desarrollo de brotes a partir de yemas apicales de piñón	70
Tabla 2.13 Evaluación del uso de brasinolida en los tratamientos para la inducción de brotes en yemas de piñón.....	73
Tabla 2.14 Escala establecida para evaluar la formación de callo en yemas de piñón	74
Tabla 2.15 Tratamientos evaluados para la multiplicación de brotes en yemas inducidas de piñón.....	75

Tabla 3.1 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	77
Tabla 3.2 Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	78
Tabla 3.3 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en embriones de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada.....	79
Tabla 3.4 Recuento de datos y porcentajes de descontaminación bacteriana en embriones de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio y tiempos de inmersión	79
Tabla 3.5 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en embriones de piñón con respecto a los diferentes tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio	80
Tabla 3.6 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	81
Tabla 3.7 Recuento de datos y porcentajes de contaminación fúngica en embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	81
Tabla 3.8 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en embriones de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada.....	81
Tabla 3.9 Recuento de datos y porcentajes de descontaminación fúngica en embriones de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio y tiempos de inmersión.....	82
Tabla 3.10 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en embriones de piñón con respecto a los diferentes tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio	82
Tabla 3.11 Prueba chi cuadrado para la viabilidad de los embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	83
Tabla 3.12 Recuento de datos y porcentajes de viabilidad en embriones de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección utilizados	83

Tabla 3.13 Prueba chi cuadrado para la viabilidad de los embriones de piñón con respecto a las diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio...	84
Tabla 3.14 Recuento de datos y porcentajes de viabilidad en embriones de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio y tiempos de inmersión evaluados	84
Tabla 3.15 Prueba chi cuadrado para la viabilidad de los embriones de piñón con respecto a los diferentes tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio	85
Tabla 3.16 Recuento de datos y porcentajes obtenidos en la prueba de viabilidad de embriones de piñón con la tinción con TZ antes y después de la desinfección	86
Tabla 3.17 ADEVA para la viabilidad de los embriones antes y después de la desinfección	87
Tabla 3.18 Prueba de chi-cuadrado para la viabilidad de los embriones en los diferentes tratamientos pregerminativos en oscuridad	87
Tabla 3.19 Porcentaje de viabilidad de los embriones luego de los diferentes tratamientos pregerminativos en oscuridad.....	87
Tabla 3.20 ADEVA realizada en la evaluación del desarrollo del eje embrionario para los diferentes tratamientos utilizados	89
Tabla 3.21 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la evaluación del desarrollo del eje embrionario	89
Tabla 3.22 ADEVA realizada en la evaluación de embriones completamente verdes para los diferentes tratamientos utilizados.....	90
Tabla 3.23 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de agua de coco en la evaluación de embriones completamente verdes.....	90
Tabla 3.24 Estadísticos descriptivos en la obtención de embriones completamente verdes, calculados para los tratamientos con azúcar	91
Tabla 3.25 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación de la obtención de embriones completamente verdes	91

Tabla 3.26 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la obtención de embriones completamente verdes	92
Tabla 3.27 Estadísticos descriptivos de la obtención de embriones completamente verdes, calculados para el tratamiento adicional y el diseño factorial evaluado	92
Tabla 3.28 ADEVA realizada para la evaluación del área foliar cotiledonar de los embriones con respecto a los tratamientos utilizados para su desarrollo	93
Tabla 3.29 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de agua de coco en relación al área foliar cotiledonar	93
Tabla 3.30 Estadísticos descriptivos del área foliar cotiledonar calculados para las diferentes concentraciones de azúcar en el medio	93
Tabla 3.31 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y carbón activado en la evaluación del área foliar cotiledonar	94
Tabla 3.32 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación del área foliar cotiledonar.....	94
Tabla 3.33 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre carbón activado y azúcar en la evaluación del área foliar cotiledonar	95
Tabla 3.34 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la evaluación del área foliar cotiledonar.....	95
Tabla 3.35 Estadísticos descriptivos del área foliar cotiledonar calculados para el tratamiento adicional y el arreglo factorial evaluado	96
Tabla 3.36 ADEVA realizada para la evaluación de la longitud del tallo en los embriones de piñón con respecto a los tratamientos utilizados para su desarrollo	96
Tabla 3.37 Estadísticos descriptivos del área foliar cotiledonar calculados para las diferentes concentraciones de azúcar en el medio	96

Tabla 3.38 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y carbón activado en la evaluación de la longitud del tallo	97
Tabla 3.39 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación de la longitud del tallo	97
Tabla 3.40 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre carbón activado y azúcar en la evaluación de la longitud del tallo	98
Tabla 3.41 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la evaluación de la longitud del tallo	98
Tabla 3.42 ADEVA realizada en la evaluación del desarrollo del sistema radical para los diferentes tratamientos utilizados	99
Tabla 3.43 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de agua de coco en la evaluación del desarrollo del sistema radicular	99
Tabla 3.44 Estadísticos descriptivos del desarrollo del sistema radicular calculados para las diferentes concentraciones de carbón activado en el medio	99
Tabla 3.45 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación del desarrollo del sistema radicular	100
Tabla 3.46 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre carbón activado y azúcar en la evaluación del desarrollo del sistema radicular	100
Tabla 3.47 ADEVA realizada en la evaluación de la longitud del sistema radicular para los diferentes tratamientos utilizados	101
Tabla 3.48 Estadísticos descriptivos de la longitud del sistema radicular calculados para las diferentes concentraciones de carbón activado en el medio	101
Tabla 3.49 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación del desarrollo del sistema radicular	102

Tabla 3.50 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la evaluación de la longitud del sistema radicular	102
Tabla 3.51 Estadísticos descriptivos del área foliar cotiledonar calculados para el tratamiento adicional y el diseño factorial evaluado	103
Tabla 3.52 ADEVA realizada en la evaluación del aparecimiento de la yema apical para los diferentes tratamientos utilizados	103
Tabla 3.53 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de agua de coco en la evaluación del aparecimiento de la yema apical.....	104
Tabla 3.54 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación del aparecimiento de la yema apical	104
Tabla 3.55 ADEVA para el aparecimiento de las cuatro primeras hojas no cotiledonares en embriones germinados de piñón para los diferentes tratamientos utilizados	105
Tabla 3.56 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de agua de coco en la evaluación del aparecimiento de las cuatro primeras hojas no cotiledonares	105
Tabla 3.57 Estadísticos descriptivos del aparecimiento de las hojas cotiledonares, calculados para las diferentes concentraciones de carbón activado en el medio	106
Tabla 3.58 Estadísticos descriptivos calculados en el desarrollo de las hojas no cotiledonares para las concentraciones de azúcar	106
Tabla 3.59 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y carbón activado en la evaluación del aparecimiento de las cuatro primeras hojas.....	106
Tabla 3.60 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco y azúcar en la evaluación del aparecimiento de las primeras cuatro hojas.....	107
Tabla 3.61 Prueba DHS de Tukey realizada para la interacción carbón activado y azúcar en la evaluación del aparecimiento de las hojas no cotiledonares.....	107

Tabla 3.62 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes interacciones entre agua de coco, carbón activado y azúcar en la evaluación de la aparición de las cuatro primeras hojas.....	108
Tabla 3.63 ADEVA realizada para los distintos reguladores utilizados en la germinación y desarrollo inicial embrionario de piñón.....	109
Tabla 3.64 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de BAP en la germinación y desarrollo inicial embrionario ..	109
Tabla 3.65 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de AIB en la germinación y desarrollo inicial embrionario....	110
Tabla 3.66 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de GA ₃ en la germinación y desarrollo inicial embrionario ...	111
Tabla 3.67 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de brasinolida en la germinación y desarrollo inicial embrionario	112
Tabla 3.68 ADEVA realizada para los distintos tratamientos con reguladores de crecimiento utilizados en la germinación y desarrollo inicial embrionario	112
Tabla 3.69 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento en la evaluación de la germinación y desarrollo inicial embrionario	113
Tabla 3.70 ADEVA realizada para los distintos reguladores utilizados en el desarrollo del sistema radical en embriones de piñón	114
Tabla 3.71 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de BAP en la evaluación del desarrollo del sistema radical.	114
Tabla 3.72 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de AIB en la evaluación del desarrollo del sistema radical. .	115
Tabla 3.73 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de brasinolida en la evaluación del desarrollo del sistema radical	116
Tabla 3.74 ADEVA realizada para los distintos tratamientos con reguladores de crecimiento utilizados en la evaluación del desarrollo del sistema radical	116

Tabla 3.75 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento utilizados en la evaluación del desarrollo del sistema radical.....	117
Tabla 3.76 ADEVA realizada para los distintos reguladores utilizados en el desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	117
Tabla 3.77 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de BAP en la evaluación del desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	118
Tabla 3.78 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de AIB en la evaluación del desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	119
Tabla 3.79 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de GA ₃ en la evaluación del desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	119
Tabla 3.80 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de brasinolida en la evaluación del desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	120
Tabla 3.81 ADEVA realizada para los distintos tratamientos con reguladores de crecimiento utilizados en el desarrollo apical y foliar en embriones germinados de piñón	120
Tabla 3.82 Prueba DHS de Tukey realizada para los tratamientos con reguladores de crecimiento en la evaluación del apareamiento de las primeras cuatro hojas no cotiledonares	121
Tabla 3.83 ADEVA realizada para los distintos reguladores utilizados para la formación callosa en embriones de piñón	121
Tabla 3.84 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de BAP en la evaluación de la formación callosa	122
Tabla 3.85 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de AIB en la evaluación de la formación callosa.....	123
Tabla 3.86 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de GA ₃ en la evaluación de la formación callosa	123
Tabla 3.87 Prueba DHS de Tukey realizada para las diferentes concentraciones de brasinolida en la evaluación de la formación callosa	124

Tabla 3.88 ADEVA realizada para los distintos tratamientos con reguladores de crecimiento utilizados en la formación callosa de embriones de piñón	124
Tabla 3.89 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento en la evaluación de la formación callosa	125
Tabla 3.90 ADEVA realizada para la evaluación de la viabilidad de las yemas de piñón con respecto a los tratamientos de desinfección utilizados en el arreglo factorial	126
Tabla 3.91 Estadísticos descriptivos de viabilidad de las yemas para el tratamiento adicional y el diseño factorial evaluado en la desinfección	128
Tabla 3.92 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada	128
Tabla 3.93 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto al tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio	129
Tabla 3.94 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto al uso de ampicilina como lavado final	130
Tabla 3.95 Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto al uso de ampicilina como lavado final	130
Tabla 3.96 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección..	131
Tabla 3.97 Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	131
Tabla 3.98 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en yemas de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada	132
Tabla 3.99 Recuento de datos y porcentajes de contaminación fúngica en yemas de piñón con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada.....	132
Tabla 3.100 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto al tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio	133

Tabla 3.101 Recuento de datos y porcentajes de contaminación fúngica en yemas de piñón con respecto al tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio	133
Tabla 3.102 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en yemas de piñón con respecto al uso de ampicilina como lavado final.....	133
Tabla 3.103 Recuento de datos y porcentajes de contaminación fúngica en yemas de piñón con respecto al uso de ampicilina como lavado final.	133
Tabla 3.104 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección..	134
Tabla 3.105 Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos de desinfección	134
Tabla 3.106 ADEVA realizada para la viabilidad de las yemas de piñón en la evaluación de la fuente del material vegetal.....	136
Tabla 3.107 Recuento de datos y porcentajes de viabilidad en yemas de piñón en la evaluación de la fuente de material vegetal.....	136
Tabla 3.108 Prueba chi cuadrado para la contaminación bacteriana en yemas de piñón en la evaluación de la fuente de material vegetal	137
Tabla 3.109 Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana de yemas de piñón en la evaluación de la fuente de material vegetal	137
Tabla 3.110 Prueba chi cuadrado para la contaminación fúngica en yemas de piñón en la evaluación de la fuente de material vegetal	138
Tabla 3.111 Recuento de datos y porcentajes de contaminación fúngica en yemas de piñón para la evaluación de la fuente de material vegetal	138
Tabla 3.112 Prueba chi cuadrado para la inducción de brotes en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos	139
Tabla 3.113 Recuento de datos y porcentajes de inducción de brotes en yemas de piñón para la evaluación de los diferentes tratamientos.....	139
Tabla 3.114 Prueba chi cuadrado para la inducción de brotes en yemas de piñón con respecto a las diferentes concentraciones de BAP	140
Tabla 3.115 Recuento de datos y porcentajes de inducción de brote en yemas de piñón con respecto a la concentración de BAP y AIB en el medio .	141
Tabla 3.116 Prueba chi cuadrado para la inducción de brotes en yemas de piñón con respecto a las diferentes concentraciones de AIB.....	142

Tabla 3.117 Prueba chi cuadrado para la inducción de callo en yemas de piñón con respecto a los diferentes tratamientos	142
Tabla 3.118 Recuento de datos y porcentajes de inducción de callo en yemas de piñón para la evaluación de los diferentes tratamientos.....	143
Tabla 3.119 Prueba chi cuadrado para la inducción de callo en yemas de piñón con respecto a las diferentes concentraciones de BAP	144
Tabla 3.120 Recuento de datos y porcentajes de inducción de brote en yemas de piñón con respecto a la concentración de BAP y AIB en el medio .	144
Tabla 3.121 Prueba chi cuadrado para la inducción de callo en yemas de piñón con respecto a las diferentes concentraciones de AIB	145
Tabla 3.122 ADEVA realizados para la evaluación de distintas variables en la inducción de brotes con el uso de brasinolida	145
Tabla 3.123 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con brasinolida en la evaluación del número de brotes obtenidos por explante.....	146
Tabla 3.124 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con brasinolida en la evaluación de la longitud de brotes obtenidos	146
Tabla 3.125 Prueba DHS de Tukey realizada para los diferentes tratamientos con brasinolida en la evaluación de la inducción de callo	147
Tabla 3.126 ADEVA realizados para la evaluación de distintas variables en la multiplicación de brotes de piñón	147
Tabla 3.127 Prueba DHS de Tukey realizada para el número de brotes de piñón obtenidos en la evaluación de los tratamientos de multiplicación de brotes.....	148
Tabla 3.128 Prueba DHS de Tukey realizada para la evaluación de la inducción de callo en los tratamientos de multiplicación de brotes	149
Tabla 3.129 Prueba chi cuadrado para el rompimiento de dominancia apical con respecto a los tratamientos de multiplicación de brotes en yemas de piñón	150
Tabla 3.130 Recuento de datos y porcentaje de brotes con rompimiento de dominancia apical con respecto a los tratamientos de multiplicación de brotes en yemas de piñón.....	150

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1.1 Comparación de las propiedades/especificaciones estándar de aceite de <i>Jatropha curcas</i> y diesel fósil (Tomado de Aguhob, 2006)	16
Cuadro 1.2 Propiedades físicas y químicas de <i>Jatropha curcas</i> y diesel (Tomado de Aguhob, 2006)	16
Cuadro 1.3 Elementos contenidos en los medios nutritivos y concentraciones necesarias (Tomado de Evans <i>et al.</i> , 2003)	41

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Distribución mundial de <i>Jatropha curcas</i> y centros de diversidad propuestos por Munch en 1986 (Tomado de Heller, 1996)	7
Figura 1.2 Partes importantes del piñón: A. Rama con inflorescencia, B. Corteza, C. Nervaduras de la hoja, D. Flor con pistilo, E. Flor estaminada, F. Corte transversal de fruto inmaduro, G. Frutos, H. Corte longitudinal del fruto I. Semilla; A - C y F - H tomados de Aponte 1978; D y E tomados de Dehgan 1984 (Tomado de Heller, 1996).....	9
Figura 1.3 Inflorescencia de piñón (<i>Jatropha curcas</i>) (Tomado de Nunes, 2007, p. 11).....	10
Figura 1.4 Semilla de piñón. A. Semilla con tegumento, B. Semilla sin tegumento. (te: tegumento, ca: carúncula) (Laboratorio de Cultivo de tejidos – ESPE, Sangolquí – Ecuador, 2009).....	12
Figura 1.5 Aspecto morfológico del fruto y semilla de <i>Jatropha curcas</i> . A. Detalle del fruto, B. Corte longitudinal del fruto (en: endocarpo; ep: epicarpo; me, mesocarpo), C. Corte transversal del fruto (lo: lóculos), D. Detalle de la semilla (ca: carúncula, te, tegumento), E. Detalle de la semilla mostrando el embrión (en: endosperma, co: cotiledón, e: eje embrionario). Ilustración botánica: Dalilhia Nazaré dos Santos (Tomado de Nunes <i>et al.</i> , 2009, p. 209).....	13
Figura 1.6 Representación esquemática del método de explantes nodales, para la propagación vegetativa de plantas (Pierik, 1990)	24
Figura 1.7 Mecanismo de reacción del cloruro de 2,3,5 trifenil tetrazolio (inoloro), reducido por la deshidrogenasa, en formazan (color rojo) (Tomado de Patil & Dadlani, 1993)	29
Figura 2.1 Selección de semillas de piñón. A. Semilla sana con tegumento seleccionada, B. Semilla sana sin tegumento seleccionada, C y D. Semillas sin tegumento no seleccionadas. (Laboratorio de Cultivo de tejidos – ESPE, Sangolquí – Ecuador, 2009)	48

Figura 2.2 Observación de la viabilidad del embrión a los 7 días de la siembra. A. Embrión viable, completamente verde, B. Embrión viable con raicillas formadas, y C. Embriones no viables por coloración parcial de hojas cotiledonares y ausencia de raicillas	50
Figura 2.3 Inicio del desarrollo del eje embrionario donde se observa el crecimiento del hipocótilo a los dos días de la siembra	55
Figura 2.4 Embrión de piñón completamente verde debido a la actividad fotosintética al quinto día de la siembra	55
Figura 2.5 Forma elíptica de las hojas cotiledonares de piñón, donde “a” es la mitad del valor del largo de la hoja y “b” es la mitad del ancho	56
Figura 2.6 Medición de la longitud del tallo de un embrión desarrollado a los 30 días de la siembra	56
Figura 2.7 Desarrollo del sistema radical en un embrión de piñón a los nueve días de la siembra	57
Figura 2.8 Diferentes niveles de enraizamiento en los embriones de piñón. La ausencia de raíces está referida al nivel cero	58
Figura 2.9 Diferenciación de la yema apical en un embrión de piñón en el día	58
Figura 2.10 Aparecimiento de las primeras hojas no cotiledonares en embriones de piñón	59
Figura 2.11 Niveles de grosor de tallo evaluados en embriones desarrollados de piñón a los 30 días de la siembra	61
Figura 2.12 Niveles de formación de callo evaluados en embriones desarrollados de piñón	62
Figura 2.13 Cerca viva de piñón en la vía El Carmen – Pedernales, provincia de Manabí – Ecuador, 2009	63
Figura 2.14 Recorte de los explantes recolectados para obtener yemas apicales listas para el proceso de desinfección (Laboratorio de Cultivo de Tejidos, ESPE – Sangolquí, 2009).....	65
Figura 2.15 Diferentes pasos en el proceso de desinfección de yemas apicales de piñón. A. Lavado en detergente comercial al 2%, B. Lavado en Tween 20 al 0.2%, C. Lavado en carbendazim al 0.5%, y D. Lavado en sulfato de cobre al 0.24%	66

Figura 2.16 Diferentes niveles de viabilidad evaluados en yemas de piñón a las dos semanas de la siembra	68
Figura 2.17 Estacas de piñón aclimatadas en invernadero (ESPE – Sangolquí, 2009)	69
Figura 2.18 Inducción de brote en yemas de piñón a las tres semanas de la siembra	71
Figura 2.19 Inducción de brotes en yemas de piñón a las tres semanas de la siembra	72
Figura 2.20 Diferentes niveles de callo evaluados en tratamientos de inducción de brotes con el uso de brasinólida	74
Figura 3.1 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos de desinfección en embriones	78
Figura 3.2 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones hipoclorito de sodio en embriones	79
Figura 3.3 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio en embriones	80
Figura 3.4 Gráfico de porcentajes de viabilidad del embrión encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos de desinfección.....	83
Figura 3.5 Gráfico de porcentajes de viabilidad del embrión encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio	85
Figura 3.6 Gráfico de porcentajes de viabilidad del embrión encontrados mediante la utilización de diferentes tiempos de inmersión en hipoclorito de sodio	85
Figura 3.7 Tinción con TZ de embriones de piñón. A. Antes de la desinfección, y B. Después de la desinfección	86
Figura 3.8 Gráfico de porcentajes de embriones viables y no viables en los diferentes tratamientos pregerminativos en oscuridad.....	88
Figura 3.9 Gráfico de porcentajes para la viabilidad de las yemas con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizado en la desinfección	126

Figura 3.10 Gráfico de porcentajes para la viabilidad de las yemas con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizado en la desinfección	127
Figura 3.11 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones hipoclorito de sodio en yemas.....	128
Figura 3.12 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones hipoclorito de sodio en yemas.....	129
Figura 3.13 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos de desinfección en yemas de piñón	131
Figura 3.14 Gráfico de porcentajes de contaminación fúngica encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos de desinfección en yemas de piñón	135
Figura 3.15 Gráfico de porcentajes de viabilidad en yemas de piñón evaluados con respecto a la fuente de material vegetal	136
Figura 3.16 Gráfico de porcentajes de contaminación bacteriana encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones hipoclorito de sodio en yemas.....	137
Figura 3.17 Gráfico de porcentajes de inducción de brotes en yemas encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento	140
Figura 3.18 Gráfico de porcentajes de inducción de brotes en yemas encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones de BAP ..	141
Figura 3.19 Gráfico de porcentajes de inducción de brotes en yemas encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones de AIB....	142
Figura 3.20 Gráfico de porcentajes de inducción de callo en yemas encontrados mediante la utilización de diferentes tratamientos con reguladores de crecimiento.....	143
Figura 3.21 Gráfico de porcentajes de inducción de callo en yemas encontrados mediante la utilización de diferentes concentraciones de BAP ..	144
Figura 3.22 Inducción de múltiples brotes en yemas de piñón luego del tres semanas del traspaso a nuevos medios	148

Figura 3.23 Gráfico de porcentajes encontrados en la variable de dominancia apical mediante la utilización de diferentes tratamientos para la multiplicación de brotes.....150

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A Medio de cultivo Murashige y Skoog (1962), receta por Stocks (SABIT, 2006)	192
ANEXO B Recuento de datos y porcentajes de viabilidad de yemas con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada	192
ANEXO C Recuento de datos y porcentajes de viabilidad de yemas con respecto al tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio	193
ANEXO D Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en yemas con respecto a la concentración de hipoclorito de sodio utilizada .	193
ANEXO E Recuento de datos y porcentajes de contaminación bacteriana en yemas con respecto al tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio	194