



**Universidad de Murcia  
Facultad de Biología  
Departamento de Biología Vegetal  
(Fisiología Vegetal)**



**Instituto Murciano de Investigación  
y Desarrollo Agrario y Alimentario**

**INFLUENCIA DEL RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO  
EN CULTIVO DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO  
*THYMUS*. ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD  
INTRAESPECÍFICA**

**Memoria de Tesis presentada por Rosa María Martínez Rodríguez  
para optar al grado de Doctor**

**Murcia, 2008**



*A mis padres*



## **AGRADECIMIENTOS**

*En primer lugar, quiero agradecer a mi familia el cariño y el apoyo incondicional que me han prestado a lo largo de estos años. Si he llegado hasta aquí, ha sido gracias a ellos.*

*También agradezco profundamente a mis directores, José Antonio y María José, la infinita paciencia que han tenido conmigo. Gracias por no haberos comportado nunca como jefes, sino como compañeros, y lo que es mucho más importante, como amigos.*

*A todos mis compañeros del Departamento de Plantas Aromáticas y Extractos, los que estaban y los que están. A Aranza, compañera y amiga con quien siempre he podido contar, y que me ha ayudado más de una vez en el laboratorio (y fuera de él). A Inma, cuyo calor y amistad siempre puedes sentir a tu lado, animándote. A Vicente, nunca agradeceré lo suficiente su trabajo y experiencia en las labores de campo. A Fran, trabajador incansable, siempre dispuesto a echar una mano en todo. A Cristina, que aunque se incorporó al equipo algo más tarde, nunca ha dejado de alentarme. A José Antonio (de Cieza), con quien he compartido coche, y cuyo trabajo en la parcela ha permitido llevar a buen puerto este proyecto. A David, por no molestarse nunca a pesar de que lo mucho que le hemos pedido su colaboración en las traducciones. A Antonio, a quien “invadimos” parte de su laboratorio. A los últimos fichajes, Ana, Vanesa y María, que siempre me reciben con una sonrisa. Y, muy especialmente, a María, por compartir conmigo codo con codo tantas horas de campo y laboratorio, y porque sin su empuje y su tesón, nada de esto habría sido posible.*

*A todo el personal del IMIDA, gracias por vuestro apoyo.*

*Finalmente, quiero agradecer al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) la concesión de la Beca que ha permitido la realización de esta Tesis Doctoral.*



# ÍNDICE

Página

<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
I.1. CONCEPTO DE PLANTA AROMÁTICA.....	9
I.2. TAXONOMÍA DEL GÉNERO <i>THYMUS</i> .....	13
I.3. CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA DEL GÉNERO <i>THYMUS</i> .....	16
I.3.1. Distribución geográfica.....	21
I.4. CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE ESENCIAL.....	23
I.4.1. Definición de calidad.....	26
I.4.2. Métodos de extracción.....	27
A) Destilación.....	28
B) Extracción con disolvente (SE).....	29
C) Destilación-Extracción simultáneas (SDE).....	29
D) Extracción con fluidos supercríticos (SFE).....	30
E) Microondas.....	31
I.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL EN EL GÉNERO <i>THYMUS</i> .....	33
I.5.1. Antecedentes bibliográficos.....	38
I.5.1.1. <i>Thymus vulgaris</i> L.....	38
I.5.1.2. <i>Thymus zygis</i> Loefl. ex L.....	45
I.5.1.3. <i>Thymus hyemalis</i> Lange.....	51
I.5.1.4. <i>Thymus baeticus</i> Boiss ex Lacaita.....	55
I.5.1.5. <i>Thymus camphoratus</i> Hoffmanns & Link.....	57
I.5.1.6. <i>Thymus mastichina</i> (L.) L.....	58
I.5.1.7. <i>Thymus piperella</i> L.....	60
I.5.1.8. <i>Thymus caespititius</i> Brot.....	62
I.5.1.9. <i>Thymus pulegioides</i> L.....	64
I.5.1.10. <i>Thymus villosus</i> L.....	65
I.5.1.11. <i>Thymus lotocephalus</i> G. López & R. Morales.....	67
I.5.1.12. <i>Thymus serpylloides</i> Bory subsp. gadorensis (Pau) Jalas.....	68

I.6. INTERÉS ECONÓMICO DEL GÉNERO THYMUS.....	69
I.6.1. Materia prima para la industria.....	69
I.6.2. Importancia del tomillo en la economía española.....	73
I.6.3. Aplicaciones. Propiedades del tomillo.....	79
I.6.3.1. Actividad antibacteriana.....	83
I.6.3.2. Actividad antioxidante.....	90
I.6.3.3. Actividad antifúngica.....	93
I.6.3.4. Actividad antiparasitaria y plaguicida.....	96
I.6.3.5. Extractos.....	97
I.7. ADAPTACIÓN AL CULTIVO.....	99
A) Condiciones.....	101
B) Producciones.....	105
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>109</b>
II. 1. PARCELA EXPERIMENTAL.....	111
II. 1. 1. Características edafoclimáticas.....	112
II. 1. 2. Diseño experimental de la plantación.....	114
II. 1. 3. Cálculo de las dosis de riego.....	119
II. 2. MATERIAL VEGETAL.....	121
II. 2. 1. Recolecciones.....	123
II. 2. 2. Número y procesado de las muestras vegetales.....	125
II. 3. EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL.....	127
II. 4. ANÁLISIS DE COMPONENTES.....	130
II. 4. 1. Cromatografía de Gases (GC).....	130
II. 4. 2. Espectrometría de Masas (MS).....	131
II. 4. 3. Análisis cualitativo y cuantitativo.....	132
II. 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	134
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>137</b>
<b>III.1. THYMUS HYEMALIS.....</b>	<b>141</b>
III. 1. 1. Efecto de las siegas sobre la supervivencia de las plantas.....	141



III. 1. 2. Producción de biomasa.....	143
III. 1. 2. 1. Invierno.....	143
III. 1. 2. 2. Primavera.....	148
III. 1. 2. 3. Comparativa invierno/primavera.....	151
III. 1. 3. Rendimiento en aceite esencial.....	152
III. 1. 3. 1. Invierno.....	152
A) Destilación de plantas individuales.....	153
B) Producción por hectárea.....	156
III. 1. 3. 2. Primavera.....	158
A) Destilación de plantas individuales.....	158
B) Producción por hectárea.....	160
III. 1. 3. 3. Comparativa invierno/primavera.....	162
III. 1. 4. Efecto del riego sobre la evolución del cultivo.....	163
III. 1. 4. 1. Invierno.....	164
III. 1. 4. 2. Primavera.....	168
III. 1. 5. Perfil cromatográfico del aceite esencial.....	171
III. 1. 5. 1. Efecto del riego sobre la composición química del aceite esencial.....	172
III. 1. 5. 1. 1. Invierno 2002.....	175
III. 1. 5. 1. 2. Primavera 2002.....	183
III. 1. 5. 1. 3. Comparativa invierno/primavera 2002.....	190
III. 1. 5. 1. 4. Invierno 2003.....	193
III. 1. 5. 2. Estudio de la variabilidad intraespecífica.....	200
<i>Quimiotipo fenólico, con timol &gt; 20%</i> .....	203
A) Invierno.....	204
B) Primavera.....	210
C) Evolución de la influencia del riego en la síntesis de fenoles.....	215
<i>Quimiotipo fenólico, con timol ≤ 20%</i> .....	218
<i>Quimiotipo fenólico, con timol ≤ 20%, y precursores             elevados</i> .....	219
<i>Quimiotipo mixto α-terpineol/timol</i> .....	220
<i>Quimiotipo linalol</i> .....	222

<i>Quimiotipo carvacrol</i> .....	223
<i>Quimiotipo mixto, borneol/timol</i> .....	224
<i>Quimiotipo mixto, linalol/timol</i> .....	226
<i>Quimiotipo <math>\alpha</math>-terpineol</i> .....	228
<i>Quimiotipos cuyo porcentaje no supera el 0,92%</i> .....	229
<b>III.2. THYMUS ZYGIS</b> .....	235
III. 2. 1. Efecto de las siegas sobre la supervivencia de las plantas.....	236
III. 2. 2. Producción de biomasa.....	238
III. 2. 3. Rendimiento en aceite esencial.....	244
A) Destilación de plantas individuales.....	244
B) Producción por hectárea.....	248
III. 2. 4. Efecto del riego sobre la evolución del cultivo.....	250
III. 2. 5. Perfil cromatográfico del aceite esencial.....	255
III. 2. 5. 1. Efecto del riego sobre la composición química del aceite esencial.....	256
III. 2. 5. 1. 1. Primavera 2002.....	257
III. 2. 5. 1. 2. Primavera 2003.....	265
III. 2. 5. 2. Estudio de la variabilidad intraespecífica.....	273
A) Estudio de la influencia del riego en la recolección de 2004.....	275
A.1) Evolución de la influencia del riego en la síntesis de fenoles.....	280
B) Estudio de la variabilidad intraespecífica.....	282
<b>III.3. THYMUS VULGARIS</b> .....	287
III. 3. 1. Efecto de las siegas sobre la supervivencia de las plantas.....	288
III. 3. 2. Producción de biomasa.....	290
III. 3. 3. Rendimiento en aceite esencial.....	295
A) Destilación de plantas individuales.....	296
B) Producción por hectárea.....	300

III. 3. 4. Efecto del riego sobre la evolución del cultivo.....	303
III. 3. 5. Perfil cromatográfico del aceite esencial.....	307
III. 3. 5. 1. Efecto del riego sobre la composición química del aceite esencial.....	310
III. 3. 5. 1. 1. Primavera 2002.....	311
III. 3. 5. 1. 2. Primavera 2003.....	316
III. 3. 5. 1. 3. Primavera 2004.....	321
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>329</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>335</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>363</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>369</b>
<b>RESUMEN/SUMMARY.....</b>	<b>373</b>



## ABREVIATURAS EMPLEADAS

---

AA	Actividad antirradicalaria
AE	Aceite esencial
ETo	Evapotranspiración de referencia de gramíneas
HS	Hoja seca
ISO	International Organization for Standardization
MF	Materia Fresca
MS	Materia Seca
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
SDE	Destilación-Extracción Simultáneas
SFE	Extracción con Fluidos Supercríticos
UNE	Una Norma Española. Se crean en Comisiones Técnicas de Normalización, y proporcionan reglas, directrices o características, que clasifican y regulan ciertas actividades o sus resultados.

---