

ÍNDICE GENERAL

1. INTERÉS Y OBJETIVOS	1
1.1. IMPORTANCIA Y SITUACIÓN DEL CULTIVO DE MELÓN EN EL MUNDO	1
1.1.1. Líderes mundiales en producción de melón	1
1.1.2. Mayores extensiones productoras de melón del mundo	2
1.1.3. Rendimientos productivos de las distintas áreas geográficas del mundo en cultivo de melón	3
1.2. IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO DE MELÓN EN ESPAÑA	4
1.2.1. Situación del melón en la horticultura española	4
1.2.2. Evolución de superficie, producción y rendimientos productivos del cultivo de melón en las últimas décadas en España	7
1.2.3. Principales comunidades autónomas productoras de melón en España	9
1.2.3.1. Principales provincias españolas productoras de melón. Superficies, producciones y rendimientos productivos en la provincia de Almería	12
1.2.4. Precios medios percibidos por los horticultores	14
1.3. PRINCIPALES TIPOS DE MELÓN CULTIVADOS EN ESPAÑA	16
1.3.1. Evolución de la superficie y producción de los principales tipos de melón en España	16
1.3.2. Importancia del melón tipo cantalupo en España y Almería	18
1.4. COMERCIO EXTERIOR	22
1.5. IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS EN ESPAÑA Y EN ALMERIA. LA LANA DE ROCA	26
1.6. OBJETIVOS DEL ENSAYO	27
1.6.1. Parámetros morfológicos	28
1.6.2. Parámetros sobre la cosecha	28
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	29
2.1. EL MELÓN	29
2.1.1. Origen	29
2.1.2. Morfología y fisiología	29
2.1.3. Material vegetal	33
2.1.4. Exigencias ambientales y exigencias en suelo y agua del cultivo de melón .	37
2.1.5. Manejo del cultivo de melón	39
2.1.5.1. Ciclos productivos	39
2.1.5.2. Plantación	40

ÍNDICE GENERAL

2.1.5.3. Manejo del microclima	41
2.1.5.4. Necesidades hídricas y fertilización	42
2.1.5.5. Poda	43
2.1.5.6. Polinización	44
2.1.5.7. Recolección	45
2.1.6. Plagas, enfermedades y fisiopatías	46
2.1.6.1. Plagas	46
2.1.6.2. Enfermedades	53
2.1.6.3. Fisiopatías	66
2.2. HIDROPONÍA. CULTIVO SIN SUELO	68
2.2.1. Introducción al cultivo sin suelo y sus perspectivas de futuro	68
2.2.2. Ventajas e inconvenientes de un sistema de cultivo sin suelo	70
2.2.3. Componentes de un sistema de cultivo sin suelo	73
2.2.4. Clasificación de los sistemas de cultivo sin suelo	75
2.2.5. Cultivo sin suelo y medio ambiente	76
2.2.6. Enfermedades de las plantas en los cultivos sin suelo	76
2.2.7. Tipos de sustratos	77
2.2.8. Características generales de los sustratos	78
2.2.8.1. Propiedades físicas	78
2.2.8.2. Propiedades químicas	81
2.2.8.3. Propiedades biológicas	83
2.2.9. Características del sustrato ideal	84
2.2.10. La lana de roca	85
2.2.10.1. Origen y proceso de fabricación de la lana de roca	88
2.2.10.2. Composición de la lana de roca	89
2.2.10.3. Características principales de la lana de roca	89
2.2.10.4. Tipos de tablas de lana de roca	91
2.2.10.5. Manejo del sustrato: lana de roca	92
2.2.10.6. Reutilización del sustrato: lana de roca	93
2.3. LA OXIGENACIÓN EN LOS CULTIVOS	95

ÍNDICE GENERAL

2.3.1. Introducción	95
2.3.2. Espacio poroso, intercambios aire-agua y difusión de oxígeno en el sustrato	96
2.3.3. Factores que afectan a la solubilidad del oxígeno en agua	98
2.3.4. Relación oxígeno-rizosfera en los cultivos en sustrato	99
2.3.5. Efecto de la hipoxia radical sobre el medio de cultivo y el cultivo	101
2.3.6. Métodos de mejora de la oxigenación de la rizosfera	103
2.3.7. Respuesta de los cultivos al enriquecimiento de oxígeno	105
3. MATERIAL Y MÉTODOS	107
3.1. EMPLAZAMIENTO DE LA FINCA	107
3.2. EQUIPAMIENTOS AUXILIARES DE LA FINCA	108
3.2.1. Elementos del sistema de riego	109
3.2.1.1. Cuadro de control	109
3.2.1.2. Cabezal de riego	109
3.2.1.3. Red de distribución del riego	111
3.2.1.4. Balsas	112
3.2.2. Sistema de inyección de oxígeno. Oxifertirrigación	112
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL INVERNADERO DEL ENSAYO	114
3.4. TIPO DE SUSTRATO UTILIZADO	117
3.5. MATERIAL VEGETAL DEL ENSAYO	118
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	119
3.7. LABORES Y TÉCNICAS DE CULTIVO APLICADAS	121
3.7.1. Siembra	121
3.7.2. Labores preparatorias y trasplante	121
3.7.3. Manta térmica y tutorado	123
3.7.4. Destallado y despunte de las plantas	125
3.7.5. Introducción de colmenas	127
3.7.6. Recolección de cosecha	128
3.7.7. Retirada del cultivo	130
3.7.8. Aplicaciones fitosanitarias	130
3.7.9. Fertirrigación	133

ÍNDICE GENERAL

3.7.10. Control de las variables estudiadas durante el ensayo	135
3.8. METODOLOGÍA DE LA TOMA DE DATOS	139
3.8.1. Referentes a la planta. Morfología	139
3.8.2. Referentes a la cosecha. Producción	141
3.9. PROCESADO DE DATOS	143
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	144
4.1. RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDIENTE A MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	144
4.1.1. Sobre la longitud total del tallo principal (m)	144
4.1.2. Sobre el diámetro del tallo principal (cm)	146
4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDIENTE A PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO	148
4.2.1. Rendimientos productivos. Kg . m ²	148
4.2.2. Rendimientos productivos. Kg/planta	151
4.2.3. Rendimientos productivos. Frutos/planta	154
4.2.4. Rendimientos productivos. Frutos/m ²	157
5. CONCLUSIONES	160
5.1. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	160
5.2. PRODUCCIÓN	161
6. BIBLIOGRAFÍA.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Países con mayores rendimientos productivos en cultivos de melón en el mundo ..	3
Tabla 2. Rendimientos productivos de los grandes productores de melón del mundo	3
Tabla 3. Serie histórica de evolución de producción, superficie cultivada y valor de las hortalizas en España	4
Tabla 4. Resumen nacional de superficie, rendimiento y producción de las principales hortalizas en España	6
Tabla 5. Evolución de superficie cultivada, rendimientos y producción del cultivo de melón en España. Serie histórica	7
Tabla 6. Principales comunidades productoras de melón de España. Desglose de la superficie en función de los distintos modelos de cultivo. Producciones	9
Tabla 7. Rendimientos productivos en cultivos de melón para las principales comunidades autónomas españolas. Desglose de rendimientos en función de los distintos modelos de cultivo	11
Tabla 8. Superficie y producción de las principales especies hortícolas en Andalucía. Comparativa de años 2009, 2010 y la media	12
Tabla 9. Principales provincias españolas productoras de melón. Superficies y producciones. Datos año 2008	13
Tabla 10. Principales provincias españolas productoras de melón. Rendimientos productivos. Datos año 2008	14
Tabla 11. Evolución de los precios medios percibidos por los agricultores	15
Tabla 12. Evolución de la superficie y producción de diferentes tipos de melón en España	17
Tabla 13. Evolución de la superficie y producción de melón cantalupo en España	18
Tabla 14. Superficie y producción de melón cantalupo en España. Análisis por Comunidades Autónomas para el año 2009	19
Tabla 15. Superficie y producción de melón cantalupo. Análisis por provincias españolas para el año 2009	20
Tabla 16. Serie histórica de la evolución de importaciones y exportaciones de melón en España	24
Tabla 17. Composición química del fruto de melón. Valores medios	32
Tabla 18. Temperaturas máximas, mínimas y óptimas para el cultivo de melón en diferentes etapas fenológicas	38
Tabla 19. Solución nutritiva estándar para un cultivo de melón en hidroponía	43
Tabla 20. Productos fitosanitarios para uso contra araña roja, en cultivos de melón	47
Tabla 21. Productos fitosanitarios para uso contra mosca blanca, en cultivos de melón	48
Tabla 22. Productos fitosanitarios para uso contra pulgón, en cultivos de melón	49
Tabla 23. Productos fitosanitarios para aplicar contra minador, en cultivos de melón	50
Tabla 24. Productos fitosanitarios para aplicar contra orugas, en cultivos de melón	51
Tabla 25. Productos fitosanitarios para aplicar contra trips, en cultivos de melón	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 26. Productos fitosanitarios para aplicar contra nemátodos, en cultivos de melón	54
Tabla 27. Productos fitosanitarios para aplicar contra mildiu, en cultivos de melón	55
Tabla 28. Productos fitosanitarios para aplicar contra oidio, en cultivos de melón	58
Tabla 29. Productos fitosanitarios para aplicar contra fusarium, en cultivos de melón	59
Tabla 30. Productos fitosanitarios para aplicar contra chancro gomoso, en cultivos de melón	60
Tabla 31. Resumen de las características o propiedades más relevantes de la lana de roca ..	90
Tabla 32. Características de los distintos tipos de tablas usadas en el ensayo	120
Tabla 33. Características de los tratamientos fitosanitarios aplicados durante el ensayo ...	131
Tabla 34. Solución nutritiva ideal para fertilizar un cultivo de melón	133
Tabla 35. Cantidades de fertilizantes aportadas al cultivo durante el ensayo	134
Tabla 36. Dispersiones de valores de C.E durante el ensayo a nivel de tabla	138
Tabla 37. Dispersiones de valores de humedad durante el ensayo a nivel de tabla	138
Tabla 38. Dispersiones de valores de oxígeno durante el ensayo a nivel de tabla	139
Tabla 39. Dispersiones de valores de oxígeno durante el ensayo a nivel de gotero.....	139
Tabla 40. Resultados de la longitud del tallo principal (m) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	144
Tabla 41. Resultados de la longitud del tallo principal (m) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	145
Tabla 42. Resultados de la medida del diámetro del tallo principal (cm) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	146
Tabla 43. Resultados del diámetro del tallo principal (cm) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	147
Tabla 44. Resultados de producción (kg.m ⁻²) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	148
Tabla 45. Resultados de producción (kg.m ⁻²) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	150
Tabla 46. Resultados de producción (kg/planta) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	151
Tabla 47. Resultados de producción (kg/planta) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	153
Tabla 48. Resultados de producción (frutos/planta) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	154
Tabla 49. Resultados de producción (frutos/planta) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	155
Tabla 50. Resultados de producción (frutos/m ²) para los distintos tipos de lana de roca en un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	157
Tabla 51. Resultados de producción (frutos/m ²) para los distintos tipos de oxigenación en riego de un cultivo de melón cv. <u>Vulcano</u>	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producciones de melón en el mundo	1
Figura 2. Principales productores de melón en el mundo. Datos porcentuales.....	1
Figura 3. Distribución de la superficie cultivada de melón en el mundo.....	2
Figura 4. Distribución de superficie cultivada de melón en el mundo. Datos porcentuales	2
Figura 5. Evolución de la superficie hortícola en España. Serie histórica.....	5
Figura 6. Evolución de las producciones hortícolas en España. Serie histórica	6
Figura 7. Evolución de la producción de melón en España	8
Figura 8. Evolución de la superficie cultivada de melón en España	8
Figura 9. Distribución de superficie cultivada de melón por comunidades autónomas en España. Datos porcentuales	10
Figura 10. Rendimientos productivos en cultivos de melón protegidos para diversas comunidades autónomas españolas.....	11
Figura 11. Evolución de los precios medios percibidos por los agricultores de melón en los últimos 20 años en España	16
Figura 12. Serie histórica de la evolución de la superficie cultivada de los distintitos tipos de melón en España en los últimos años	17
Figura 13. Serie histórica de la evolución de la producción cosechada de los distintitos tipos de melón en España en los últimos años.....	18
Figura 14. Principales Comunidades Autónomas productoras de melón cantalupo en España. Datos porcentuales de superficie ocupada	20
Figura 15. Principales provincias españolas productoras de melón cantalupo en España. Datos de superficie ocupada	21
Figura 16. Principales provincias españolas productoras de melón cantalupo en España. Datos de producción cosechada	21
Figura 17. Principales tipos de melón cultivados en Almería. Datos porcentuales de superficie ocupada	22
Figura 18. Distribución porcentual de las exportaciones de melón en Europa	23
Figura 19. Evolución de las importaciones de melón en España	24
Figura 20. Evolución de las exportaciones de melón en España	25
Figura 21. Cultivo hidropónico a base de tablas de lana de roca. Detalle de una tabla	28
Figura 22. Representación tumba egipcia “ <i>dieta de un egipcio</i> ”	29
Figura 23. Detalle de la hoja de una planta de melón.....	30
Figura 24. Detalle de una flor femenina de melón	31
Figura 25. Detalle de una flor masculina de melón	31
Figura 26. Frutos de melón tipo Amarillo	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 27. Frutos de melón tipo Piel de Sapo	34
Figura 28. Frutos de melón tipo Rochet	34
Figura 29. Frutos de melón tipo Tendral.....	35
Figura 30. Frutos de melón tipo Galia	36
Figura 31. Frutos de melón tipo Cantalupo	36
Figura 32. Detalle de la planta y el fruto de melón tipo Cantalupo cv. <u>Vulcano</u>	37
Figura 33. Detalle del transplante	40
Figura 34. Detalle de la polinización en flores de melón	45
Figura 35. Detalle de las hojas de melón afectadas por mildiu (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	55
Figura 36. Detalle de hojas de melón afectadas por <i>Sphaerotheca fuliginea</i>	57
Figura 37. Detalle del tallo de melón con chancro seco y picnidios negros de <i>Didymella bryoniae</i>	60
Figura 38. Detalle de manchas cloróticas (derecha) y cribado (izquierda) en hojas de melón producido por el virus MNSV	61
Figura 39. Detalle de estrías cloróticas marrones en tallo de melón causadas por el virus MNSV	62
Figura 40. Detalle de abollonaduras y mosaicos producidos por el virus del mosaico del calabacín (ZYMV) en melón	63
Figura 41. Detalle de bandas perinerviales de color verde oscuro producidas por el virus del mosaico de la calabaza en melón	63
Figura 42. Detalle de deformaciones de fruto de melón.....	66
Figura 43. Tipo de sustrato: Turba	85
Figura 44. Tipo de sustrato: Corteza de pino.....	86
Figura 45. Tipo de sustrato: Arena	86
Figura 46. Tipo de sustrato: Perlita	87
Figura 47. Tipo de sustrato: Fibra de coco.....	87
Figura 48. Tipos de sustratos: Vermiculita (parte superior) y cáscara de arroz (parte inferior)	88
Figura 49. Lana de roca.....	88
Figura 50. Detalle de tabla y taco de lana de roca para siembra.....	89
Figura 51. Tablas de lana de roca preparadas para trasplante (abajo) y con plantas de melón (arriba)	92
Figura 52. Detalle del plano de situación	107
Figura 53. Detalle de la distribución en planta de la finca.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 54. Detalle de la nave de servicios	108
Figura 55. Detalle de la sala de control en el cabezal de riegos	109
Figura 56. Detalle del filtro de arena	110
Figura 57. Vista del cabezal de riego y tanques de abono.....	110
Figura 58. Detalle del filtro de anillas	111
Figura 59. Detalle de una balsa cubierta con geotextil negro	112
Figura 60. Detalle del compresor de aire	113
Figura 61. Detalle del rotámetro	113
Figura 62. Detalle del frontal del invernadero U1 y sus dimensiones	114
Figura 63. Detalle de las cintas de protección de la cubierta.....	115
Figura 64. Detalle de la puerta principal del invernadero y vista de la doble puerta	115
Figura 65. Detalle de la ubicación del motor de apertura y cierre de las ventanas supercentrales	116
Figura 66. Detalle de ventana supercentral de ventilación	117
Figura 67. Vista de una bandeja de drenaje	117
Figura 68. Vista del cultivo del ensayo en floración	118
Figura 69. Esquema del modelo seguido durante el ensayo.....	119
Figura 70. Vista de las bandejas de siembra procedentes del semillero	121
Figura 71. Vista de una tabla con tacos y piquetas instalados.....	122
Figura 72. Vista de un taco de lana de roca listo para trasplante	123
Figura 73. Vista de las perchas de hilo negro en el “emparrillado” del invernadero	124
Figura 74. Vista de los hilos de rafia negra que caen sobre las plantas listas para el amarre o entutorado	124
Figura 75. Vista de una planta adulta en floración y detalle de elementos de sujeción	125
Figura 76. Comparativa de un correcto destallado frente a otro mal ejecutado en un cultivo de melón	126
Figura 77. Vista general del cultivo tras el despunte.....	126
Figura 78. Detalle de una abeja polinizando una flor de melón	127
Figura 79. Detalle de una colmena típica usada en polinización	128
Figura 80. Vista de los frutos recolectados, sobre el acolchado para ser contados durante el ensayo	129
Figura 81. Detalle de las cajas de melones antes de ser pesadas y vista de la toma de datos sobre los estadillos de campo	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 82. Detalle del estado de limpieza de uno de los pasillos entre líneas de cultivo, durante el ensayo	130
Figura 83. Vista del momento de aplicación de un tratamiento fitosanitario vía foliar	133
Figura 84. Detalle de los tanques de abonado utilizados en el ensayo	135
Figura 85. Detalle de una de las tablas elegidas para los muestreos, vista de un escapulario de color con su número de referencia en el seguimiento del ensayo	136
Figura 86. Detalle del instrumental utilizado sobre las tablas durante el ensayo.....	137
Figura 87. Detalle de la extracción de solución nutritiva de las tablas durante el ensayo ...	137
Figura 88. Detalle de la medición en longitud del tallo principal durante el ensayo.....	140
Figura 89. Detalle de la medición del diámetro del tallo principal en el ensayo	140
Figura 90. Detalle del momento del corte de cosecha durante el ensayo	141
Figura 91. Detalle de las cajas tras el pesado	142
Figura 92. Detalle de la báscula utilizada en el ensayo y vista de las operaciones en el pasillo principal durante la recolecta	143
Figura 93. Datos registrados para las distintas tablas de lana de roca en los días 47, 75, 89 y 111 d.d.t. para el crecimiento del tallo principal (m)	145
Figura 94. Datos registrados para los distintos tratamientos de oxigenación en los días 47, 75, 89 y 111 d.d.t. para el crecimiento del tallo principal (m)	146
Figura 95. Datos registrados para los distintos tipos de tablas de lana de roca, en los días 47, 75 y 89 d.d.t. para el crecimiento del diámetro del tallo principal (cm)	147
Figura 96. Datos registrados para los distintos tipos de tablas de lana de roca, correspondientes a rendimientos productivos ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	149
Figura 97. Datos registrados para los distintos tipos de aportaciones de oxígeno en riego, correspondientes a rendimientos productivos ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	151
Figura 98. Datos registrados para los distintos tipos de tablas de lana de roca, correspondientes a rendimientos productivos (kg/planta)	152
Figura 99. Datos registrados para los distintos tipos de aportaciones de oxígeno en riego, correspondientes a rendimientos productivos (kg/planta)	153
Figura 100. Datos registrados para los distintos tipos de tablas de lana de roca, correspondientes a rendimientos productivos (frutos/planta)	155
Figura 101. Datos registrados para los distintos tipos de aportaciones de oxígeno en riego, correspondientes a rendimientos productivos (frutos/planta)	156
Figura 102. Datos registrados para los distintos tipos de tablas de lana de roca, correspondientes a rendimientos productivos (frutos/ m^2).....	158
Figura 103. Datos registrados para los distintos tipos de aportaciones de oxígeno en riego, correspondientes a rendimientos productivos (frutos/ m^2)	159